

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

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



**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE
CERÁMICA Y PORCELANATO
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

Presentado por: CELIS TAPIA MEDINA

Asesor: JOSÉ LUIS SILVA TARRILLO

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: **Celis Tapia Medina**
Código del alumno: **2014050156**
Correo electrónico: **celistm11@gmail.com**

Teléfono: **952672204**
DNI: **48417890**

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 ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO

5. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

6. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **Silva Tarrillo José Luis**
Correo electrónico: **jlsilvat@unach.edu.pe**

Teléfono: **979006832**
D.N.I.: **46412746**

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.

Celis Tapia Medina
DNI. N°48417890

Fecha, 20 de setiembre de 2021

**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO
RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO**

POR:

CELIS TAPIA 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 Chávez Vasquez
Reg. CIP. 91731

Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

PRESIDENTE



Mg. Ing. Jane Alvarez Llanos
Reg. CIP 78807

Mg. Ing. Jane Álvarez Llanos

SECRETARIO



Ing. Mg. Jefferson Ruiz Cachi
CIP N° 163808

Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

VOCAL

COPYRIGHT @ 2021 by
CELIS TAPIA MEDINA

Todos los derechos reservados.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, ser supremo que ha guiado por el bien mis pasos.

A mis padres por brindarme su ayuda absoluta, su paciencia, su comprensión y su gran cariño

A la Universidad Nacional Autónoma de Chota y a sus pedagogos de la facultad de ingeniería civil que me orientaron en el lapso de la carrera, de modo personal al Ing. José Luis Silva Tarrillo, quien me apoyo con sus valiosas observaciones y aportes; a los responsables de la estancia de mecánica e ingeniería de materiales, que con su camaradería favorecieron el pináculo de la presente tesis.

DEDICATORIA

A mis padres; Iris Medina Villalobos y Leonardo Tapia Rimarachin, por ser quienes siempre me apoyaron en todo.

A mis hermanos y hermana; Fabricio Jhair, Fabricio Aldair y Aleida, quienes me motivaron siempre a seguir adelante.

A mi asesor; Ing. José Luis Silva Tarrillo por su gran apoyo durante el desarrollo del presente trabajo.

Celis Tapia Medina

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Planteamiento del problema	19
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Justificación e importancia	21
1.4. Delimitación de la investigación	21
1.5. Objetivos	22
1.5.1. Objetivo general	22
1.5.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes de la investigación	23
2.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	24
2.1.3. Antecedentes regionales	26
2.2. Marco teórico	27
2.2.1. Baldosas cerámicas.....	27
2.2.2. Características físico-mecánicas de los agregados	32
2.2.3. Características químicas de los agregados	35
2.2.4. Concreto	36
2.2.5. Diseño de mezclas de concreto por el método A.C.I.....	39
2.2.6. Propiedades del concreto	40
2.3. Definición de términos	42
CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES	43
3.1. Hipótesis	43
3.2. Variables	43
3.2.1. Variable independiente	43

3.2.2. Variable dependiente	43
3.3. Operacionalización de variables	44
<i>CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO</i>	<i>45</i>
4.1. Ubicación geográfica del estudio	45
4.2. Unidad de análisis, población y muestra	49
4.2.1. Población	49
4.2.2. Muestra	49
4.2.3. Unidad de análisis.....	50
4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación	51
4.3.1. Tipo de investigación	51
4.3.2. Diseño de investigación.....	51
4.3.3. Método de investigación.....	55
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	56
4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información	57
4.5.1. Recolección y trituración de residuos de cerámica y porcelanato.....	57
4.5.2. Contenido de humedad del agregado	58
4.5.3. Análisis granulométrico de agregados.....	58
4.5.4. Porcentaje de material que pasa la malla N° 200	59
4.5.5. Peso específico y absorción del agregado	60
4.5.6. Peso suelto y compactado del agregado	61
4.5.7. Resistencia a la abrasión del agregado grueso.....	62
4.5.8. Elaboración de probetas de concreto	63
4.5.9. Desmoldado y curado de probetas.....	64
4.5.10. Peso unitario del concreto.....	65
4.5.11. Contenido de aire del concreto	65
4.5.12. Determinación del asentamiento del concreto.....	67
4.5.13. Determinación de la temperatura del concreto	67
4.5.14. Resistencia a compresión del concreto	68
4.5.15. Costos de elaboración del concreto	69
4.6. Matriz de consistencia metodología	70
<i>CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	<i>71</i>

5.1. Presentación de resultados.....	71
5.1.1. Características de las materias primas	71
5.1.2. Diseño de mezclas	87
5.1.3. Propiedades del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato	94
5.1.4. Costos del concreto.....	104
5.1.5. Comparación del concreto convencional y el concreto con residuos de cerámica y porcelanato	105
5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados.....	110
5.3. Contrastación de hipótesis	119
<i>CAPÍTULO VI. PROPUESTA.....</i>	<i>120</i>
<i>CONCLUSIONES.....</i>	<i>124</i>
<i>RECOMENDACIONES.....</i>	<i>126</i>
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i>	<i>127</i>
<i>ANEXOS</i>	<i>132</i>
Anexo N° 1. Matriz de consistencia	132
Anexo N° 2. Panel fotográfico	133
Anexo N° 3. Ensayos físico-mecánicos al agregado fino y grueso	144
Anexo N° 4. Ensayos físicos a los residuos de cerámica	162
Anexo N° 5. Ensayos físicos a los residuos de porcelanato	171
Anexo N° 6. Ensayos químicos a los agregados	180
Anexo N° 7. Diseño de mezclas	185
Anexo N° 8. Ensayos en el concreto	191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de baldosas cerámicas	29
Tabla 2. Resistencia mecánica de los agregados	35
Tabla 3. Sustancias dañinas	35
Tabla 4. Requisitos para agua de mezcla.....	38
Tabla 5. Consistencia/asentamiento	40
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	44
Tabla 7. Ubicación de las fuentes de recolección de la materia prima.....	45
Tabla 8. Ensayos a las materias primas	49
Tabla 9. Tipos de tratamientos al concreto con sustitución de residuos de cerámica y porcelanato respecto al agregado fino	50
Tabla 10. Número de especímenes de concreto	50
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA).....	53
Tabla 12. Desagregado de costos para 1m ³ de concreto.....	69
Tabla 13. Características del agregado grueso	71
Tabla 14. Granulometría de las muestras de agregado grueso	72
Tabla 15. Características del agregado fino.....	75
Tabla 16. Granulometría de las muestras de agregado fino	76
Tabla 17. Características de los residuos de cerámica.....	79
Tabla 18. Granulometría de las muestras de residuos de cerámica	80
Tabla 19. Características de los residuos de porcelanato	83
Tabla 20. Granulometría de las muestras de residuos de porcelanato.....	84
Tabla 21. Datos para el diseño de mezclas	88
Tabla 22. Cantidad de materiales para diseño en estado seco	89
Tabla 23. Corrección por humedad de la cantidad de materiales	89
Tabla 24. Aporte de agua por humedad.....	89
Tabla 25. Agua efectiva para la mezcla.....	89
Tabla 26. Cantidad de materiales para diseño en estado húmedo	90
Tabla 27. Proporciones del diseño de mezclas de concreto en pesos.....	90
Tabla 28. Asentamiento del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	94
Tabla 29. Temperatura del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato	95
Tabla 30. Contenido de aire del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato	96

Tabla 31. Resistencia a la compresión, concreto T1 – 0% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	99
Tabla 32. Resistencia a la compresión, concreto T2 – 5% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	100
Tabla 33. Resistencia a la compresión, concreto T3 – 10% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	101
Tabla 34. Resistencia a la compresión, concreto T4 – 15% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	102
Tabla 35. Resistencia a la compresión, concreto T5 – 25% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	103
Tabla 36. Costo total por metro cubico del concreto con porcentajes de sustitución..	104
Tabla 37. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 7 días	106
Tabla 38. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 14 días	107
Tabla 39. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 28 días	108
Tabla 40. Propiedades de las materias primas utilizadas en la elaboración de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	111
Tabla 41. Análisis químico del AF de la cantera Conchan y del AG de la cantera Chuyabamba.	111
Tabla 42. Porcentaje de las propiedades del residuo de cerámica respecto al AF de la cantera Conchán	112
Tabla 43. Porcentaje de las propiedades del residuo de porcelanato respecto al AF de la cantera Conchán	112
Tabla 44. Análisis químico en porcentajes de los residuos de cerámica y porcelanato.	112
Tabla 45. Propiedades de la mezcla de concreto en estado fresco elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato.....	114
Tabla 46. Porcentaje de asentamiento del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	114
Tabla 47. Porcentaje de temperatura del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	115

Tabla 48. Porcentaje de contenido de aire del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	115
Tabla 49. Porcentaje de peso unitario del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	115
Tabla 50. Propiedades en estado endurecido del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato.....	115
Tabla 51. Porcentaje de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	116
Tabla 52. Porcentaje de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	116
Tabla 53. Porcentaje de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional	116
Tabla 54. Análisis de varianza en software Minitab 19	119
Tabla 55. Datos para diseño por el método Walker.	122
Tabla 56. Resultados diseño en estado seco y aporte de agua por el método Walker.	123
Tabla 57. Resultados diseño en estado húmedo y proporciones en pesos por el método Walker.	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procesos de fabricación de cerámicas	27
Figura 2. Proceso de conformado de materias primas.....	28
Figura 3. Proceso de instalación de baldosas cerámicas	30
Figura 4. Exportaciones e importaciones de productos cerámicos (2014-2018) en millones de USD.....	31
Figura 5. Principales países que exportaron cerámicos a Perú en 2019 (%).....	31
Figura 6. Principales placas y baldosas cerámicas que se exportan a Perú 2015 – 2019 (Cuotas de mercado en %).....	31
Figura 7. Peso unitario de los agregados	34
Figura 8. Tipos de concreto	37
Figura 9. Tipos de cemento portland.....	38
Figura 10. Ciudad de Conchán	46
Figura 11. Ciudad de Chota.....	46
Figura 12. Ubicación de las fuentes de materias primas	47
Figura 13. Lugar de recolección de residuos de cerámica y porcelanato, Chota	47
Figura 14. Cantera de agregado grueso Chuyabamba, Chota.....	48
Figura 15. Cantera de agregado fino Conchán	48
Figura 16. Diseño de investigación: Experimental factorial	54
Figura 17. Método de investigación	55
Figura 18. Curva granulométrica del AG	72
Figura 19. Cantidad de material que pasa tamiz # 200, AG.....	73
Figura 20. Peso específico del AG	73
Figura 21. Absorción del AG	73
Figura 22. Abrasión del AG	74
Figura 23. Peso unitario suelto y compactado del AG	74
Figura 24. Curva granulométrica del AF.....	76
Figura 25. Módulo de fineza del AF.....	77
Figura 26. Peso específico del AF.....	77
Figura 27. Absorción del AF.....	77
Figura 28. Cantidad de agregado fino que pasa tamiz N° 200	78
Figura 29. Peso unitario suelto y compactado del AF.....	78

Figura 30. Granulometría de los residuos de cerámica	80
Figura 31. Módulo de fineza de los residuos de cerámica.....	81
Figura 32. Peso específico de los residuos de cerámica	81
Figura 33. Absorción de los residuos de cerámica	81
Figura 34. Cantidad de residuos de cerámica que pasa tamiz # 200	82
Figura 35. Peso unitario suelto y compactado de los residuos de cerámica.....	82
Figura 36. Curva granulométrica de residuos de porcelanato	84
Figura 37. Módulo de fineza de los residuos de porcelanato	85
Figura 38. Peso específico de los residuos de porcelanato.....	85
Figura 39. Absorción de los residuos de porcelanato.....	85
Figura 40. Cantidad de residuos de porcelanato que pasa tamiz # 200.....	86
Figura 41. Peso unitario suelto y compactado de los residuos de porcelanato.....	86
Figura 42. Materiales para 1 m ³ de concreto convencional con AF de la “Cantera Conchán” y AG de la “Cantera Chuyabamba”	91
Figura 43. Cantidad de materiales para 1 m ³ de concreto con 5% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato.....	91
Figura 44. Materiales para 1 m ³ de concreto con 10% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato	92
Figura 45. Cantidad de materiales para 1 m ³ de concreto con 15% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato.....	92
Figura 46. Cantidad de materiales para 1 m ³ de concreto con 25% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato.....	93
Figura 47. Proporciones de diseño de mezclas para la elaboración de concreto con sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato	93
Figura 48. Asentamiento de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	95
Figura 49. Temperatura de la mezcla del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	96
Figura 50. Contenido de aire de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	97
Figura 51. Peso unitario de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.....	97
Figura 52. Resistencia a la compresión, T1 - concreto con 0% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	99

Figura 53. Resistencia a la compresión, T2 - concreto con 5% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	100
Figura 54. Resistencia a la compresión, T3 - concreto con 10% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	101
Figura 55. Resistencia a la compresión, T4 - concreto con 15% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	102
Figura 56. Resistencia a la compresión, T5 - concreto con 25% de residuos de cerámicas y porcelanato.....	103
Figura 57. Resistencia a la compresión a los 7 días	106
Figura 58. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 14 días	107
Figura 59. Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 28 días	108
Figura 60. Resistencia a la compresión promedio según edad de las muestras.....	109
Figura 61. Resistencia a la compresión promedio de los especímenes según porcentaje de sustitución de residuos de cerámica y porcelanato a los 7, 14 y 28 días	109
Figura 62. Cantidad de materiales para 1 m ³ de concreto según porcentaje de sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato.....	112
Figura 63. Porcentaje óptimo de sustitución de residuos de cerámicas y porcelanato respecto al agregado fino en los especímenes de concreto para obtener resistencias máximas.....	118

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Módulo de finura	32
Ecuación 2. Absorción de los agregados	33
Ecuación 3. Contenido de humedad	33
Ecuación 4. Porcentaje de vacíos	34
Ecuación 5. Contenido de cemento	39
Ecuación 6. Resistencia a la compresión del concreto	41
Ecuación 7. Materiales para concreto con residuos de cerámica y porcelanato.....	50
Ecuación 8. Diseño experimental factorial.....	51
Ecuación 9. Media	52
Ecuación 10. Mediana	52
Ecuación 11. Varianza.....	52
Ecuación 12. Desviación estándar	52
Ecuación 13. Coeficiente de variación	52
Ecuación 14. Modelo matemático	53

RESUMEN

La investigación tuvo por objetivo “Evaluar el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato a fin de conocer si mejora las características físicas y mecánicas del concreto convencional”. El estudio experimental tuvo como muestra 45 especímenes cilíndricos elaborados con 0%, 5%, 10%, 15% y 25% de residuos de cerámica y porcelanato en remplazo del agregado fino, curados durante 7, 14 y 28 días. Se realizaron ensayos físico-mecánicos a las materias primas: agregado fino “Cantera Conchán”, agregado grueso “Cantera Chuyabamba”, y agregado fino procesado formado por la trituración de residuos de cerámica y porcelanato reciclados, determinando que a pesar que los agregados naturales no cumplen con la gradación de la NTP 400.037, son aceptables al pasar por el proceso de tamizado. Se hizo el diseño de mezclas ACI para un “concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, llegando a determinar la cuantía de materia prima para el concreto convencional, valores que, al plantear el remplazo de la arena por residuos de cerámica y porcelanato, fueron corregidos por humedad y absorción. El concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato, presenta una disminución en la trabajabilidad, lo que hace más difícil su disposición en obra para porcentajes de sustitución superiores al 15%, pero también ocasiona un incremento en la resistencia a compresión, la sustitución del agregado fino por 15% de residuos de cerámicas y porcelanato, incrementa la resistencia a la compresión en 15.86% respecto del concreto patrón (208.8 kg/cm²). Se concluye que el concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato presenta mejores características técnicas que el concreto convencional.

Palabras clave: Arena, sustitución, diseño de mezclas, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The objective of the research was "To evaluate concrete made with the addition of ceramic and porcelain wastes in order to determine whether it improves the physical and mechanical characteristics of conventional concrete". The experimental study had as a sample 45 cylindrical specimens made with 0%, 5%, 10%, 15% and 25% of ceramic and porcelain waste in replacement of fine aggregate, cured for 7, 14 and 28 days. Physical-mechanical tests were carried out on the raw materials: fine aggregate "Conchán Quarry", coarse aggregate "Chuyabamba Quarry", and processed fine aggregate formed by crushing recycled ceramic and porcelain waste, determining that although the natural aggregates do not comply with the gradation of NTP 400.037, they are acceptable when passing through the sieving process. The ACI mix design was made for a "concrete $f'c=210$ kg/cm²", determining the amount of raw material for conventional concrete, values that, when considering the replacement of sand by ceramic and porcelain waste, were corrected for humidity and absorption. The concrete made with ceramic and porcelain residues presents a decrease in workability, which makes it more difficult to be used on site for replacement percentages higher than 15%, but also causes an increase in compressive strength. The replacement of fine aggregate with 15% of ceramic and porcelain residues increases the compressive strength by 15.86% with respect to the standard concrete (208.8 kg/cm²). It is concluded that the concrete made with ceramic and porcelain waste has better technical characteristics than conventional concrete.

Key words: Sand, substitution, mix design, compressive strength.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En los últimos años, el concreto ha sido una de las principales formas de reciclaje de diversos residuos que alguna vez fueron descartados al medio ambiente (Sampaio, Martinelli y Gomes, 2017). De Matos, et al. (2018, p. 623) asevera que lo que busca la industria de la construcción ecoeficiente con el uso de materiales de desecho es reducir el tonelaje de cemento Portland o agregados para la elaboración de concreto. “Los agregados representan del 70 al 75% de peso del concreto, resultando en un consumo anual nacional de 7.5 millones de toneladas” (Sampaio, Martinelli y Gomes, 2017, p. 530), así el uso de residuos para remplazar al menos una fracción de los áridos sin mayores efectos sobre las propiedades del concreto representa una mejora significativa en la sustentabilidad de la industria edificatoria.

El sector cerámico es responsable de una gran cantidad de residuos arcillo-puzolánicos (Li, et al., 2020; El-Abidi, Mijarsh y Abas, 2020). Tal como menciona España Exportación e Inversiones (ICEX, 2020), en 2018, Perú importó 245.7 millones de USD de productos cerámicos, de los que anualmente entre el 10 al 15% se convierten en residuos. Este material residual presenta alta actividad puzolánica, con gran potencial de uso como material cementante complementario (De Matos, et al., 2018, p. 508).

En la provincia de Chota, el desarrollo de la industria de la construcción ha ido en aumento, generando también un incremento en la acumulación de residuos cerámicos, provenientes de la demolición, construcción y remodelación de edificaciones. Muy a menudo, una gran cantidad de estos residuos van a parar

a botaderos, pero se pueden hacer esfuerzos en el uso de estos desechos en la manufactura de concreto (El-Abidi, Mijarsh y Abas, 2020, p. 1), considerando que la actividad puzolánica y la gran disponibilidad de residuos cerámicos han incrementado su uso como material cementoso complementario en otros países (De Matos, et al., 2020, p. 1).

Así mismo, en un análisis local, se observó que una cantidad estándar entre 1000 kg y 5000 kg de residuos de construcción y demolición (RCD) mensuales son desechados directamente en las afueras de la ciudad, principalmente en las riberas de ríos y a los extremos de trochas carrozables, dañando y alterando la composición del suelo, que, en los alrededores de la ciudad de Chota, generalmente es de uso agrícola, tal como asevera la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018).

Si bien en la ciudad de Chota, el concreto convencional que se utiliza en la construcción de edificaciones es elaborado con “agregado fino de la cantera Conchán” y agregado grueso de diversas chancadoras de piedra, entre la que destaca la “cantera Chuyabamba”, es pertinente un análisis que defina las características físico-mecánicas de un concreto mejorado con la adición de residuos de cerámica y porcelanato, debido a que por su alto contenido de sílice, generaría un aumento en la cohesión al acero y la mengua de la exudación, garantizando mayores resistencias que el concreto convencional, por lo que su uso beneficiaría técnica, económica, social y ambientalmente a la población chotana.

1.2. Formulación del problema

¿El concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato presentará mejores características físicas y mecánicas que el concreto convencional, para su uso en las edificaciones chotanas?

1.3. Justificación e importancia

Surgió como tema de estudio, debido a la sobreexplotación de cerros con vegetación y vida silvestre para ser utilizados como canteras de agregado fino, a la contaminación medioambiental expuesta por la eliminación de RCD, especialmente residuos de cerámica y porcelanato, y por la búsqueda de la reutilización de estos materiales residuales en el concreto; ha permitido conocer las características que presentan los agregados naturales (arena y piedra) utilizados en el distrito y provincia de Chota, así como también, conocer las particularidades del agregado reciclado (residuos de cerámica y porcelanato) con el fin de proponer una nueva mezcla que genere un concreto con menor uso de agregados pétreos y mejores o iguales características físicas y mecánicas que el concreto convencional, para su uso en las construcciones locales.

1.4. Delimitación de la investigación

La indagación se ha llevado a cabo en un lapso de 11 meses, en la ciudad de Chota, teniendo como muestra a los especímenes de concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato, agregado fino de la “cantera Conchán”, distrito de Conchán – provincia de Chota, y agregado grueso de la “cantera Chuyabamba”, distrito y provincia de Chota, para conocer sus principales propiedades en estado fresco y endurecido.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

“Evaluar el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato para conocer sus características físicas y mecánicas”.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar las cantidades de remplazo de arena por material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato reciclado, para obtener un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, aplicando el diseño de mezclas de concreto ACI.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato reciclado.
- Comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato y el concreto convencional, para conocer el mejor tipo de concreto desde el punto de vista técnico.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Mateus y Gelves (2020) en su tesis “Evaluación de resistencia en morteros de cemento con agregado RCD” tuvieron como objetivo valorar el comportamiento mecánico del mortero de cemento con diferentes porcentajes de agregado RCD, mediante la revisión de investigaciones y la comparación de dichas resultas con simulaciones del comportamiento mecánico del material en el software Ansys. Concluyeron que la proporción favorable máxima de remplazo de arena por árido RCD se encuentra entre el 25% y 30%.

Jasim, et al. (2019), en su artículo científico “Thermal Properties of Concrete by Replacement Sand with Porcelain Waste” tuvieron como objetivo determinar las propiedades térmicas del concreto mediante la sustitución de arena por residuos de porcelana. La arena fue remplazada por desechos de porcelana en porcentajes de 10, 20, 30, 40 y 50%. Midieron la resistencia, conductividad térmica, capacidad calorífica y difusión térmica de las muestras. Concluyeron que, a los 60 días el concreto aumenta su capacidad calorífica y resistencia al 50% de reposición, demostrando así un gran potencial en la industria de la construcción.

Viera y Chicaiza (2018) en su artículo científico “Uso de residuos cerámicos como sustituto del cemento para fabricación de morteros” estudiaron los retales cerámicos pulverizados conseguidos en una manufactura de Quito, como factor sucedáneo del cemento al 3, 5, 7, 10 y 15%, para la fabricación de morteros. Realizaron ensayos mecánicos que demostraron que la firmeza es análoga hasta proporciones del 10% de cerámica molida.

Sampaio, Martinelli & Gomes (2017), en su investigación “Formulation and characterization of structural lightweight concrete containing residues of porcelain tile polishing, tire rubber and limestone” tuvieron como objetivo investigar el aditamento de disímiles contenidos de residuos de pulido de gres porcelánico y piedra caliza en el concreto liviano (5, 10 y 15%), donde la arcilla expandida reemplazó a la grava. Para ello efectuaron pruebas de asentamiento, aguante a compresión, densidad, relación de vacíos y absorción. Concluyeron que, las mezclas que contienen de 10 a 15% de residuos combinados en reemplazo de los agregados, alcanzan la fuerza de 27 MPa a los 28 días con una consistencia de 9 a 12 cm, lo que indica una consistencia adecuada y una mayor fuerza.

Zito, Irassar y Rahhal (2016) en su artículo científico “Estudio sobre pastas y morteros de cemento Portland con reemplazo por loza sanitaria” analizaron la usanza de loza sanitaria como reemplazo del cemento portland al 8, 24 y 40% en peso. Analizaron la firmeza mecánica a flexión y compresión. Los resultados expusieron que como se aumenta la participación de reemplazo, a los 28 días, todas las composiciones muestran una tonificación física, química y mecánica en 10%.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Rojas (2019) en su pesquisa “Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019” midió el influjo de restos de cerámica como sustituto parcial del cemento, sobre la firmeza a compresión del concreto. Analizó 72 especímenes de concreto, determinando que la firmeza de los especímenes con 0, 5, 10, 15, 20 y 25 fueron 242.13, 227.04, 246.78, 241.17, 224.61 y 195.32 kg/cm², respectivamente. Por tanto, concluyó que la tenacidad a compresión del concreto se incrementa al sustituir 10% de cemento por restos de cerámica.

Villarroel (2017) en su tesis “Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017” tuvo como objetivo comprobar el efecto de la proporción de porcelanato molido sobre las cualidades del mortero de asentado. Utilizó cemento: arena en dosificaciones de 1:3 y 1:4 de las cuales sustituyó la arena por porcelanato molido al 0, 15, 30, 45, 60, 75 y 90% para cada dosificación con una relación A/C de 0.65. Realizó ensayos de absorción, densidad y compresión en las muestras cúbicas de 5x5x5 cm. Concluyó que para la dosificación 1 y 2 el porcentaje óptimo de sustitución fue el 75% y 60%, consiguiendo resistencias de 341 y 248 kg/cm², respectivamente.

Paredes (2019) en su investigación “Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido” tuvo como fin estudiar la firmeza a compresión del concreto “ $f'_c= 210$ kg/cm²” con aditamento de vidrio reciclado molido, como relevo parcial en peso del agregado fino al 15, 20 y 25%. Realizó pruebas de firmeza a compresión, concluyendo que con el 15% de aditamento de VRM como relevo en peso del AF alcanza mayor tenacidad a la compresión que el concreto convencional.

Mori (2019) en su tesis “La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales” tuvo como finalidad reutilizar residuos de construcciones, demoliciones y otros para la elaboración de concreto. Utilizó AF del río Cumbaza, agregado grueso del río Huallaga y agregados reciclados de la fábrica de concreto San Martín. Concluyó, que el concreto elaborado con agregados reciclados reduce su firmeza en 34.16% respecto al concreto tradicional.

2.1.3. Antecedentes regionales

Ruiz (2020) en su tesis “Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018” tuvo como objetivo examinar la firmeza a compresión y absorción del mortero en remplazo del AF por ladrillo, cerámica y teja de arcillas, reciclados, en porcentajes de 10 y 20%. Los resultados mostraron que la resistencia disminuye hasta en 10% respecto al mortero convencional, pero cumple con el valor mínimo de firmeza a compresión que indica la norma E.070.

Quiliche (2020) en su investigación “Resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando puzolana volcánica, Cajamarca 2019” tuvo por finalidad establecer la virada de la firmeza a compresión del “concreto $f'c=210$ kg/cm²”, utilizando agregados de la cantera del río Chonta con el remplazo de puzolana volcánica extraída del caserío Llagamarca. Analizó los peculios de los agregados, determinó las proporciones y ensayó los especímenes a compresión. Concluyó que al adicionar puzolana volcánica al 0, 4, 8, 12 y 15% al concreto este incrementa su resistencia alcanzando valores de 214.17, 215.04, 220.19, 234.66 y 252.68 kg/cm², respectivamente.

Amorós, Centurión y Hoyos (2017) en su artículo científico “Uso de material reciclado en la fabricación de concreto” tuvo como objetivo utilizar material reciclado (residuo de ladrillos) en remplazo del agregado grueso para la fabricación de concreto. Determinó que al utilizar aditivo plastificante (250 ml/bolsa de cemento), se consigue una mezclanza que a las 20 semanas adquiere firmeza a la compresión mayor en 10% en relación a los especímenes estándar.

2.2. Marco teórico

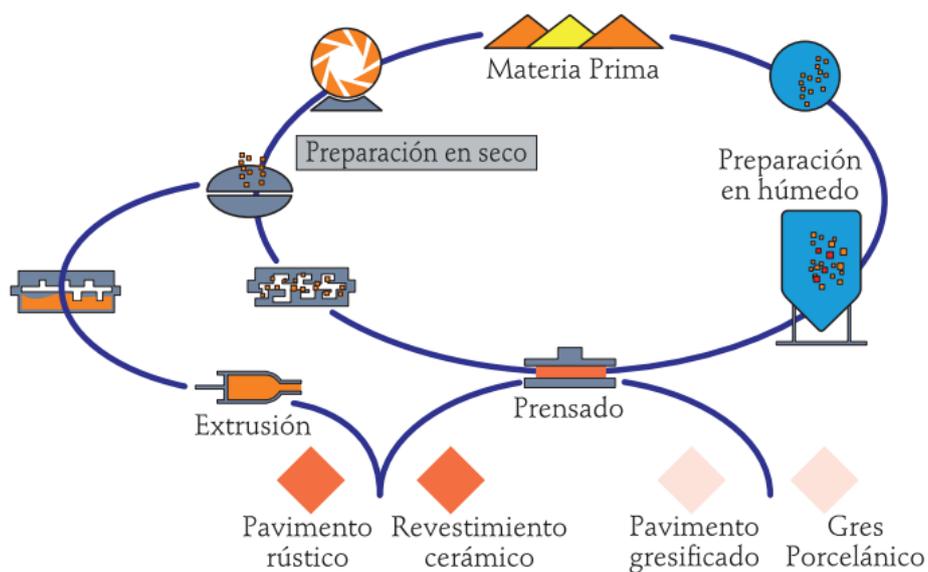
2.2.1. Baldosas cerámicas

La cerámica o baldosas cerámicas “Son placas de poco grosor, utilizadas para revestimiento de paredes y suelos, fabricadas a partir de composiciones de arcillas y otras materias inorgánicas que se moldean y cuecen a temperatura suficiente para que adquieran las propiedades requeridas de modo estable” (Restrepo, 2011, p. 23). Los componentes principales que se manipulan para la producción de baldosas cerámicas son: (Rojas, 2019, pp. 42-43)

- **Caolines o arcilla.** Roca sedimentaria, compuesta por partículas finas, cuya masa en contacto con el agua se vuelva plástica y ante el aumento de temperatura se endurece.
- **Cuarzo.** Este material forma la estructura de la mezcla, dándole mayor aguante a los cambios que se genera en etapas de secado y cocido.
- **Feldespatos o talcos.** Este compuesto origina cuantiosa fase líquida durante el tiempo de cocción blanca.

Figura 1.

Procesos de fabricación de cerámicas



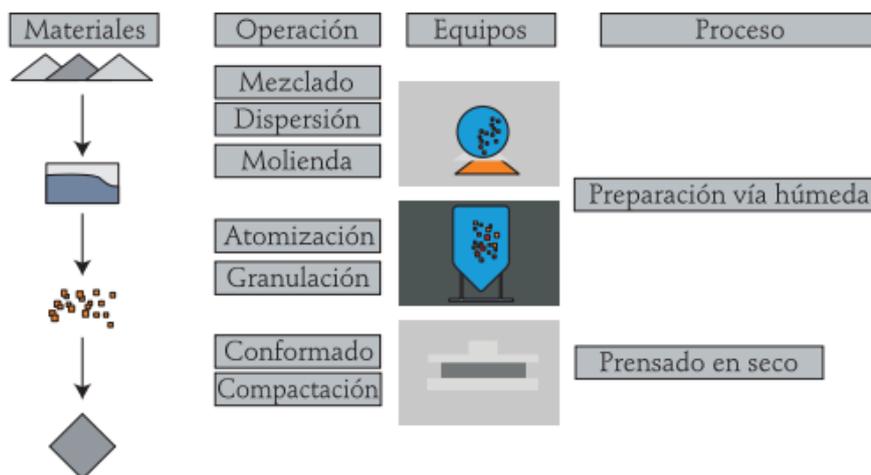
Nota: (Restrepo, 2011, p. 36).

El ciclo de producción de las baldosas cerámicas está dado por los siguientes pasos: (Cuellar, 2000, pp. 23-28)

- **Preparación del polvo.** Sucesión de sistematizaciones encaminadas a la producción de un material de estructura uniforme y distribución de dimensión de grano conveniente. Puede darse por: Molienda en seco y en húmedo.
- **Prensado.** El polvo atomizado con humedad de 4 a 7% es ceñido entre dos planos a presiones entre 350 a 500 kg/cm².
- **Secado.** Tiene como ocupación descartar el agua de la pieza comprimida y que fue lavado al instante de su modelo.
- **Cocción.** Posteriormente a la fase de cocción, los elementos cerámicos consiguen particularidades mecánicas apropiadas para su uso contemplado según su tipo.
- **Esmaltado.** Dependiendo del tipo de producto se coloca el vidriado, mismo que al igual que la pasta cerámica está compuesta de sílice y otros elementos que actúan como fundentes, opacificantes o colorantes.

Figura 2.

Proceso de conformado de materias primas



Nota: (Restrepo, 2011, p. 38).

Tipo de baldosas cerámicas: (Restrepo, 2011, pp. 26-31)

- **Azulejo.** Fabricadas por bicocción o monococción; se usan para revestimientos de paredes interiores.
- **Pavimento de gres.** Conocido como pavimento gesificado, se usa para suelos interiores, pero si alcanzan la resistencia a abrasión, también pueden usarse para revestimiento de fachadas y suelos exteriores.
- **Gres porcelánico.** Se utilizan para revestimientos de paredes interiores, suelos exteriores y fachadas.
- **Baldosín catalán.** Se esgrime para solado de terrazas, balcones y porches, con asiduidad en combinación con olambrillas, pequeñas piezas cuadradas de gres blanco con decoración azul.
- **Gres rústico.** Denominación para las baldosas cerámicas de absorción baja y extrudidas, generalmente no esmaltadas.
- **Barro cocido.** Denominación frecuentemente dada a gran complejidad de baldosas con rasgos muy disímiles, coetáneos solo en el aspecto rústica y en la alta absorción de agua.

Tabla 1.

Tipos de baldosas cerámicas

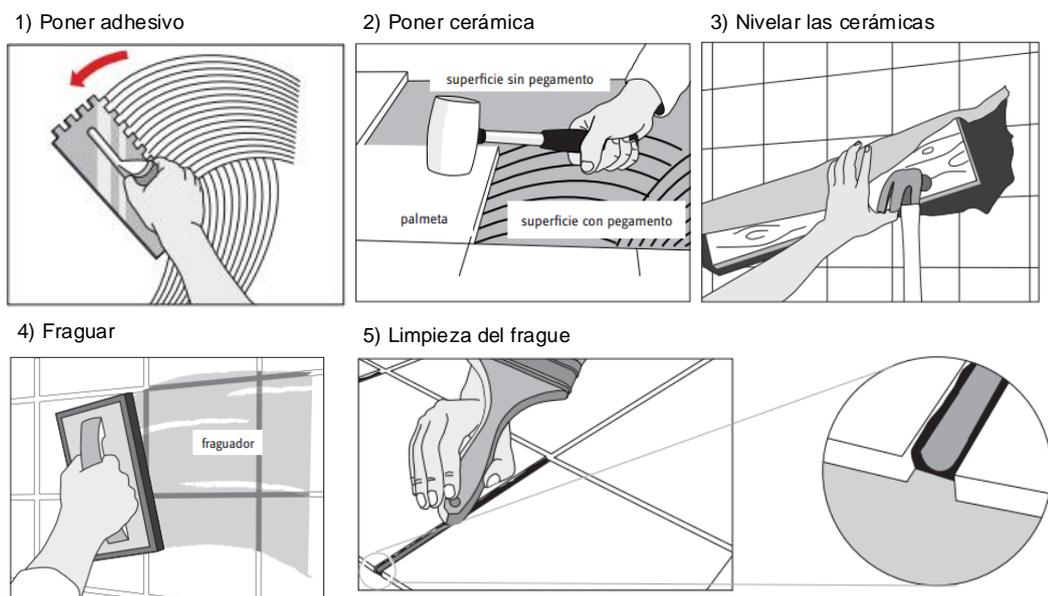
Tipos de baldosa	Tipo de moldeo	Textura superior	Esmalte	Medidas usuales (cm)	Grosor (mm)
1. Azulejo	Prensado	Poroso	Sí	10x10 a 45x60	<10
2. Pavimento de gres	Prensado	No poroso	Sí	10x10 a 60x60	>8
3. Gres porcelánico	Prensado	No poroso	No	15x15 a 60x60	>8
4. Baldosín Catalán	Extrudido	Liger. poroso	No	13x13 a 24x40	<8
5. Gres rústico	Extrudido	No poroso	No – Sí	11.5x11.5 a 37x37	>10
6. Barro cocido	Extrudido	Poroso	No	Gran variedad	>10

Nota: (Restrepo, 2011, p. 26)

La cerámica como material decorativo, es utilizado como recubrimiento de pisos y paredes, pero cuando estos cumplen su tiempo de uso, o quieren ser remodelados por el propietario de una edificación, se tiene que proceder al retiro de baldosas o pisos de cerámica. Generalmente la baldosa se levanta del piso, se flexiona hacia arriba y en cuantiosos momentos, se rompe, provocando un sonido notorio. (Yau, 2005, p. 1)

Figura 3.

Proceso de instalación de baldosas cerámicas

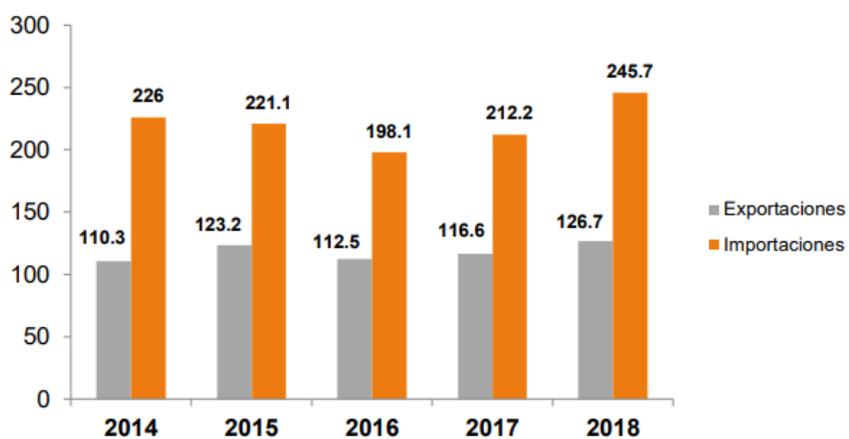


“Cumplido el tiempo de uso de la baldosa como revestimiento cerámico, puede ser manipulado como elemento de exploración para la preparación de concreto, debido a su beneficio como remplazo de cemento, agregado grueso o agregado fino” (Rojas, 2019), así mismo, Viera y Chicaiza (2018) concluyeron que el uso de la cerámica por medio de la molienda en polvo, puede sustituir parcialmente al cemento o agregado fino, influyendo positivamente sobre el aguanete a compresión, con una proporción de adición de polvo cerámico de hasta 10%, lo que muestra las posibilidades de uso de este material reciclado.

Figura 4.

Exportaciones e importaciones de productos cerámicos (2014-2018)

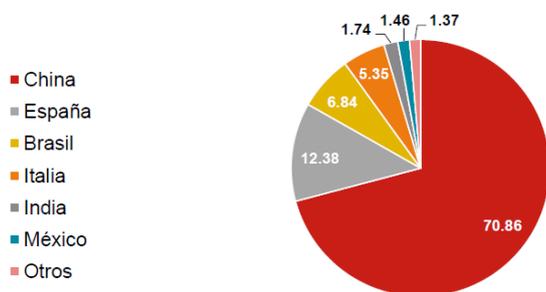
en millones de USD



Nota: (ICEX, 2020, p. 3)

Figura 5.

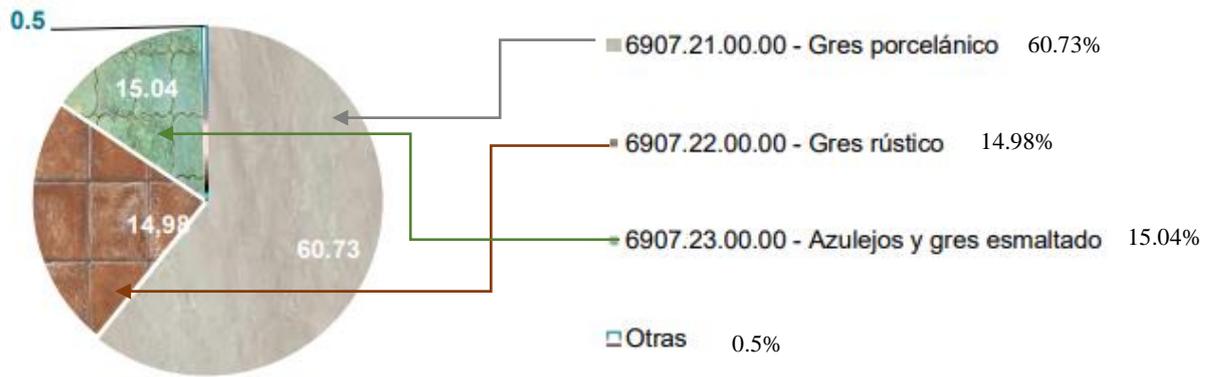
Principales países que exportaron cerámicos a Perú en 2019 (%)



Nota: (ICEX, 2020, p. 3)

Figura 6.

Principales placas y baldosas cerámicas que se exportan a Perú 2015 – 2019 (Cuotas de mercado en %)



Códigos de venta del producto: 6907.21.00.00, 6907.22.00.00, 6907.23.00.00

Nota: (ICEX, 2020, p. 5)

2.2.2. Características físico-mecánicas de los agregados

El material (agregado fino y grueso) que se manipule “en la preparación del concreto afecta la disposición con que consiga vaciarse, el lapso que demore en consolidar, la firmeza que alcance, y lo bien que consuma las funciones para las que fue dispuesto” (Giraldo, 2003); de allí la importancia de estudiar las particularidades físicas y mecánicas de los agregados.

Granulometría. Distribución por tamaño del agregado tamizado por mallas, el procedimiento granulométrico está en la NTP 400.012 (INACAL, 2018).

Tamaño máximo. Incumbe al mínimo tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado. (Torre, 2004)

Tamaño nominal máximo. “Concierne al mínimo tamiz en el cual se provoca el primer retenido” (Torre, 2004).

Módulo de finura. Se determina a partir del análisis granulométrico y la proporción acopiada retenida de masa en cada uno de los sucesivos tamices:

Ecuación 1. Módulo de finura

MF

$$= \frac{\text{Tamices } N^{\circ}100 + N^{\circ} 50 + N^{\circ} 30 + N^{\circ} 8 + N^{\circ} 4 + \frac{3}{8} \text{ pulg} + \frac{3}{4} \text{ pulg} + 1\frac{1}{2} \text{ pulg}}{100}$$

Peso específico. Es la razón de fraccionar el peso de un agregado entre el volumen del propio sin discurrir los vacíos. Está regulada por NTP 400.021 para agregado grueso (INACAL, 2020) y la NTP 400.022 para agregado fino (INACAL, 2018).

- Ligero, cuyo peso unitario se encuentra entre 1200 a 2000 kg/m³.
- Normal, cuyo peso unitario se encuentra entre 2000 a 2800 kg/m³.
- Pesado, cuyo peso unitario se encuentra mayor a 2800 kg/m³.

Absorción. Es la capacidad de los áridos de colmar con agua los vacíos al interior de las partículas. La forma de prueba está normalizada por la NTP 400.021 (INACAL, 2020) y NTP 400.022 (INACAL, 2018), para agregado grueso y fino, respectivamente.

Ecuación 2. Absorción de los agregados

$$\text{Absorción} = \frac{(P_{SSS} - \text{Peso seco})}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Donde:

- P_{SSS} = *Peso seco de la muestra saturado superficialmente seco.*
- *Peso seco = Peso de la muestra secada al horno.*

Contenido de humedad. “Cuantía de agua retenida en un instante fijo por las partículas del agregado. El modo de prueba esta reglado por la NTP 339.185” (INACAL, 2018).

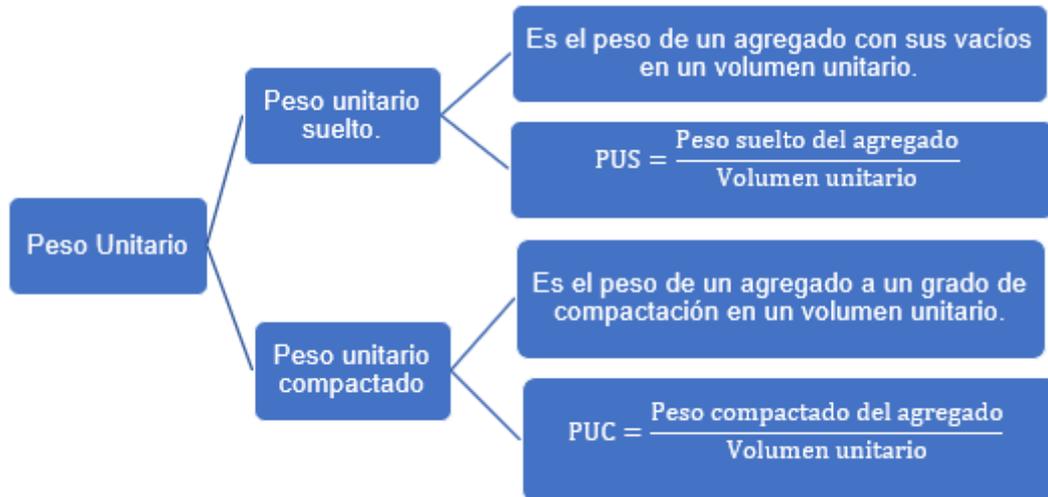
Ecuación 3. Contenido de humedad

$$\text{Humedad} = \frac{\text{Peso original de la muestra} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

Peso unitario. “Se precisa como el peso del agregado suelto y compactado de los agregados. El modo de prueba está reglado por la NTP 400.017” (INACAL, 2020)

Figura 7.

Peso unitario de los agregados



Nota: NTP 400.017 (INACAL, 2020)

Porcentaje de vacíos. “Es la medida de volumen indicado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valía es conexas como en el caso del peso unitario” (Torre, 2004).

Ecuación 4. Porcentaje de vacíos

$$\% \text{ vacios} = \frac{S \times W - P.U.C}{S \times W} \times 100$$

Donde:

- $S = \text{Peso específico de una masa}$
- $W = \text{Densidad del agua}$
- $P.U.C. = \text{Peso unitario compactado seco del agregado}$

Resistencia a la abrasión. Se efectúa en la máquina de los ángeles para comprobar la firmeza al desgaste del agregado, el modo de prueba esta normado por la NTP 400.019 (INACAL, 2020) para agregados gruesos de tamaños menores y la NTP 400.020 (INACAL, 2020) para agregados de tamaño grande.

Tabla 2.

Resistencia mecánica de los agregados

Tipo de resistencia mecánica	% Máximo
Abrasión (método de los ángeles)	50
Impacto	30

Nota: (Torre, 2004)

Sustancias dañinas. Se señala igualmente que las sustancias nocivas, no serán superiores a:

Tabla 3.

Sustancias dañinas

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Partículas deleznales	3%	5%
Material más fino que el tamiz N° 200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5%	0.5%

Nota: (Torre, 2004)

2.2.3. Características químicas de los agregados

“Son las que se manifiestan cuando el material reacciona ante la presencia de otras sustancias o materiales, y con ello se pueden producir transformaciones en su composición pudiendo llegar a crear un material diferente” (VISE, 2021)

pH. “Medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución. El pH se mide en una escala de 0 a 14, un valor más de 7 es alcalina y menor a 7 es ácida” (VISE, 2021).

Reactividad álcali del agregado. El MTC E 217 “describe un método químico para determinar la Reactividad Potencial de un agregado con los álcalis del concreto, es indicada como la reacción durante 24 h a 80°C de una solución 1N de Hidróxido de sodio” (MTC, 2016, p. 367). Esta reacción puede ser: (Culma y Rojas, 2018, p. 63)

- Reacción álcali-sílice
- Reacción álcali-carbonato
- Reacción álcali-silicato

Metales en los agregados. “Indicar un procedimiento para la determinación cuantitativa, en los agregados para concretos, de los compuestos de azufre que se encuentran en las formas tanto de sulfatos como sulfuros, atacables y no atacables por ácido clorhídrico” (MTC, 2016, p. 373)

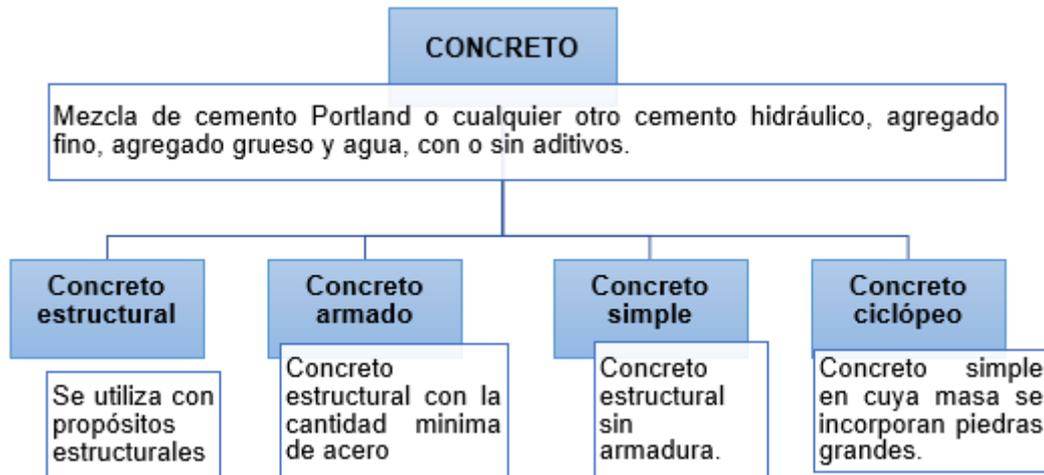
Difracción de rayos X. “Es un método de análisis instrumental que permite la identificación cuantitativa y cualitativa de la composición mineralógica. Para determinar la identidad de una especie mineral, la difracción de rayos es rápida, irreductibilidad y su carácter no destructivo” (Suárez y Vera, 2017, p. 35).

2.2.4. Concreto

“El concreto es el material de edificación de mayor usanza en la nación” (Rivva, 2011), en términos generales se precisa como la mezcla de un aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados o áridos), agua y fortuitamente aditivos, que al consolidarse constituyen un todo macizo que posteriormente de cierto lapso es idóneo para tolerar magnos esfuerzos a presión (Sanchez, 2001).

Figura 8.

Tipos de concreto



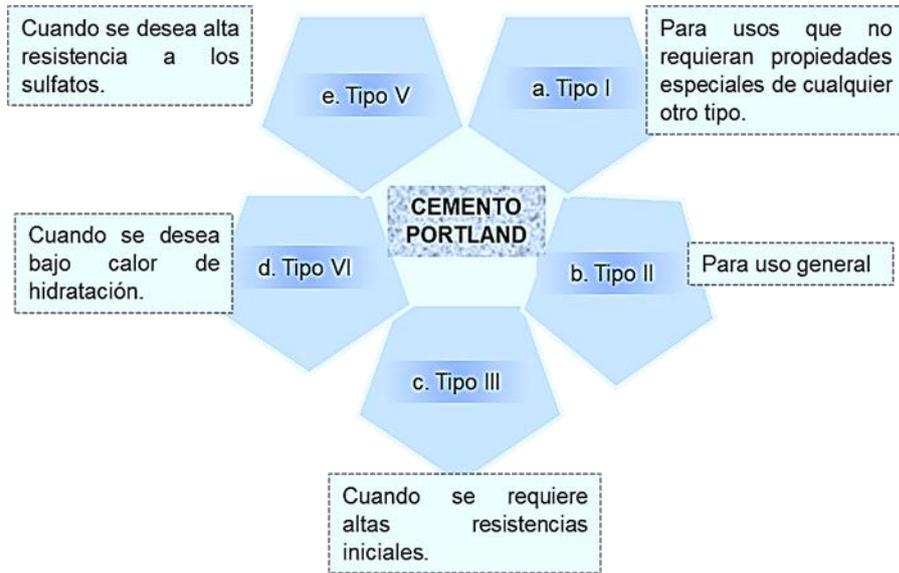
Nota: Norma E.060. (MVCS, 2020)

Componentes del concreto:

- **Agregado fino.** “Distinguido asimismo como árido fino, es un material pétreo de origen natural o artificial. En el concreto se utiliza arena como agregado fino, la forma y tamaño de las partículas influyen en las propiedades del mortero fresco y endurecido” (Rivva, 2011).
- **Agregado grueso.** “Materia prima para producir concreto. En consecuencia, se debe usar la mayor cantidad posible y del tamaño mayor, teniendo en cuenta los requisitos de colocación y resistencia” (Gutiérrez, 2003).
- **Cemento.** Material inorgánico que se logra a partir de piedra caliza, arenas silíceas, esquistos y mineral de hierro entre otros, las cuales son sometidas a un proceso industrial de molienda y cocción. (Hurtado, 2014)

Figura 9.

Tipos de cemento portland



Nota: (NTP 334.009, INACAL, 2020)

- **Agua.** Unidad fundamental en las composiciones de concreto, pues admite que el cemento despliegue su capacidad ligante. (INACAL, 2019)

Tabla 4.

Requisitos para agua de mezcla

Descripción	Límite permisible
Sólidos en suspensión	5000 ppm máximo
Materia orgánica	3 ppm máximo
Carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total expresada en NAHCO ₃)	1000 ppm máximo
Sulfatos (Ion SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (Ion Cl)	1000 ppm máximo
PH	entre 5.5 y 8.00

Nota: NTP 339.088 (INACAL, 2019)

2.2.5. *Diseño de mezclas de concreto por el método A.C.I.*

El método A.C.I. es un método de dosificación para el diseño de mezclas de concreto, se basa en medir los materiales (cemento, agua, grava y arena) en peso y volumen, y se diseña tanto para una mezcla en estado fresco como endurecido.

Los pasos para el diseño son: (Romero y Hernández, 2014, p. 35)

Los datos básicos para la dosificación son los siguientes: (Rivera, 2016, p. 170)

- Cemento: Densidad y masa unitaria.
- Agua: Densidad se consigue tomar 1.00 kg/dm³.
- Agregados: Gradación, finura o TMN, densidad aparente seca, absorción, porcentaje humedad y masas unitarias sueltas.
- Aditivos: Consistencia apropiada, grado de control de la obra, condiciones de exposición de la estructura.

Para lograr las proporciones de la composición del concreto se siguen los siguientes pasos según el orden que se indica: (Rivera, 2016, p. 170)

- Elección del asentamiento
- Chequeo del TMN
- Estimación del agua de mezcla
- Valor de la resistencia de dosificación
- Elección de la correlación Agua/Cemento
- Sistematización del contenido de cemento y aditivo

Ecuación 5. Contenido de cemento

$$C = \frac{a}{a/c}$$

- Sistematización de la cuantía de cada agregado
- Cálculo de proporciones iniciales
- Ajuste por humedad de los agregados

2.2.6. *Propiedades del concreto*

El concreto fresco es una mezcla semilíquida de cemento portland, arena (agregado fino), grava o piedra triturada (agregado grueso), agua y aditivos. Mediante un proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. (Giraldo, 2003)

Trabajabilidad. Es la cualidad o conjunto de cualidades que hacen al concreto más o menos fácil de ser colocado en la estructura. Es la propiedad de la mezcla de concreto que permite su transporte, colocación y terminación sin segregación, así mismo permite eliminar las burbujas de aire atrapado. (Pasquel, 1993)

Consistencia. Está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. La consistencia de la mezcla del concreto se define según la prueba slump (Abanto, 2009). El principal objetivo de la prueba de asentamiento o prueba de cono de Abrams, es el de medir la consistencia del concreto, para ello se tienen unos valores estimados al momento del diseño de mezclas de acuerdo al tipo de estructura.

Tabla 5.

Consistencia/asentamiento

Consistencia	Asentamiento (cm)	Trabajabilidad
Seca	0 – 2	Poco trabajable
Plástica	3 – 5	Trabajable
Blanda	6 – 9	Muy trabajable
Fluida	10 – 15	-----

Nota: (Torre, 2004)

Peso unitario. El peso de todos los componentes que intervienen en el concreto una vez mezclados facilita que puedan compararse tanto en fase fresca como endurecida. Se tienen concretos de tres particularidades: (INACAL, 2019)

- *Concreto liviano* = con peso unitario inferior a 1900 kg/m^3
- *Concreto normal* = con peso unitario entre 2200 y 2400 kg/m^3
- *Concreto pesado* = con peso unitario entre 2800 y 6000 kg/m^3

Contenido de aire del concreto. Es la determinación de la cuantía de aire al momento de su preparación, quedando excluida la cantidad de aire que puedan tener los agregados, esta prueba no es ajustable a concreto de agregados livianos, por el contrario, es para concretos comparativamente pesados y que demanden el factor de corrección del agregado. (INACAL, 2019)

Temperatura. “Este ensayo depende del calor liberado por la hidratación del cemento, las condiciones de mezclado, la temperatura ambiente y la contribución de calor específico de su propia masa” (ASTM C 1064, 2017).

Resistencia. El diseño del concreto como material estructural tiene cierta resistencia. “La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para juzgar su calidad” (Gutiérrez, 2003). El ensayo de resistencia a compresión del concreto consiste en emplear una carga de presión axial a las probetas cilíndricas a una rapidez normalizada, hasta que se produzca la abertura. La resistencia máxima de la probeta se establece por división entre la carga máxima alcanzada y la superficie de aplicación.

Ecuación 6. Resistencia a la compresión del concreto

$$\text{Resistencia máxima} = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Superficie de aplicación}}$$

2.3. Definición de términos

a. Cerámica

“Son placas de poco grosor, utilizadas para revestimiento de paredes y suelos, fabricadas a partir de composiciones de arcillas y otras materias inorgánicas que se moldean y cuecen a temperatura suficiente para que adquieran las propiedades requeridas de modo estable” (Restrepo, 2011, p. 23).

b. Concreto

“Mezcolanza de cemento portland, arena (agregado fino), grava o piedra triturada (agregado grueso), agua y aditivos, que al solidificarse alcanza la resistencia de diseño” (Giraldo, 2003).

c. Residuos de cerámica y porcelanato

Los materiales como cerámica y porcelanato muchas veces forman parte de los residuos de demoliciones de construcciones existentes que al no ser aprovechados terminan en un vertedero. Así mismo, los restos que llegan a vertedero contienen un 75% de escombros, en los cuales el 54% representa a ladrillos, azulejos y otros cerámicos. (Pacheco y Jalali, 2010)

d. Porcelanato o Gres porcelánico

Producto cerámico declarado en la norma ISO 13006/NBR13818 como descripción, se suele utilizar para revestimientos de paredes interiores, pisos exteriores y fachadas. (Restrepo, 2011)

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Ho: No hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños; por tanto, el concreto convencional presenta mejores características físicas y mecánicas que el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato, para su uso en las edificaciones Chotanas.

H1: Si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños; por tanto, el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato presenta mejores características físicas y mecánicas que el concreto convencional, para su uso en las edificaciones Chotanas.

3.2. Variables

3.2.1. *Variable independiente*

La variable independiente “Residuos de cerámica y porcelanato” tiene relación con las características del material utilizado como sustituto del agregado fino para la elaboración del concreto. Tiene por objeto definir las propiedades que servirán para el diseño de mezclas del nuevo concreto con material residual.

3.2.2. *Variable dependiente*

La variable dependiente “Concreto” representa el material semilíquido elaborado con cemento, agua, agregados y/o residuos de cerámica y porcelanato, que adquiere resistencia según el paso del tiempo (de 7 a 28 días). El análisis de la variable dependiente permite estudiar las características de los agregados (agregado fino y agregado grueso) utilizados para la elaboración del concreto en cantidades diseñadas según el A.C.I., para conocer las principales propiedades de las mezclas de concreto.

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 6.

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	índice
Variable independiente Residuos de cerámica y porcelanato	Propiedades físicas de los RCP	Granulometría	Curva granulométrica	%
		Contenido de humedad	Formato de ensayo	%
		Peso específico		Gr/cm3
		Absorción		%
		Peso unitario		Kg/m3
Propiedades del agregado fino		Granulometría	Curva granulométrica	%
		Contenido de humedad	Formato de ensayo	%
		Peso específico		Gr/cm3
		Absorción		%
		Peso unitario		Kg/m3
Variable dependiente concreto	Propiedades del agregado grueso	Granulometría	Curva granulométrica	%
		Contenido de humedad	Formato de ensayo	%
		Peso específico		Gr/cm3
		Absorción		%
		Peso unitario		Kg/m3
		Resistencia a la abrasión		%
Diseño de mezcla		Cemento	Hoja de diseño de mezclas	Kg
		Agua		Lts
		Agregado grueso		Kg
		Agregado fino		Kg
		RCP		%
Propiedades del concreto		Asentamiento	Formato de ensayo	cm
		Peso unitario		Kg
		Contenido de aire	Curva de resistencia	%
		Resistencia a la compresión		Kg/cm2

CAPÍTULO IV.

MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

La exploración se ha ubicado en el ámbito de la provincia de Chota. La ciudad de Chota situada en las coordenadas 759850.49 Este y 9274120.69 Norte, a una altura de 2,388 msnm, “cumple el papel de centro dinamizador económico, social y cultural; a su alrededor se encuentran los centros poblados: Cabracancha, Colpatuapampa, Chaupelanche, Iraca, Yuracyacu, Chuyabamba, entre otros; quienes se articulan con su centro a través de trochas carrozables y caminos de herradura” (MPCH, 2018).

En la ejecución se ha traído agregado fino de la cantera “Conchán” ubicada en la carretera Chota – Tacabamba en el distrito de Conchán, provincia de Chota; agregado grueso de la cantera “Chuyabamba”, ubicada en el centro poblado Chuyabamba, distrito y provincia de Chota; y residuos de cerámica y porcelanato recolectados en vertederos ubicados a las afueras de la ciudad de Chota. Tal como se especifica:

Tabla 7.

Ubicación de las fuentes de recolección de la materia prima

Fuente de recolección	Ubicación política			Coordenadas UTM	
	Centro poblado	Distrito	Provincia	Este	Sur
Cantera Chuyabamba	Chuyabamba	Chota	Chota	753248	9279152
Cantera Conchán	Conchán	Conchán	Chota	760519	9288129
Residuos de cerámica y porcelanato	Colpahuacariz	Chota	Chota	759934	9278052

Figura 10.

Ciudad de Conchán

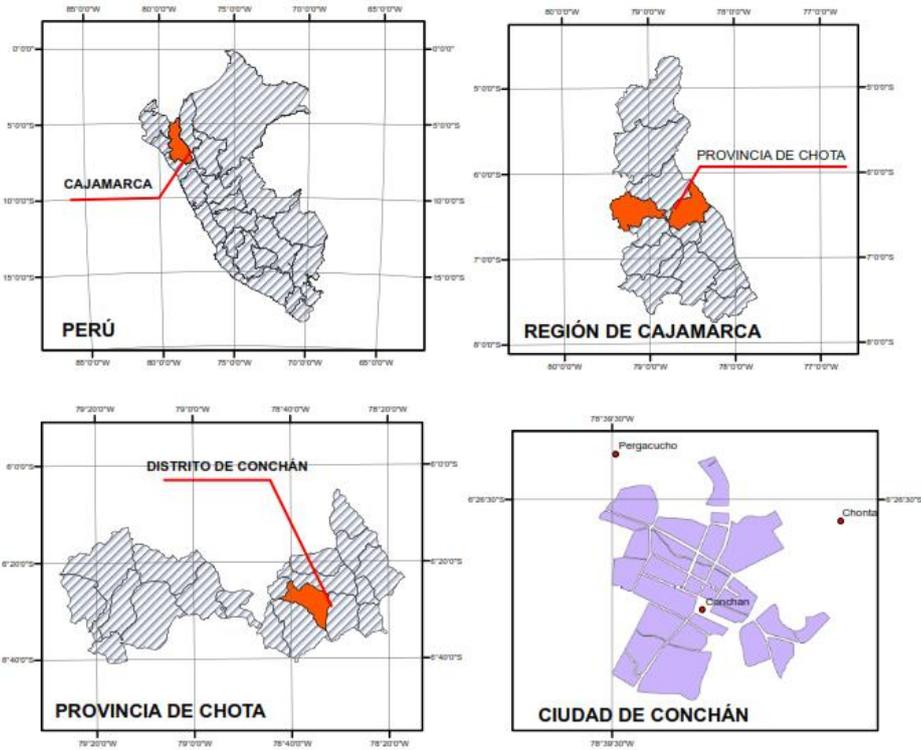


Figura 11.

Ciudad de Chota

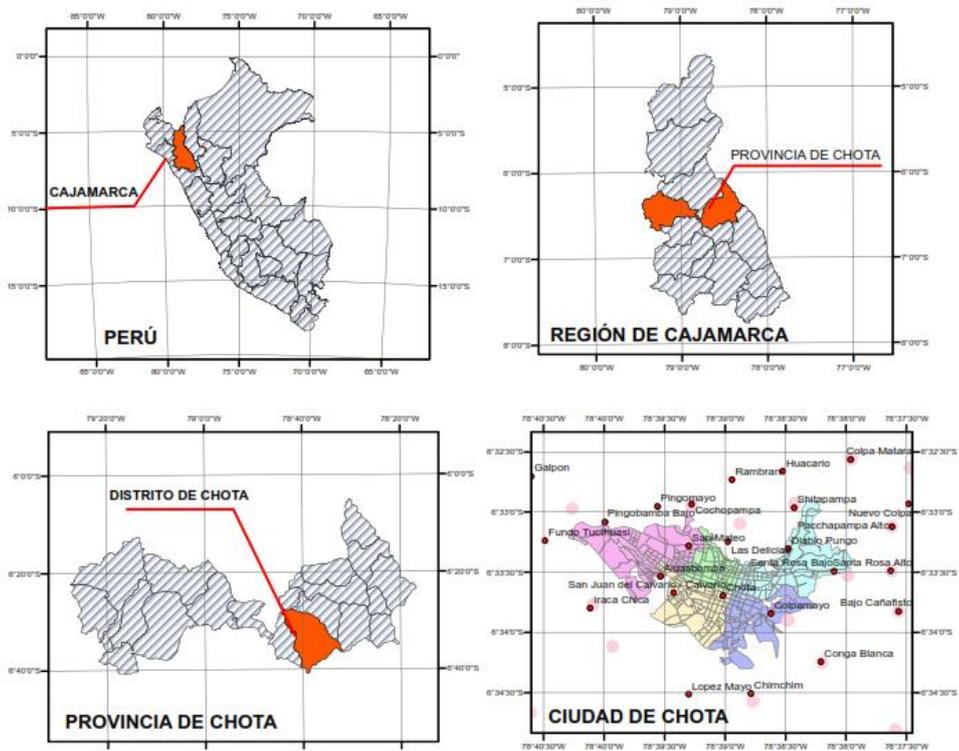


Figura 12.

Ubicación de las fuentes de materias primas

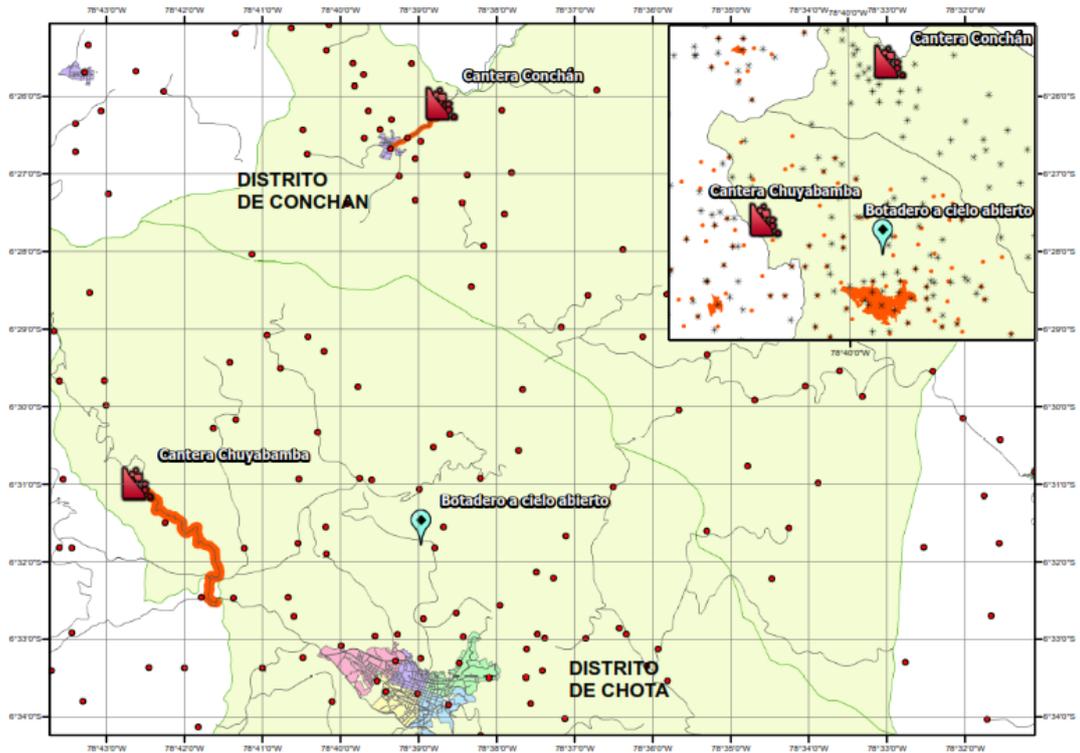


Figura 13.

Lugar de recolección de residuos de cerámica y porcelanato, Chota

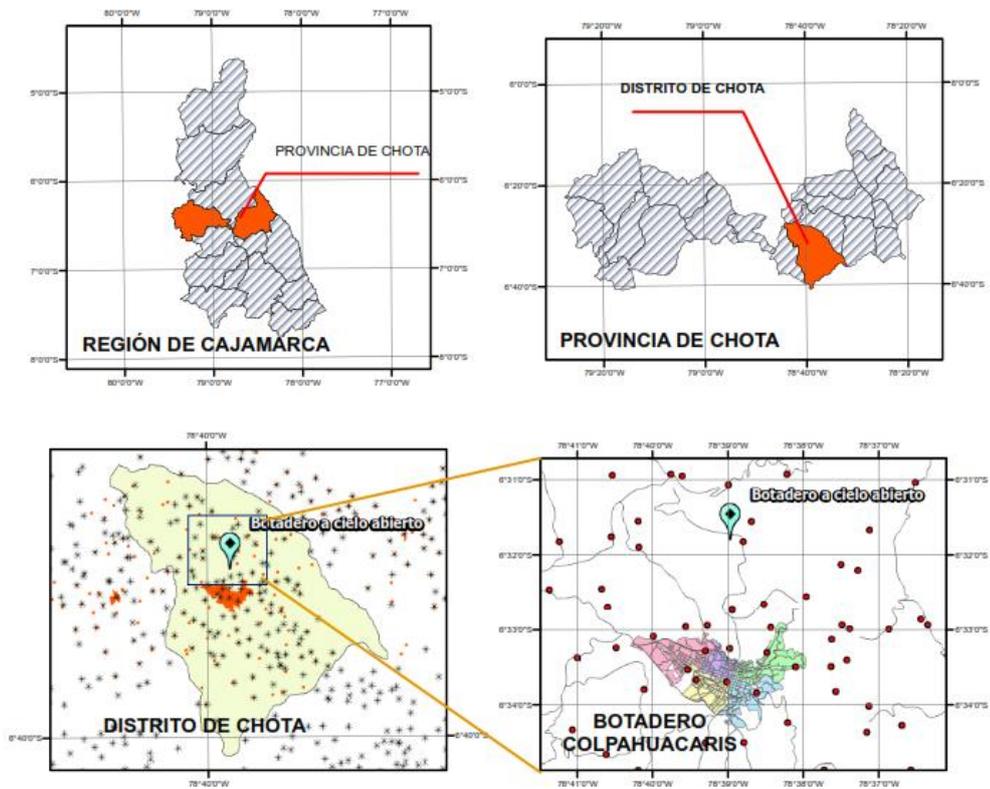


Figura 14.

Cantera de agregado grueso Chuyabamba, Chota

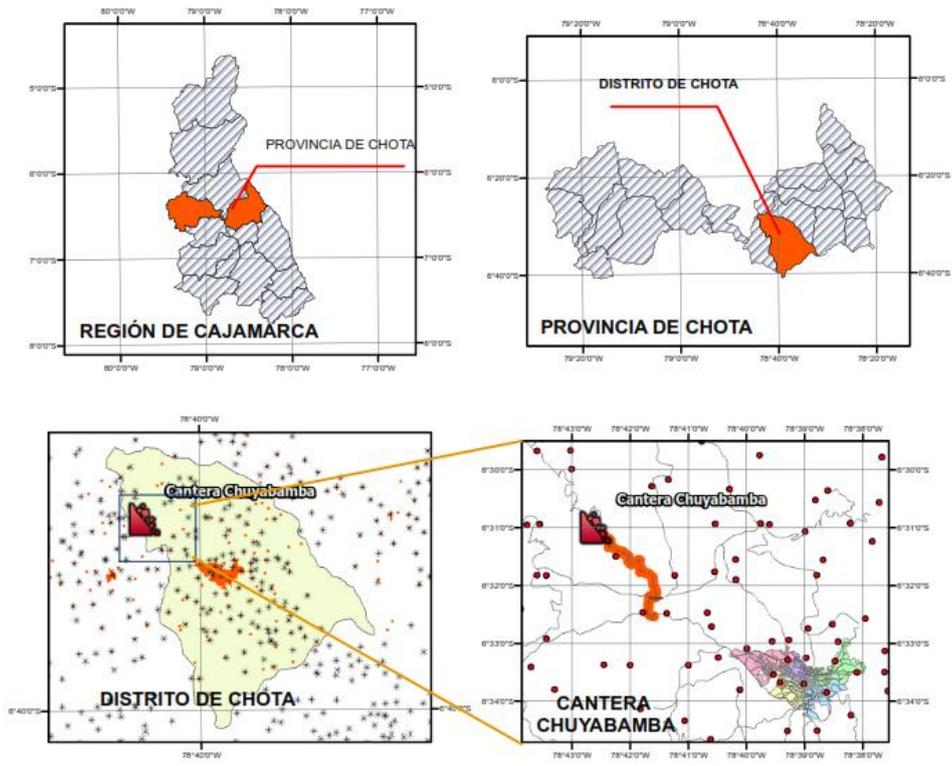
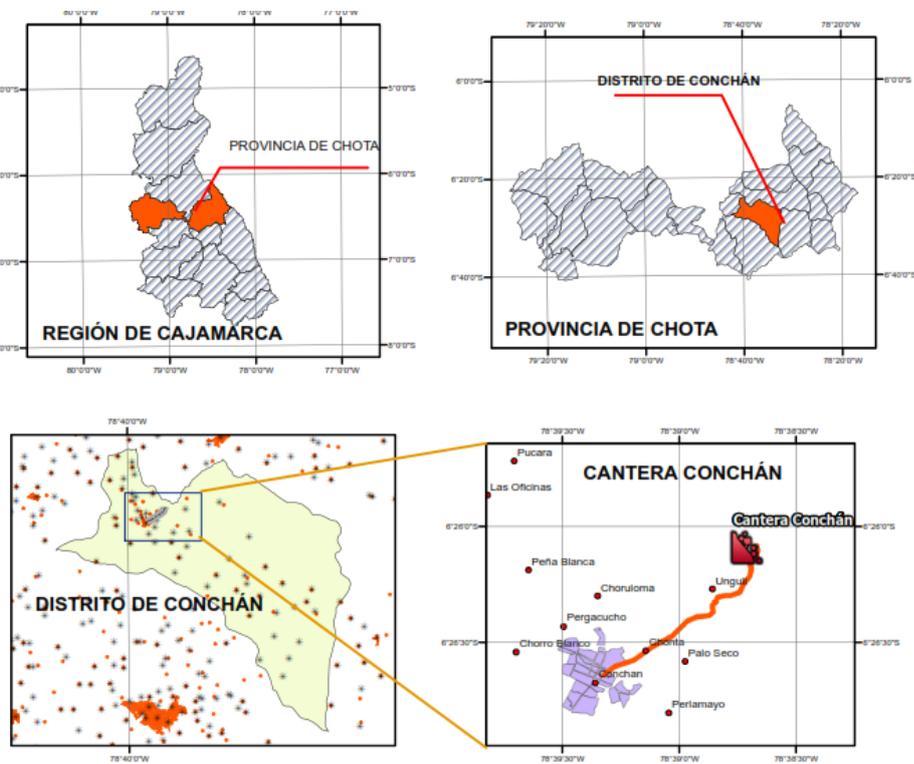


Figura 15.

Cantera de agregado fino Conchán



4.2. Unidad de análisis, población y muestra

4.2.1. Población

Probetas de concreto elaborado con cemento Pacasmayo Tipo I, agua potable, agregado grueso de la cantera Chuyabamba del distrito de Chota, y diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino de la cantera Conchán del distrito del mismo nombre, por residuos de cerámica y porcelanato provenientes del levantamiento del acabado en ambientes y demoliciones de edificaciones del distrito de Chota.

4.2.2. Muestra

La muestra no probabilística, determinada por conveniencia, tomando en cuenta la cantidad mínima de repeticiones de ellos ensayos (tres), estuvo conformada por los 45 especímenes cilíndricos de concreto elaborados con cemento Pacasmayo Tipo I, agua potable, agregado grueso de Chuyabamba del distrito de Chota, y diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino de Conchán, por residuos de cerámica y porcelanato provenientes del levantamiento del acabado en ambientes y demoliciones de edificaciones del distrito de Chota, en cinco tratamientos incluyendo el testigo, de tres repeticiones cada uno y 15 unidades experimentales que han sido ensayados a compresión a los 7, 14 y 28 días.

Tabla 8.

Ensayos a las materias primas

Ensayos en las materias primas	Muestras		
	Agregado fino	Agregado grueso	Residuos de cerámicas y porcelanato
Granulometría	3.00	3.00	3.00
Material más fino que pasa Tamiz N° 200	1.00	1.00	1.00
Contenido de humedad	1.00	1.00	1.00
Peso específico y absorción	1.00	1.00	1.00
Peso unitario suelto y compactado	1.00	1.00	1.00
Resistencia al desgaste	0.00	1.00	0.00

Ecuación 7. Materiales para concreto con residuos de cerámica y porcelanato

$$\text{Concreto} = \text{cemento} + \text{Agua} + n \times \text{AF} + \text{AG} + m \times \text{RCP}$$

Donde:

- AF= agregado fino
- AG= agregado grueso
- RCP= residuos de cerámica y porcelanato
- n= porcentaje de adición de agregado fino
- m= participación de aditamento de restos de cerámica y porcelanato
- n + m= 100%

Tabla 9.

Tipos de tratamientos al concreto con sustitución de residuos de cerámica y porcelanato respecto al agregado fino

Porcentaje de sustitución de AF	Tratamientos (% de sustitución)				
	T1	T2	T3	T4	T5
Cerámica	0.00	2.50	5.00	7.50	12.50
Porcelanato	0.00	2.50	5.00	7.50	12.50

Nota: El porcentaje de sustitución para la elaboración de concreto ha sido dado respecto al peso del agregado fino.

Tabla 10.

Número de especímenes de concreto

Edad de ruptura	Tratamientos					Total
	T1	T2	T3	T4	T5	
7 días	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
14 días	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
28 días	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	15.00
Total	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	45.00

4.2.3. Unidad de análisis

Los especímenes cilíndricos de concreto elaborados con diferentes porcentajes de sustitución del agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato.

4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

La investigación es CUANTITATIVA de nivel experimental, debido a que se sigue un proceso ordenado para obtener datos cuantificables, tales como las características de las materias primas y del concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato, como sustituto del agregado fino. (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014)

4.3.2. Diseño de investigación

Fue de tipo EXPERIMENTAL FACTORIAL. La variable independiente “Residuos de cerámicas y porcelanato” interviene en diferentes porcentajes de sustitución respecto al agregado fino, dando un total de cinco tratamientos incluyendo la muestra de control, de los que se analiza tres especímenes por cada tratamiento, para definir la resistencia del concreto (variable dependiente) a los 7, 14 y 28 días (3 bloques).

Ecuación 8. Diseño experimental factorial

	VI	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Total
VD	<hr/>						
Y ₁							
Y ₂							
Y ₃							
Total							

Donde:

- VI= variable independiente, VD= variable dependiente.
- X= cinco tratamientos, definidos por los porcentajes de residuos de cerámicas y porcelanato en el concreto.
- Y= tres bloques, edad de ruptura de los especímenes (7, 14 y 28 días).

Para el estudio se ha aplicado el análisis estadístico descriptivo, y el análisis de varianza ANOVA definido por el diseño de bloques al azar.

Ecuación 9. Media

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n xi}{n}$$

Ecuación 10. Mediana

$$Me = L_{i-1} + \frac{\frac{n}{2} - F_{i-1}}{fi} \times a$$

Ecuación 11. Varianza

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Ecuación 12. Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{S^2}$$

Ecuación 13. Coeficiente de variación

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

Donde:

- xi = conjunto de datos o observaciones
- n = total de datos
- L_{i-1} = límite inferior del intervalo mediana
- a = amplitud del intervalo mediana
- F_{i-1} = frecuencia acumulada anterior al intervalo mediana
- fi = frecuencia absoluta del intervalo mediana

Se ha empleado el diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos (Incluyendo a la muestra de control), con tres repeticiones por tratamiento, y 9 unidades experimentales ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días.

Ecuación 14. Modelo matemático

$$Y_{ij} = \mu + T_j + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = valor obtenido en la U. E. del tratamiento i y repetición j
- μ = Promedio de todas las u. e.
- T_i = efecto del tratamiento i
- e_{ij} =
error experimental en la u. e. del tratamiento i y repetición j

Tabla 11.

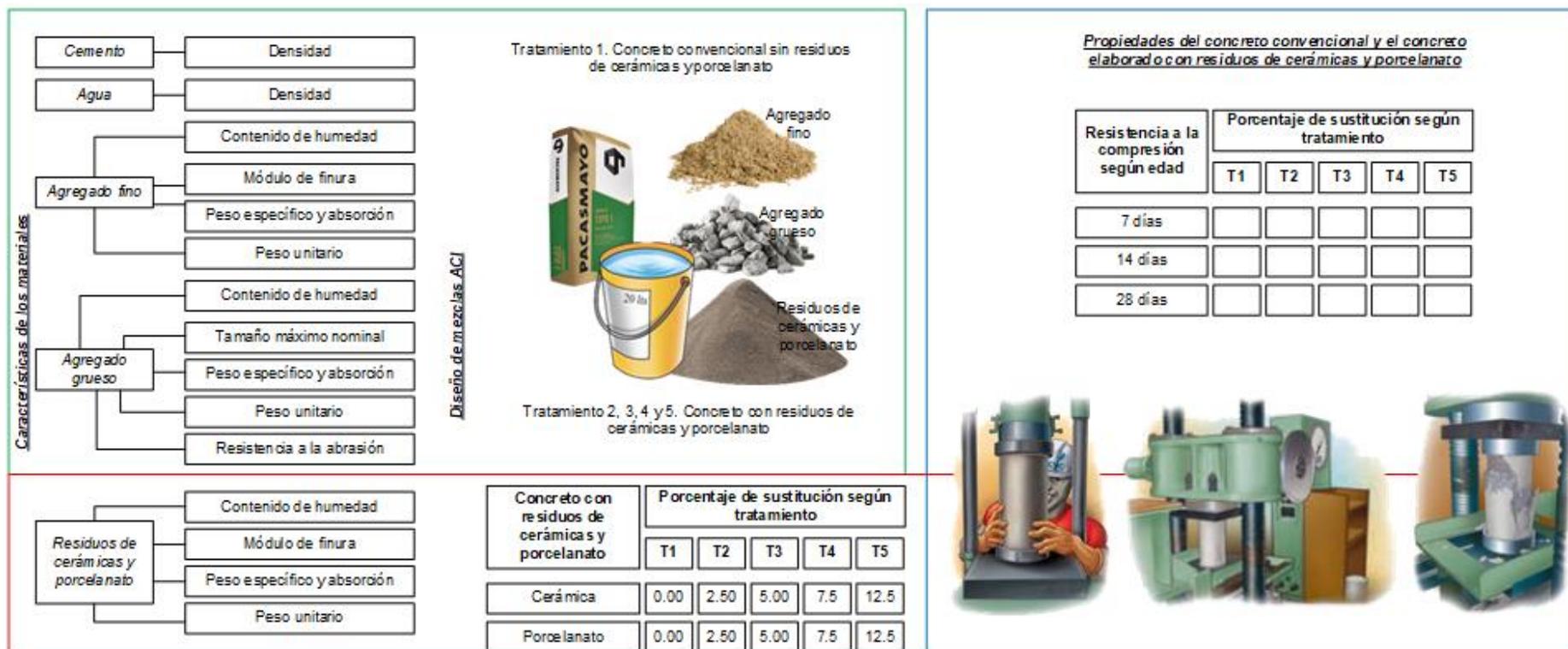
Análisis de varianza (ANOVA)

FV	GL	SC	CM	Fcal
Bloques	(r-1)	$\frac{\sum X^2 \cdot j}{t} - \frac{(\sum x)^2}{rt}$	$\frac{SCr}{r-1}$	$\frac{CMb}{CMe}$
Tratamientos	(t-1)	$\frac{\sum X^2 \cdot i}{r} - \frac{(\sum x)^2}{rt}$	$\frac{SCt}{t-1}$	$\frac{CMT}{CMe}$
Error	(r-1)(t-1)	Diferencia	$\frac{SCe}{(r-1)(t-1)}$	
Total	rt-1	$\sum X^2_{ij} - \frac{(\sum x)^2}{rt}$		

Nota: (Ordinola, 2014)

Figura 16.

Diseño de investigación: Experimental factorial

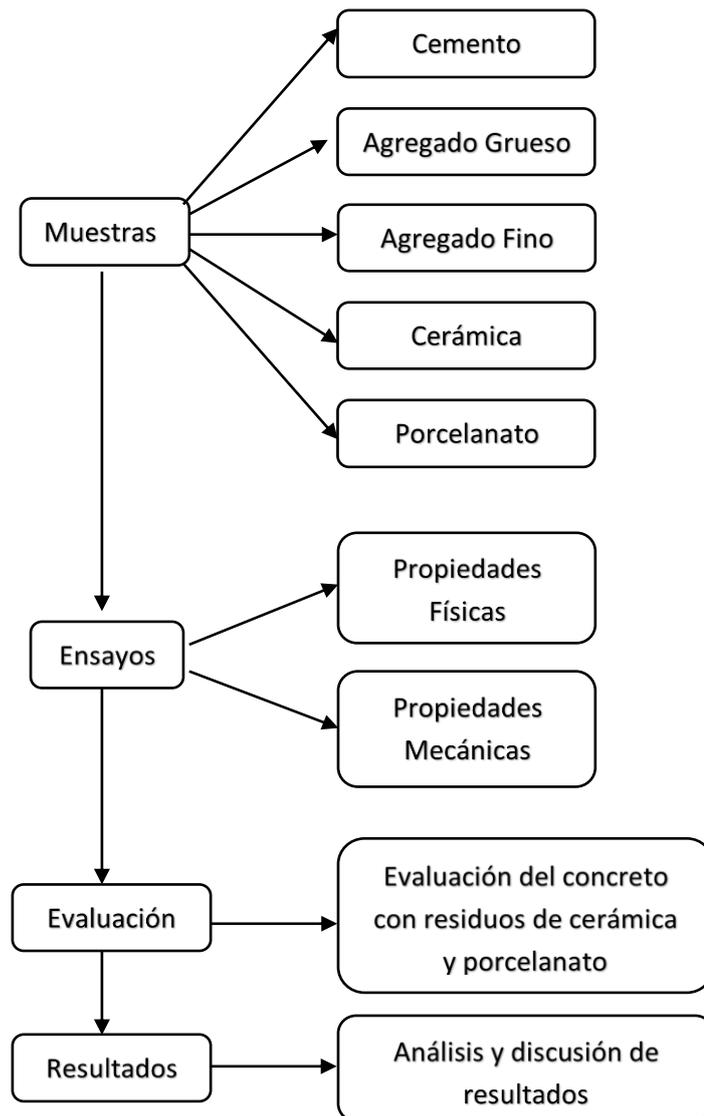


4.3.3. Método de investigación

Se ha aplicado el MÉTODO EXPERIMENTAL “En el método experimental, el investigador manipula una o más variables para determinar cómo esta manipulación afecta el resultado, mientras se mantiene constante las otras variables” (Behar, 2008)

Figura 17.

Método de investigación



4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos son:

- Observación estructurada. Técnica que valida los pasos realizados en la investigación por medio de la visualización directa.
- Ensayos de laboratorio de agregados. Se realizaron las pruebas a las materias primas en el laboratorio de mecánica de materiales de la EPIC, cada ensayo se realizó tres veces a fin de obtener resultados con mayor precisión.
- Experimentación. Representa el análisis del concreto con diferentes porcentajes de sustitución de arena por residuos de cerámicas y porcelanato, para conocer el efecto de este material sobre sus principales características.
- Comparación. Técnica para establecer un cotejo entre los resultados del concreto convencional y el concreto con residuos de cerámicas y porcelanato.

Los instrumentos de recolección de datos son:

- Fotografías. Instrumento que muestra los visualizado en cada uno de los procesos de la investigación en una imagen digital.
- Formatos de ensayos a agregados. En este instrumento se registra los resultados del análisis a las materias primas, tales como: contenido de humedad, granulometría, peso específico y absorción, peso unitario suelto y peso unitario compactado, resistencia a la abrasión.

NTP 400.017 Peso Unitario y los vacíos en los agregados

NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

NTP 400.021 Peso específico y absorción del agregado grueso

NTP 400.022 Densidad y absorción del agregado fino

NTP 339.185 Contenido de humedad de agregados

NTP 400.020 Resistencia al desgaste en agregados gruesos

NTP 400.018 Materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm

- Formatos de ensayos en concreto. Registra los resultados de la experimentación por medio de formatos de los ensayos a la mezcla de concreto en estado fresco y al concreto endurecido.

NTP 339.035 Asentamiento del concreto

NTP 339.034 Resistencia a la compresión del concreto

NTP 339.184 Temperatura de las mezclas de concreto

NTP 339.045 Densidad, rendimiento y contenido de aire del concreto

- Hoja de comparación de resultados. Instrumento que muestra el resumen de los resultados más relevantes de cada tipo de concreto analizado para definir cuál de estos presenta mejores características técnicas.

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

4.5.1. *Recolección y trituración de residuos de cerámica y porcelanato*

Equipos y materiales

- Residuos de cerámica y porcelanato
- Comba
- Recipientes
- Carretilla
- Máquina trituradora de piedra
- Tamiz 4.75 mm
- Brocha
- Agua

Procedimiento

- Se ubica la zona donde haya material cerámico y porcelanato residual.
- Se recolecta los residuos de cerámica y porcelanato en la carretilla.

- Se da una limpieza general a los cerámicos con la brocha y agua de ser necesario. Si se ha utilizado agua para la limpieza se deja secar.
- Se rompe los residuos de cerámica y porcelanato por separado en tamaños menores utilizando la comba.
- Estos residuos de cerámica y porcelanato por separado, son colocados en la máquina trituradora de piedra, para obtener un agregado de diámetro similar al agregado fino.
- Por último, los residuos de cerámica y porcelanato triturados son tamizados.

4.5.2. Contenido de humedad del agregado

Equipos y materiales (NTP 339.185, INACAL, 2018)

- Balanza
- Estufa
- Recipiente

Procedimiento

- Se determina el peso de la muestra húmeda (1.5 kg para AF y 6 kg para AG, como mínimo) antes de ser introducido en la estufa.
- Se lleva el recipiente con la muestra húmeda a una estufa durante 24 h a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
- Pasadas las 24 horas se pesa la muestra seca.

4.5.3. Análisis granulométrico de agregados

Equipos y materiales (NTP 400.012, INACAL, 2018)

- Balanza
- Tamices para agregado fino (AF): 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100.
- Tamices para agregado grueso (AG): 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N° 4.

- Agitador mecánico de tamices
- Estufa

Procedimiento para AF (NTP 400.012, INACAL, 2018)

- Se seca la muestra a temperatura constante de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se toma una muestra de 1000 gr a 300 gr como mínimo.
- Se separan los tamices para AF.
- Se vacía la muestra en el tamiz superior para colocarlo posteriormente en el agitador mecánico de tamices por un periodo suficiente.
- Se procede a pesar y registrar las cantidades de material retenido por tamiz.

Procedimiento para AG (NTP 400.012, INACAL, 2018)

- Se seca la muestra a temperatura constante $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se toma una muestra de 10 kg.
- Se separan los tamices para AG.
- Se prepara la muestra en partes proporcionales y que sumen la cantidad mínima requerida para el ensayo.
- Se vacía la muestra en el tamiz superior, para colocarlo posteriormente en el agitador mecánico de tamices por un periodo suficiente.
- Se procede a pesar y registrar las cantidades de material retenido por tamiz.

4.5.4. Porcentaje de material que pasa la malla N° 200

Equipos y/o instrumentos (NTP 400.018, INACAL, 2020)

- Tamices N° 16 y N° 200
- Recipientes
- Balanza
- Estufa

Procedimiento

- En el envase se coloca la muestra seca y pesada.
- Se le agrega una cantidad suficiente de agua para separar las partículas más finas que la malla N° 200.
- Se agita la muestra y se repite el procedimiento hasta observar que salga clara.

4.5.5. *Peso específico y absorción del agregado*

Equipos y/o instrumentos

- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Estufa
- Tamices
- Estufa
- Balanza
- Frasco volumétrico de 500 cm³
- Molde cónico, metálico, diámetro menor de 4 cm, diámetro mayor de 9 cm, y altura de 7.5 cm.
- Varilla de metal con extremo redondeado (25 mm de \varnothing y 340 gr de peso)

Procedimiento para agregado grueso (NTP 400.021, INACAL, 2020)

- Se selecciona aproximadamente 3 kg de agregado grueso por medio del cuarteo, rechazando material que pasa por el tamiz N° 4.
- Se lava por completo el material para eliminar impurezas superficiales.
- Se lleva la muestra a la estufa por 24 h a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se sumerge en agua durante 24 h., luego se saca la muestra y se seca para eliminar el agua.
- Se obtiene el peso de la muestra bajo condición de saturación y con superficie seca.

- Se coloca la muestra en la cesta de alambre sumergida en agua y se pesa.
- Se lleva a la estufa por 24 h a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Concluido el tiempo se retira la muestra de la estufa y se deja enfriar por tres horas para luego determinar su peso.

Procedimiento para agregado fino (NTP 400.022, INACAL, 2020)

- Se coloca en un recipiente 1000 gr de agregado fino obtenido por cuarteo, para después secarlo a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Se cubre la muestra con agua y se deja en reposo por 24 h. Luego se extiende la muestra, removiéndola para obtener un secado uniforme.
- Se coloca el agregado en el molde cónico golpeando aprox. a 5 cm de altura con la varilla de metal, 25 veces. Luego se levanta el molde verticalmente repitiendo el proceso hasta que no haya humedad libre.
- Se introduce en la fiola la muestra de 500 gr del material preparado.
- Se llena de agua hasta alcanzar la marca de 500 cm³, a una temperatura de 20 °C.
- Se agita suavemente la fiola hasta eliminar todas las burbujas de aire. Se saca el agregado del frasco, se seca a $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, se deja enfriar y se pesa.

4.5.6. *Peso suelto y compactado del agregado*

Equipos y materiales (NTP 400.017, INACAL, 2020)

- Balanza
- Varilla de apisonado
- Recipiente
- Cucharon

Procedimiento para peso unitario compactado

- Se selecciona el recipiente y una varilla de acero liso.

- Se llena 1/3 del recipiente con agregado, luego los 2/3 y por último los 3/3 del recipiente y se apisona con la varilla dando 25 golpes.
- Se enrasa el recipiente.
- Se pesa el recipiente más el agregado y se toma el volumen del recipiente.

Procedimiento para peso unitario suelto

- Se selecciona el recipiente.
- Se llena 1/3 del recipiente con agregado, luego los 2/3 y por último los 3/3 del recipiente, dejando caer el agregado desde una altura mayor e igual a 5 cm por encima del borde superior del recipiente.
- Para finalizar se determina el peso y volumen del recipiente.

4.5.7. Resistencia a la abrasión del agregado grueso

Equipos y/o instrumentos (NTP 400.019, INACAL, 2020)

- Máquina de los Ángeles
- Balanza
- Estufa
- Tamices
- Carga abrasiva

Procedimiento

- Se obtuvo 5000 g de muestra.
- Se separa de impurezas y se coloca en el horno para secarlo y luego tamizarla.
- Después se coloca la carga abrasiva de 12 esferas utilizando la máquina de los ángeles para 500 revoluciones.
- Finalmente, se descarga el material, se lava por el tamiz N° 12, el material retenido se seca a 110 °C por 24 h, y se pesa la muestra.

4.5.8. Elaboración de probetas de concreto

Equipos, materiales, y/o instrumentos

- Arena de la cantera Conchán, piedra chancada de la cantera Chuyabamba
- Residuos de cerámica y porcelanato
- Cemento Pacasmayo Tipo I
- Moldes cilíndricos de 152 mm de diámetro y 304 mm de altura (6" x 12")
- Varilla de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud.
- Mazo de goma
- Herramientas pequeñas: planchas, cucharones, guantes y tazones metálicos.
- Cono de Abrams (NTP 339.035, INACAL, 2015)
- Carretilla
- Olla Washington
- Balanza con una exactitud del 0.3% de la carga de prueba
- Mezcladora de concreto
- Derivado de petróleo

Procedimiento

- Se preparan los moldes a utilizar aplicándoles un derivado de petróleo en la cara interior y exterior para evitar que el concreto se adhiera al molde.
- Se pesan las cantidades de agregados y material de cerámica y porcelanato de acuerdo a lo determinado en el diseño de mezclas.
- Previo al inicio de la rotación de la mezcladora se introduce el agregado grueso con parte del agua de mezclado.
- Se detiene la mezcladora luego de algunos giros, y se introduce el cemento, el agregado fino y los residuos de cerámica y porcelanato.

- Se mezcla todos los materiales por aprox. tres minutos, seguido de tres minutos de reposo y luego dos minutos finales de mezclado.
- Se humedecen las varillas, cucharones y plancha de enrazado.
- Se realiza los ensayos Slump test, contenido de aire y temperatura.
- Luego se procede al llenado de probetas haciendo uso del cucharon y verificando que este siempre lleno totalmente, evitando segregación. El llenado se realiza en tres capas, de un tercio de la altura del molde, varillando cada capa con 25 golpes distribuidos uniformemente, después del llenado de cada capa se golpea la cara exterior por 15 veces con el martillo de goma.
- Se enrasa la superficie con la plancha evitando la manipulación excesiva y eliminando la depresiones o proyecciones.
- Para el almacenamiento inicial inmediatamente después del acabado se utiliza bolsas de plástico a fin de evitar la evaporación del agua del concreto en estado fresco.

4.5.9. *Desmoldado y curado de probetas*

Equipos y/o instrumento

- Tina o recipiente
- Agua
- Especímenes moldeados

Procedimiento

- El desmoldado de probetas se realiza $24 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$, después del vaciado evitando ser movidas bruscamente de su lugar de fraguado, luego se destornilla el molde se retiraron las probetas verticalmente.
- Luego se anotan los datos en la parte superior de la probeta como la fecha de elaboración y el porcentaje de adición.

- Las probetas se trasladan inmediatamente al lugar de curado, utilizando la tina proporcionada por el laboratorio de materiales. El agua que se utiliza es potable.
- El curado se realiza por un lapso de 7, 14, 21 y 28 días.

4.5.10. Peso unitario del concreto

Equipos y/o instrumento (NTP 339.046, INACAL, 2019)

- Moldes cilíndricos de 6” x 12”
- Balanza
- Varilla de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud.
- Placa de alisado, placa plana rectangular.
- Mazo de goma
- Cucharón

Procedimiento

- Se pesa el molde a utilizar y se determina su volumen.
- Se coloca el concreto en el molde en tres capas cada una hasta un tercio de su altura total, moviendo el cucharón para asegurar una distribución homogénea.
- Luego de apisonar cada capa con 25 golpes, se apisona cada capa con el mazo de goma 15 veces usando una fuerza adecuada, esto para eliminar burbujas.
- Finalizada la tercera capa se alisa el borde superior, cuidando que se encuentre nivelado y lleno totalmente.
- Alisado se limpian las paredes del recipiente y se determina su peso.

4.5.11. Contenido de aire del concreto

Equipos y/o instrumentos (NTP 339.046, INACAL, 2019)

- Medidores de aire: Medidor de aire tipo A, medidor de aire tipo B.
- Olla Washington
- Varilla de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud.

- Placa de alisado, placa plana rectangular
- Mazo de goma
- Embudo con la boquilla que encaje en el tubo de rociado
- Medidor para agua con capacidad necesaria para llenar el indicador con agua, desde la parte superior del concreto hasta su rebose.
- Cucharón

Procedimiento

- Se humedecen las paredes interiores y el fondo de la olla.
- Se coloca el concreto en el molde en tres capas cada una hasta un tercio de altura total, moviendo el cucharón para asegurar una distribución homogénea, se apisona cada capa con 25 golpes, para luego dar 15 golpes con el mazo de goma y enrasar o nivelar.
- Se humedece la parte inferior de la cubierta y se coloca sobre la olla ajustando las mordazas dos a la vez y en cruz.
- Se abre ambas llaves de purga.
- Se cierra la válvula principal de aire, entre la cámara y el tazón, se abren ambas llaves de purga a través de la cubierta.
- Inyecte agua a través de una de las llaves de purga hasta que salga por la otra.
- Se cierra la válvula de escape de aire y se bombea aire dentro de la cámara hasta que el manómetro este en la línea de presión inicial.
- Se espera unos segundos para que el aire comprimido llegue a una temperatura normal y se establezca la lectura de presión.
- Se abre la válvula principal entre la cámara de aire y el tazón.
- Se toma lectura del porcentaje de aire.

4.5.12. Determinación del asentamiento del concreto

Equipos y/o instrumentos (NTP 339.035, INACAL, 2019)

- Cono de Abrams de 20 cm x 10 cm con un espesor de 1.5 mm.
- Varilla de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud.
- Varilla de acero liso de 5/8” de diámetro y 60 cm de longitud para compactación.
- Wincha
- Herramientas pequeñas como badilejo, cucharón.

Procedimiento

- Se coloca el concreto en el cono en tres capas cada una hasta un tercio de su altura total, apisonando cada capa con 25 golpes de la varilla de acero liso, sin golpear fuertemente la base o que en las capas superiores penetre demasiado a la anterior.
- Luego, se retira el cono en un solo movimiento vertical hacia arriba, midiendo la diferencia entre la altura del cono y la altura de la mezcla, determinando así el asentamiento.

4.5.13. Determinación de la temperatura del concreto

Equipos y/o materiales (ASTM C 1064, 2017)

- Recipiente (bastante amplio)
- Módulo para control de temperatura con exactitud de ± 0.5 °C.

Procedimiento

- Se introduce el termómetro de tal manera que quede rodeado de por lo menos tres pulgadas en todas las direcciones.
- Se presiona levemente la superficie de concreto alrededor del termómetro.

- Se deja el termómetro por un lapso de 2 min, cuando la temperatura este estable, se anota el dato obtenido.

4.5.14. Resistencia a compresión del concreto

Equipos y/o instrumentos (NTP 339.184, INACAL, 2018)

- Máquina de compresión
- Wincha
- Balanza

Procedimiento

- Se realiza al poco tiempo de ser retiradas de la zona del curado húmedo, evitando además en lo posible de la pérdida de humedad hasta antes del ensayo.
- Se tuvo en cuenta las tolerancias de tiempo para 7 días (± 6 h o 3.6%) y para 28 días (± 20 h o 3.0%)
- Se limpian ambas caras de contacto de las probetas, se coloca la probeta en los bloques de rotura.
- Se configura la máquina mediante la introducción de dimensiones y edad de ensayo.
- Se aplica la carga continuamente y sin detenimiento. La rapidez de carga concierne a la sección transversal donde se utiliza la carga. Para diámetro de 150 mm y 100 mm un KN/s de 3.53 a 5.30 y 1.57 a 2.36, respectivamente.
- La máquina se detiene automáticamente al detectar la falla, registrándose así el dato obtenido.

4.5.15. Costos de elaboración del concreto

El costo calculado por metro cubico de concreto se realizó con los datos obtenidos de la compra de los agregados y cemento.

La bolsa de cemento tuvo un costo de 25 soles, el agregado grueso fue adquirido por lata, siendo 50 latas 1m^3 , con un costo de 70 soles. El agregado fino tuvo un costo de 70 soles por 1m^3 y el agua llego a costar 5.00 soles por 1m^3 .

Los residuos de cerámica y porcelanato fueron obtenidos de forma gratuita, esto al ser recolectados de los diversos botaderos y ríos de la ciudad donde fueron arrojados, pero se considera el costo de la mano de obra para el proceso de trituración, teniendo este un costo de 50 soles diario.

Además de ello se tiene en consideración las herramientas manuales y equipos utilizados para todo el proceso de elaboración de la mezcla.

Tabla 12.

Desagregado de costos para 1m^3 de concreto

Concreto F'c=210 Kg/cm ²						
Partida	Unidad	m3	N° Horas	8	Rendimiento	20.00 m3/día
Mano de obra						
Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio unitario	Parcial	Total (s/)
Peón	h-h	10.00	4	6.25	25.00	25.00
Materiales						
Descripción insumo	Costo para 0%	Costo para 5%	Costo para 10%	Costo para 15%	Costo para 25%	
Cemento	215.95	215.95	215.95	215.95	215.95	215.95
Piedra chancada	29.82	29.82	29.82	29.82	29.82	29.82
Arena	16.10	15.30	14.49	13.69	12.08	
Agua	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
R. Cerámica	0.00	3.68	6.97	9.88	14.53	
R. Porcelanato	0.00	4.17	7.89	11.18	16.44	
Costo total (s/)	262.90	269.94	276.15	281.54	289.84	
Equipos y herramientas						

Descripción insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio Unitario	Parcial	Total (s/)
Mezcladora	h-m	1	0.32	10	3.2	
Vibrador	h-m	0.5	0.16	10	1.6	5.55
Herramientas manuales	% mo	-	3%	25.00	0.75	

4.6. Matriz de consistencia metodología

Se muestra en el Anexo N° 1.

CAPÍTULO V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Características de las materias primas

a. Agregado grueso

El agregado grueso de la cantera “Chuyabamba”, presenta contenido de humedad promedio de 0.32%, su gradación no está dentro de los límites de la NTP 400.012 (INACAL, 2018), con porcentajes acumulados que pasan por debajo a los establecidos, no obstante, esto ha sido solventado mediante el tamizado del material, su TMN es $\frac{3}{4}$ ”, con cantidades de material que pasa tamiz # 200 de 0.75%, por tanto cumple con no superar el máximo establecido de 1.00%, su peso específico promedio asciende a 2.62 gr/cm³, su porcentaje de absorción es 0.64%, su peso unitario suelto es 1387.34 kg/m³, su peso unitario compactado es 1535.23 kg/m³, y su resistencia a la abrasión es 25.31%. En general, el agregado grueso de la cantera “Chuyabamba” cumple con los requisitos establecidos en la NTP 400.037 (INACAL, 2018), para su uso en la elaboración de concreto.

Tabla 13.

Características del agregado grueso

Propiedades (físicas-mecánicas-Químicas)	Agregado grueso de la “Cantera Chuyabamba”
Contenido de humedad	0.32%
Tamaño máximo nominal	3/4
Cantidad que pasa tamiz N° 200	0.75%
Peso específico (gr/cm ³)	2.62
Absorción	0.64%
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1387.34
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1535.23
Abrasión	25.31%
Potencial de hidrógeno	7.60
Cloruros (ppm)	48.70
Sulfatos (ppm)	53.20
Sales solubles (ppm)	3120.00

Tabla 14.

Granulometría de las muestras de agregado grueso

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
1 1/2"	37.5	100	100	100.00	100.00	100.00
1"	25	100	100	100.00	100.00	100.00
3/4"	19	90	100	65.73	59.58	63.89
1/2"	12.5	45	90	30.74	25.76	28.88
3/8"	9.5	20	55	18.40	15.28	16.83
# 4	4.75	0	10	1.36	1.81	1.59

Figura 18.

Curva granulométrica del AG

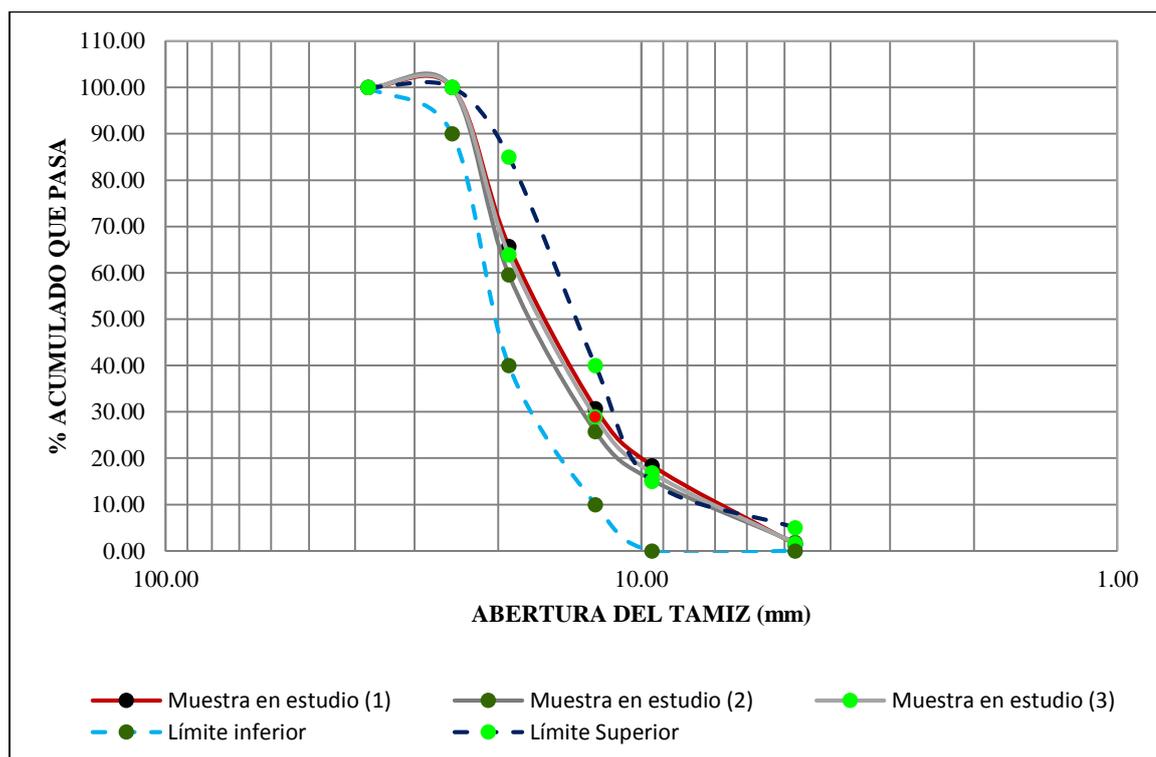


Figura 19.

Cantidad de material que pasa tamiz # 200, AG

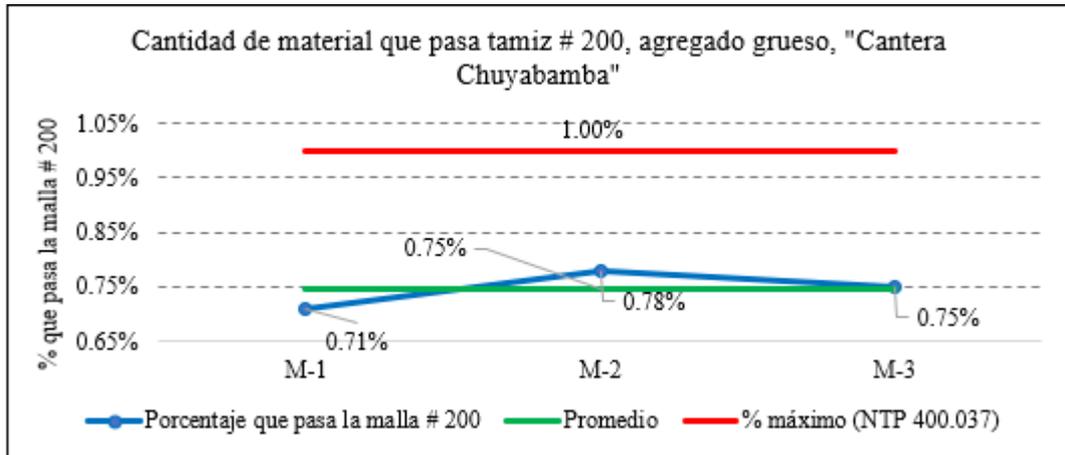


Figura 20.

Peso específico del AG

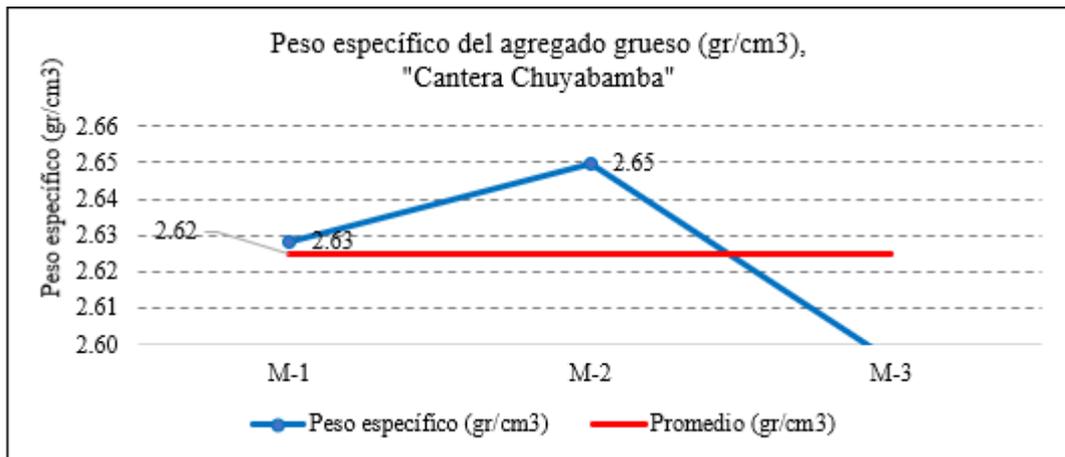


Figura 21.

Absorción del AG

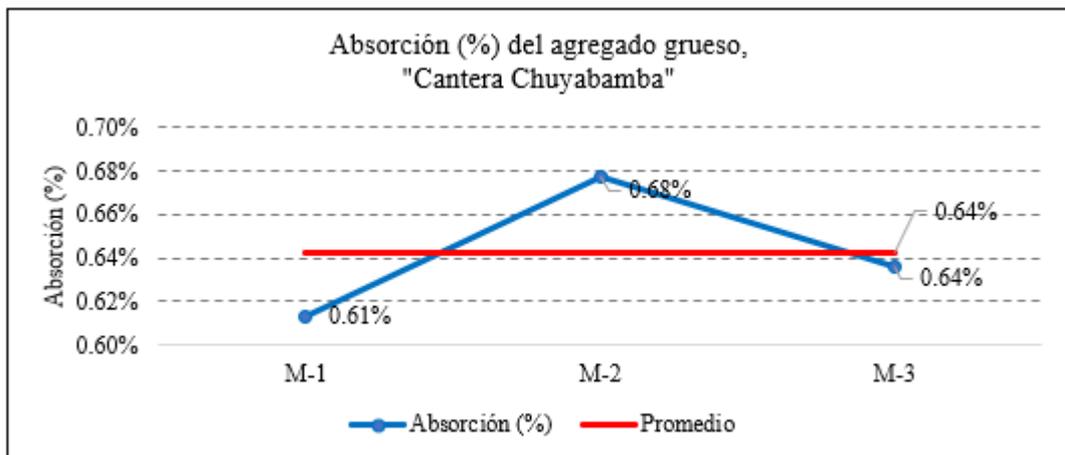


Figura 22.

Abrasión del AG

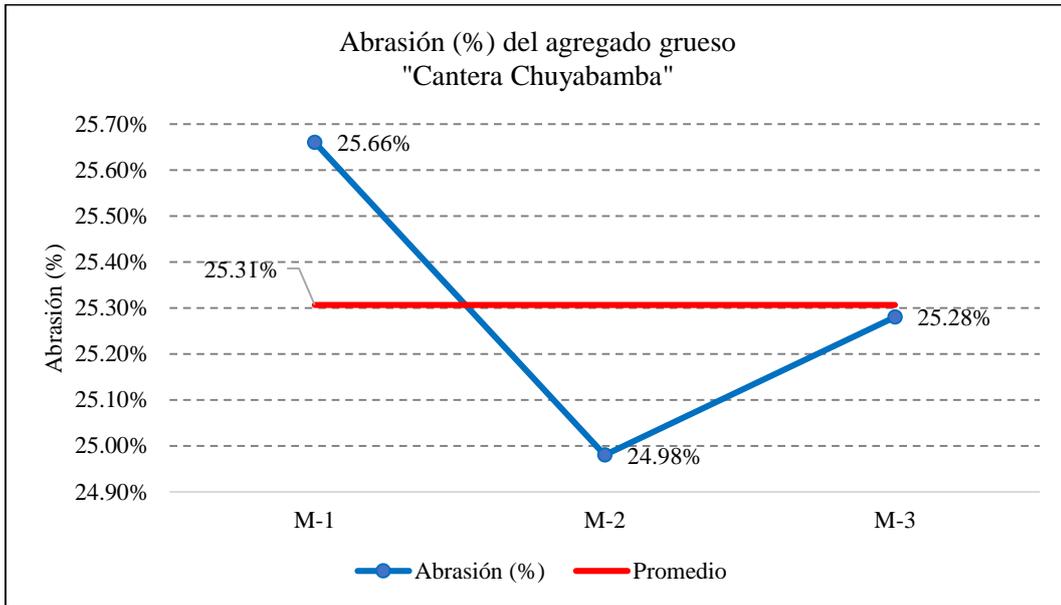
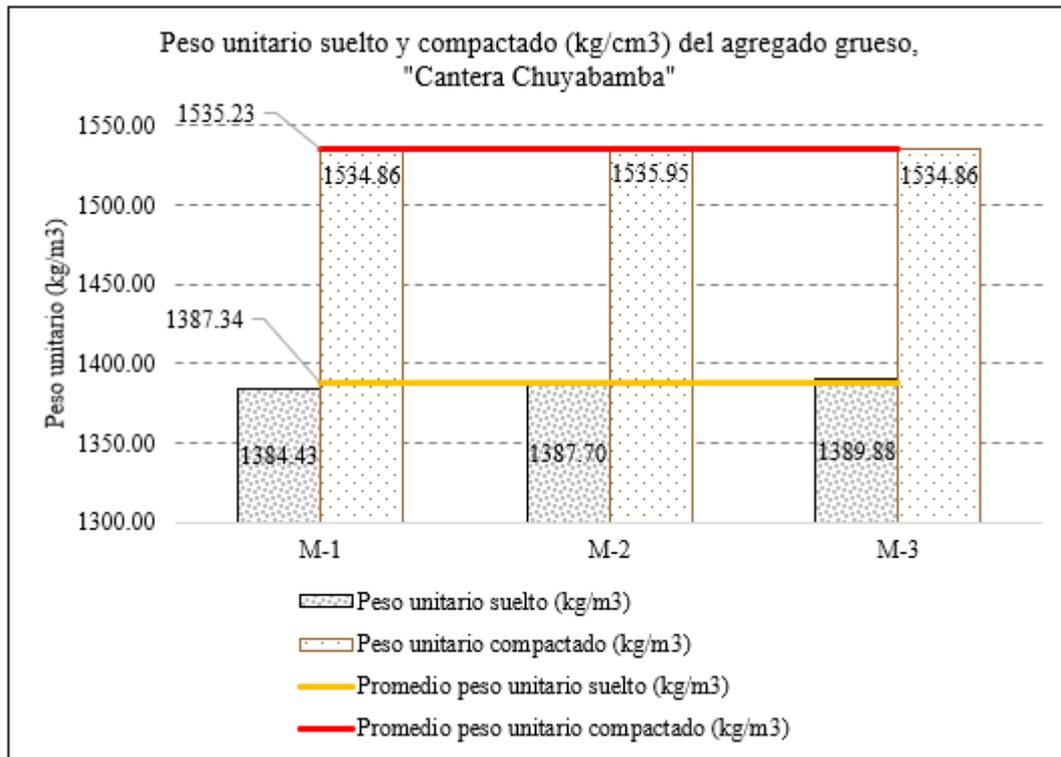


Figura 23.

Peso unitario suelto y compactado del AG



b. Agregado fino

El agregado fino de la cantera “Conchán”, presenta contenido de humedad promedio de 1.07%, su gradación no se encuentra dentro los límites de la NTP 400.012 (INACAL, 2018), con porcentajes acumulados que pasan superiores a los establecidos, no obstante, esto ha sido solventado mediante el tamizado del material, su módulo de fineza es 2.28, valor menor en 0.02 respecto al mínimo valor establecido en la NTP 400.037 (INACAL, 2018), con cantidades de material que pasa tamiz # 200 de 6.74%, por tanto supera el máximo establecido de 3.00% y 5.00% para concreto sujetos a abrasión y otros concretos, respectivamente, su peso específico promedio asciende a 2.58 gr/cm³, su porcentaje de absorción es 1.05%, su peso unitario suelto y compactado es 1420.55 kg/m³ y 1580.98 kg/m³, respectivamente. Si bien el agregado fino tiene ciertos parámetros como gradación, módulo de fineza y cantidad de material que pasa tamiz # 200, que no cumplen con la NTP 400.037 (INACAL, 2018), la misma norma establece que su uso se condiciona a los ensayos en el concreto, es decir si el concreto cumple con los parámetros de diseño, este agregado puede ser utilizado a pesar de sus limitaciones.

Tabla 15.

Características del agregado fino

Propiedades (físicas-mecánicas-Químicas)	Agregado fino de la “Cantera Conchán”
Contenido de humedad	1.07%
Módulo de finura	2.28
Cantidad que pasa tamiz N° 200	6.74%
Peso específico (gr/cm ³)	2.58
Absorción	1.05%
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1420.55
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1580.98
Potencial de hidrógeno	7.80
Cloruros (ppm)	49.90
Sulfatos (ppm)	53.50
Sales solubles (ppm)	3210.00

Tabla 16.

Granulometría de las muestras de agregado fino

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
3/8"	9.5	100	100	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75	95	100	96.65	97.05	96.85
# 8	2.36	80	100	91.12	92.80	91.96
# 16	1.18	50	85	85.06	86.09	85.58
# 30	0.0006	25	60	74.57	68.67	71.62
# 50	0.0003	5	30	23.23	21.19	22.21
# 100	0.00015	0	10	4.35	4.10	4.23

Figura 24.

Curva granulométrica del AF

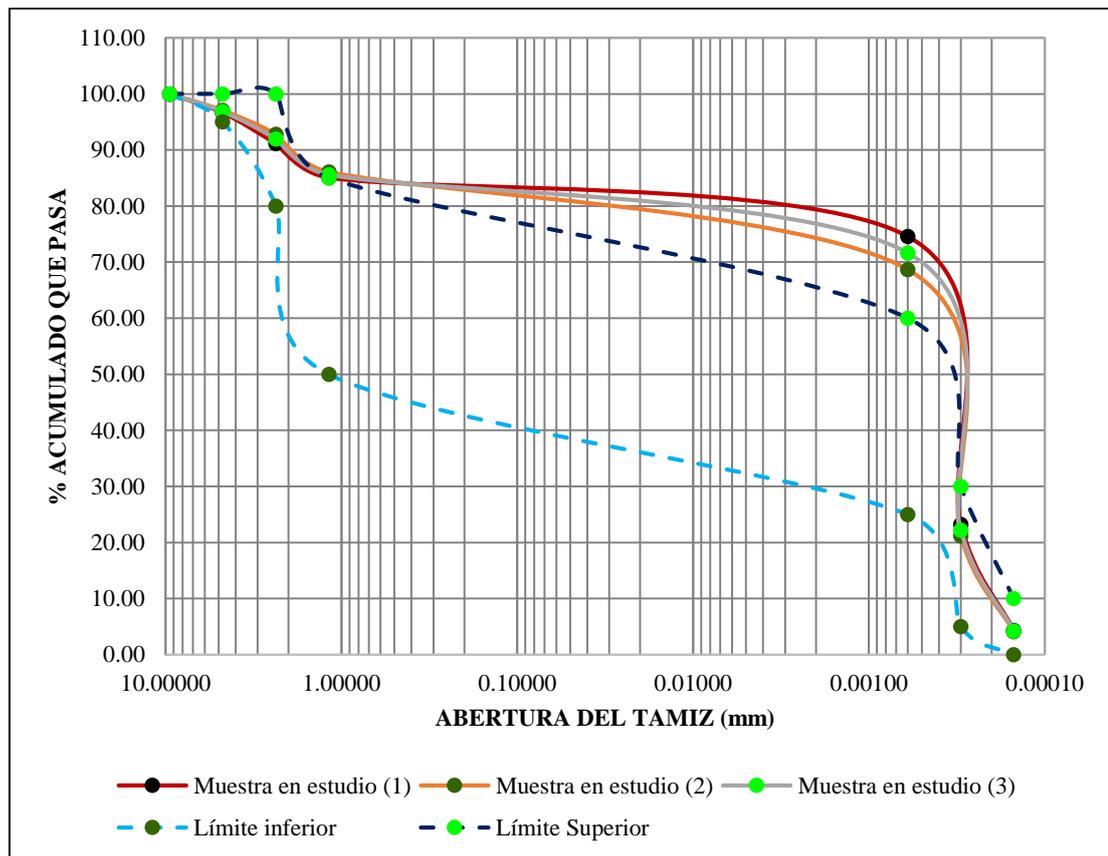


Figura 25.

Módulo de fineza del AF

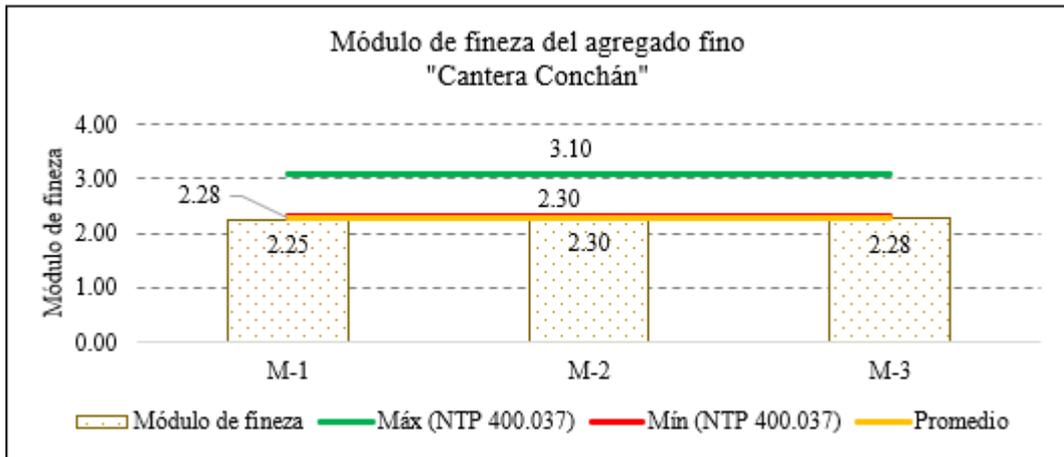


Figura 26.

Peso específico del AF

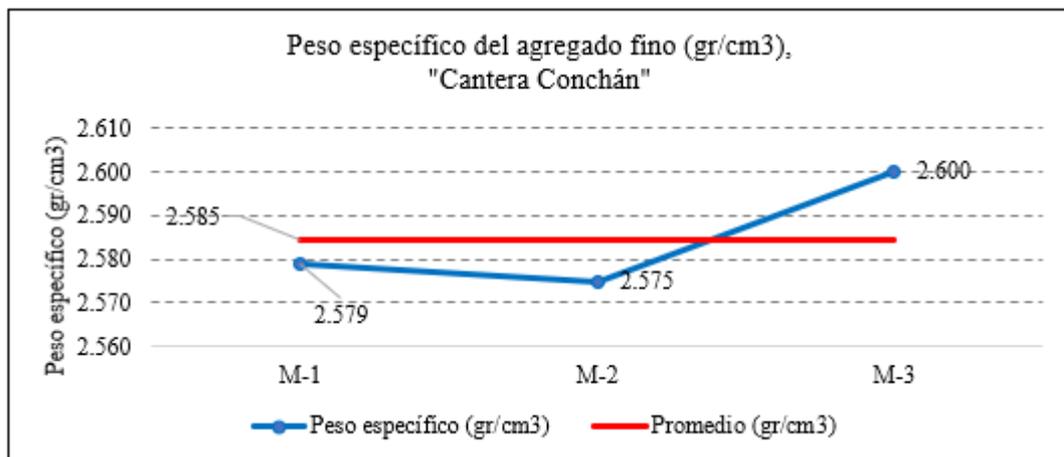


Figura 27.

Absorción del AF

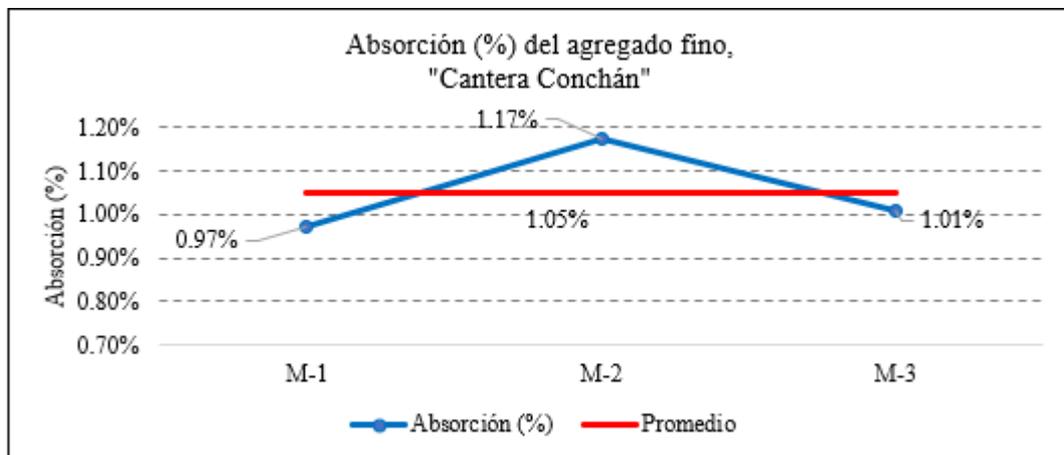


Figura 28.

Cantidad de agregado fino que pasa tamiz N° 200

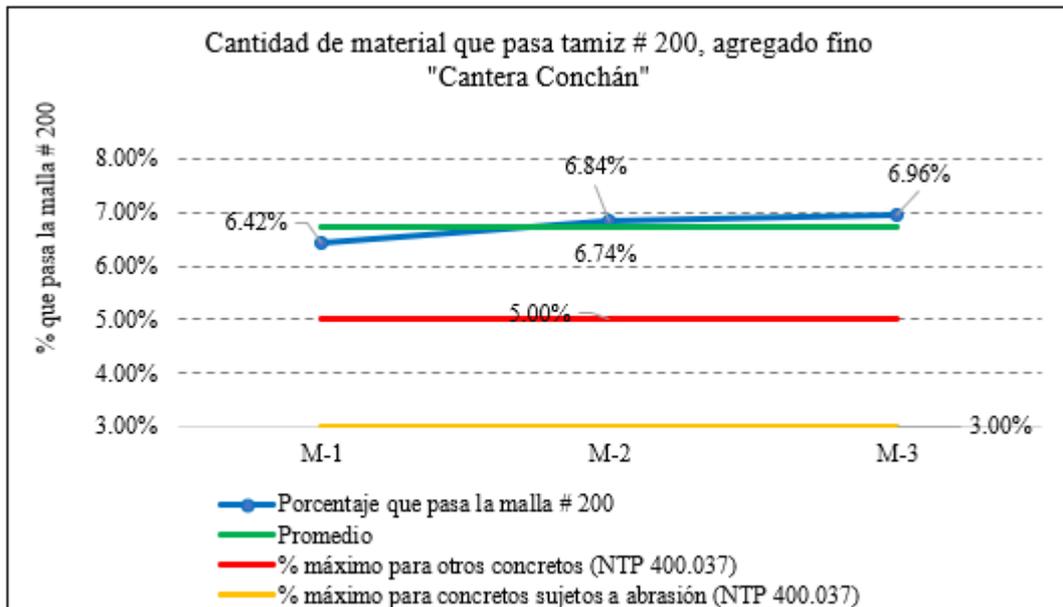
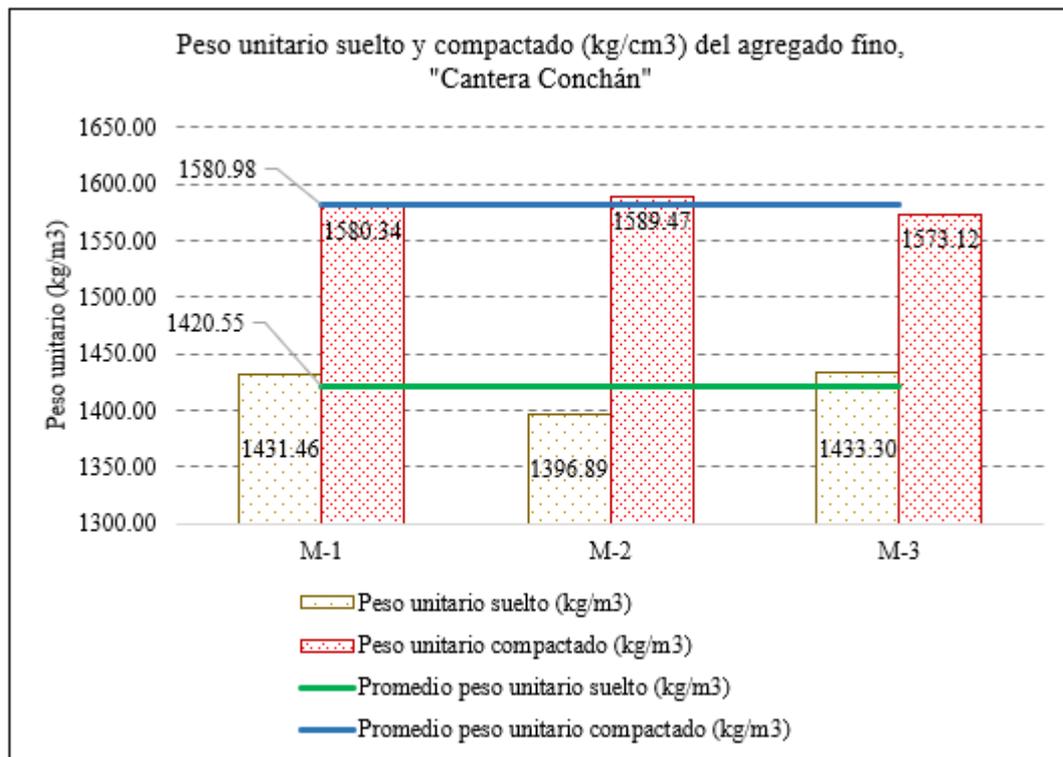


Figura 29.

Peso unitario suelto y compactado del AF



c. Residuos de cerámica

El agregado fino elaborado con residuos de cerámica, presenta contenido de humedad promedio de 0.29%, al ser un material procesado su gradación está dentro de los límites de la NTP 400.012 (INACAL, 2018), su módulo de fineza es 2.81, por tanto se encuentra dentro del rango mínimo y máximo (2.30-3.10), con cantidades de material que pasa tamiz # 200 de 1.84%, por tanto cumple con no superar el máximo establecido de 3% para concretos sujetos a abrasión y 5% para otros concretos, su peso específico promedio asciende a 2.541 gr/cm³, su porcentaje de absorción es 4.09%, su peso unitario suelto y compactado es 1739.93 kg/m³ y 1620.79 kg/m³, respectivamente. El agregado fino elaborado con residuos de cerámica cumple con los requisitos establecidos en la NTP 400.037 (INACAL, 2018), para su uso en la elaboración de concreto.

Tabla 17.

Características de los residuos de cerámica

Propiedades físicas		Residuos de cerámica
Contenido de humedad		0.29%
Módulo de finura		2.81
Cantidad que pasa tamiz N° 200		1.84%
Peso específico (gr/cm ³)		2.541
Absorción		4.09%
Peso unitario suelto (kg/m ³)		1739.93
Peso unitario compactado (kg/m ³)		1620.79

Componentes químicos		%
Óxido de silicio	(SiO ₂)	65.12
Óxido de aluminio	(Al ₂ O ₃)	15.20
Óxido férrico	(Fe ₂ O ₃)	4.07
Óxido de calcio	(CaO)	4.96
Óxido de magnesio	(MgO)	0.60
Óxido de sodio	(Na ₂ O)	3.60
Óxido de potasio	(K ₂ O)	2.70

Tabla 18.

Granulometría de las muestras de residuos de cerámica

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
3/8"	9.5	100	100	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75	95	100	97.96	97.37	97.94
# 8	2.36	80	100	86.02	86.29	87.08
# 16	1.18	50	85	68.74	68.76	68.94
# 30	0.0006	25	60	39.71	40.41	38.32
# 50	0.0003	5	30	24.69	25.87	22.87
# 100	0.00015	0	10	1.92	2.64	1.81

Figura 30.

Granulometría de los residuos de cerámica

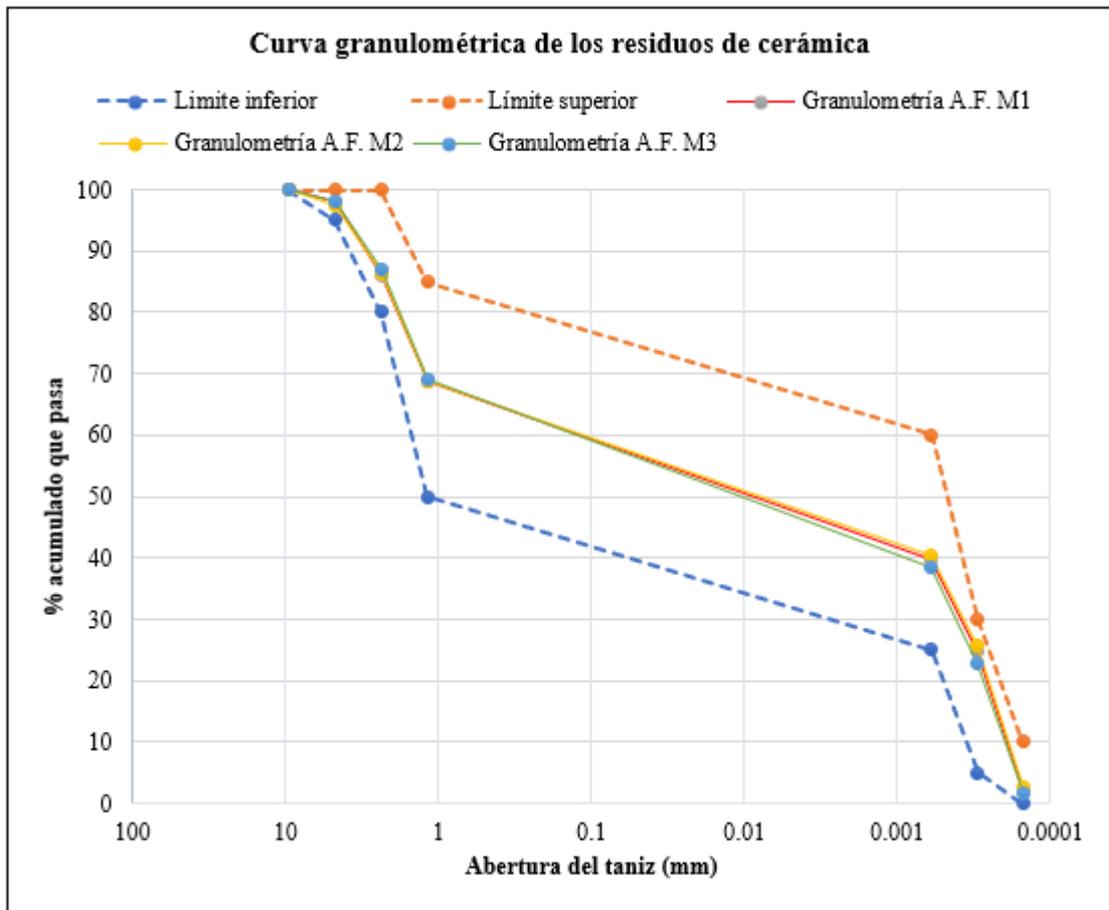


Figura 31.

Módulo de fineza de los residuos de cerámica

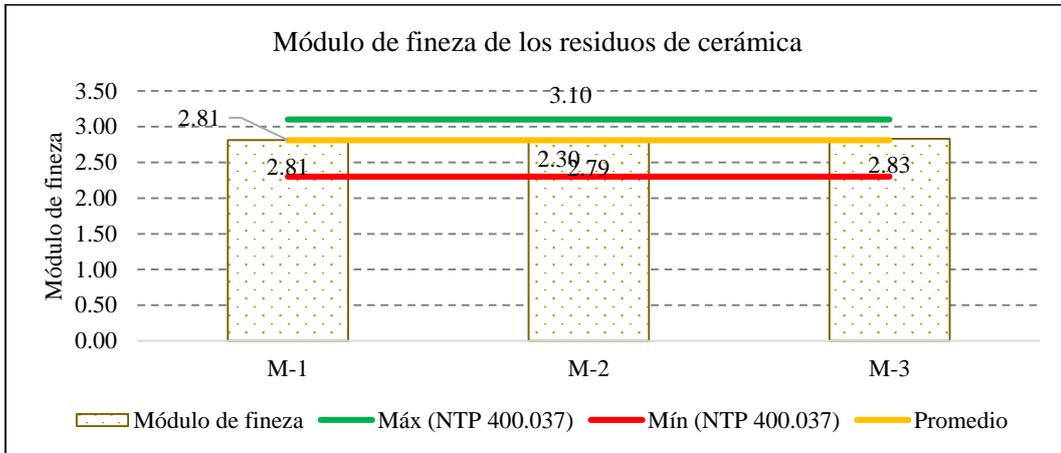


Figura 32.

Peso específico de los residuos de cerámica

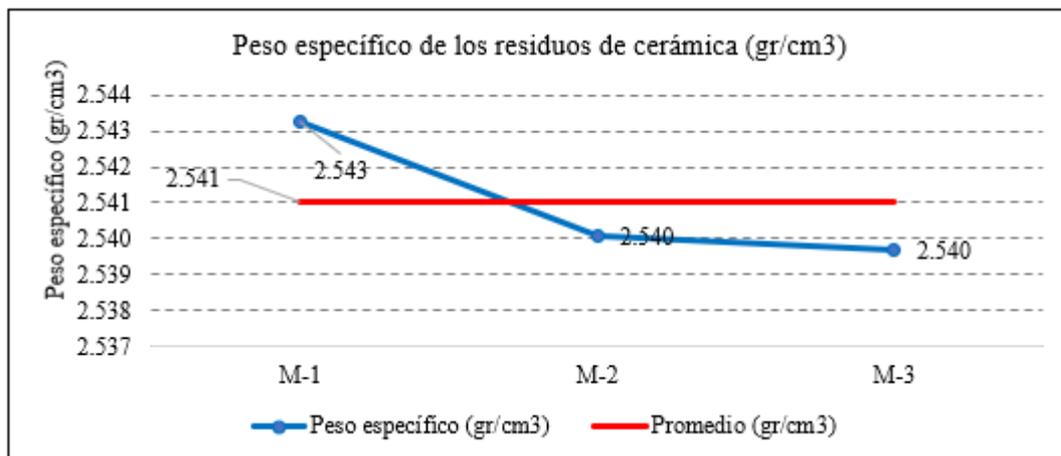


Figura 33.

Absorción de los residuos de cerámica

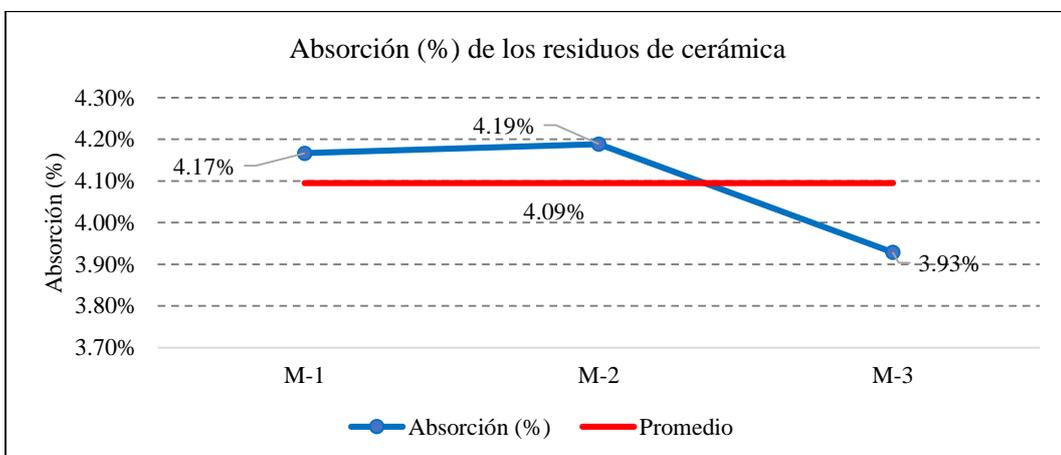


Figura 34.

Cantidad de residuos de cerámica que pasa tamiz # 200

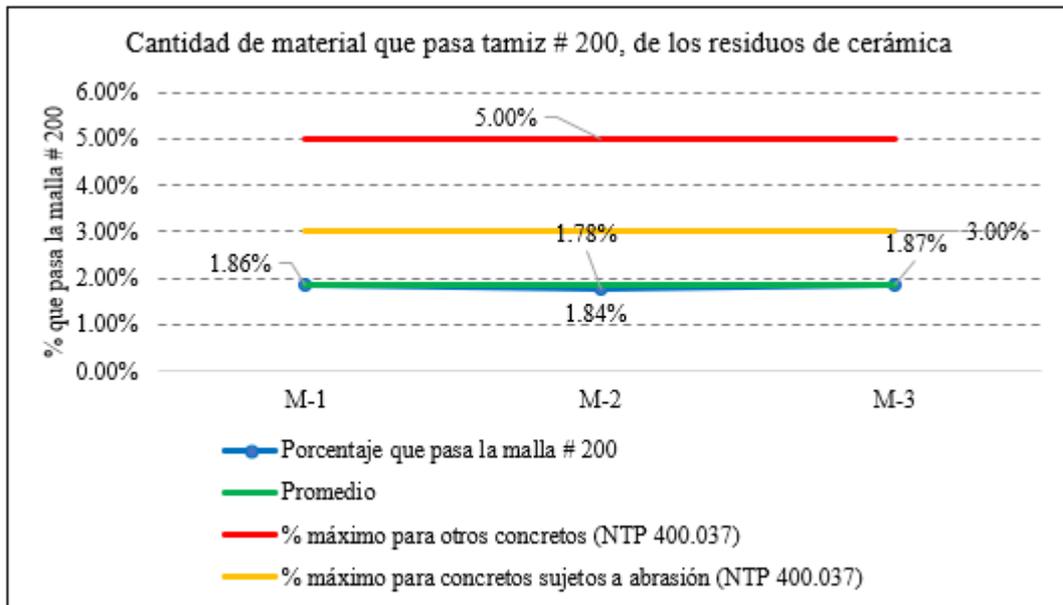
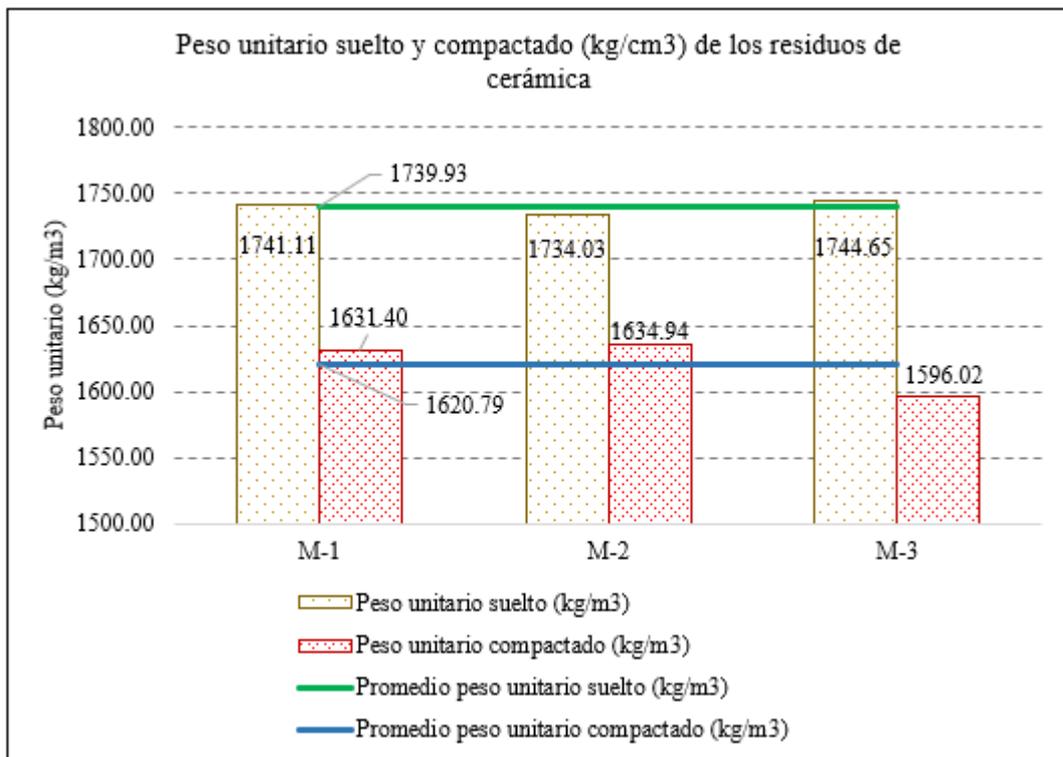


Figura 35.

Peso unitario suelto y compactado de los residuos de cerámica



d. Residuos de porcelanato

El agregado fino elaborado con residuos de porcelanato, presenta contenido de humedad promedio de 0.23%, al ser un material procesado su gradación está dentro de los límites de la NTP 400.012 (INACAL, 2018), su módulo de fineza es 2.91, por tanto se encuentra dentro del rango de mínimo (2.30) y máxima finura (3.10), con cantidades de material que pasa tamiz # 200 de 2.09%, por tanto cumple con no superar el máximo establecido de 3% para concretos sujetos a abrasión y 5% para otros concretos, su peso específico promedio asciende a 2.554 gr/cm³, su porcentaje de absorción es 2.51%, su peso unitario suelto y compactado es 1173.71 kg/m³ y 1331.78 kg/m³, respectivamente. El agregado fino elaborado con residuos de porcelanato cumple con los requisitos establecidos en la NTP 400.037 (INACAL, 2018), para su uso en la elaboración de concreto.

Tabla 19.

Características de los residuos de porcelanato

Propiedades físicas		Residuos de porcelanato
Contenido de humedad		0.23%
Módulo de finura		2.9067
Cantidad que pasa tamiz N° 200		2.09%
Peso específico (gr/cm ³)		2.554
Absorción		2.51%
Peso unitario suelto (kg/m ³)		1173.71
Peso unitario compactado (kg/m ³)		1331.78

Componentes químicos		%
Óxido de silicio	(SiO ₂)	57.50
Óxido de aluminio	(Al ₂ O ₃)	28.00
Óxido férrico	(Fe ₂ O ₃)	3.90
Óxido de calcio	(CaO)	1.10
Óxido de magnesio	(MgO)	1.22
Óxido de sodio	(Na ₂ O)	1.81
Óxido de potasio	(K ₂ O)	1.15

Tabla 20.

Granulometría de las muestras de residuos de porcelanato

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
3/8"	9.5	100	100	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75	95	100	97.38	96.91	97.68
# 8	2.36	80	100	87.65	86.34	86.17
# 16	1.18	50	85	68.40	68.83	67.93
# 30	0.0006	25	60	36.68	36.99	35.30
# 50	0.0003	5	30	19.60	17.71	16.77
# 100	0.00015	0	10	2.27	3.29	2.22

Figura 36.

Curva granulométrica de residuos de porcelanato

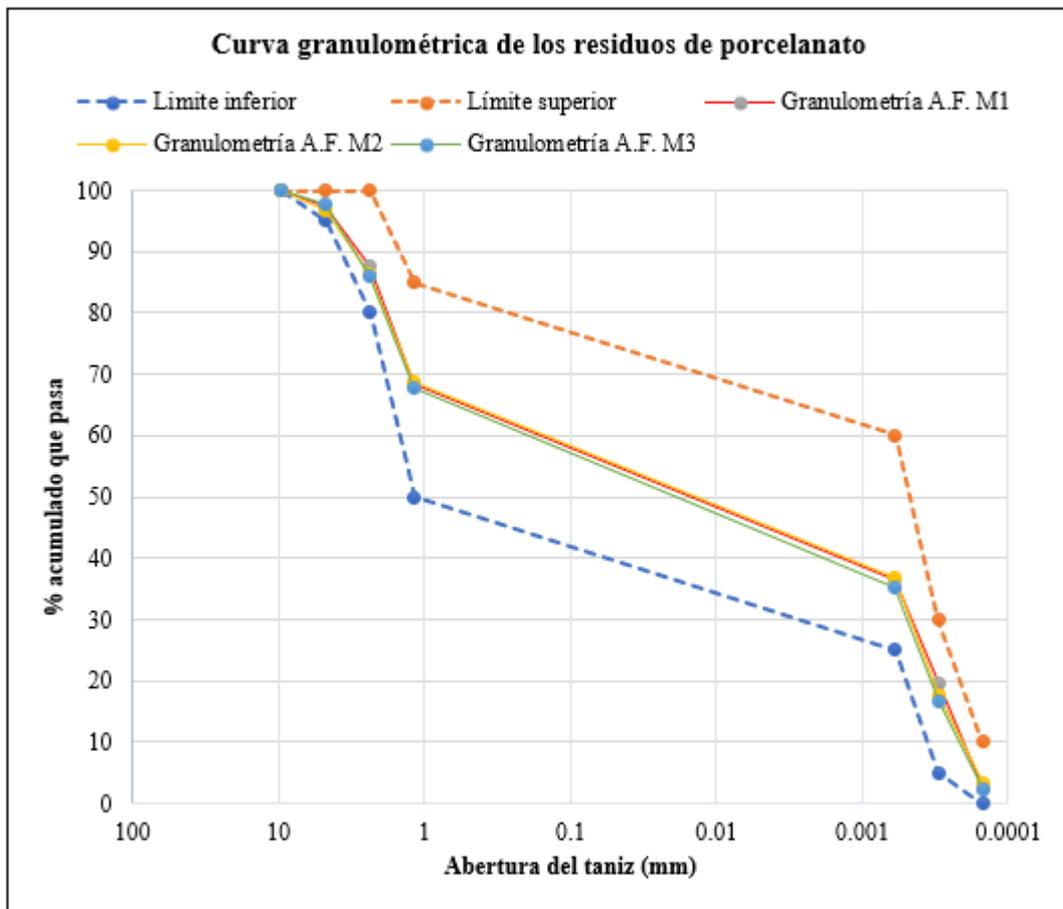


Figura 37.

Módulo de fineza de los residuos de porcelanato

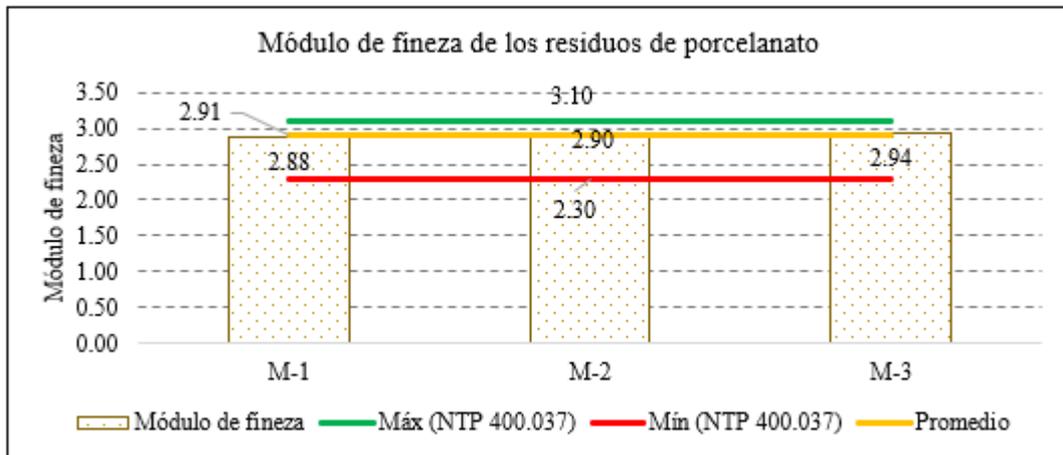


Figura 38.

Peso específico de los residuos de porcelanato

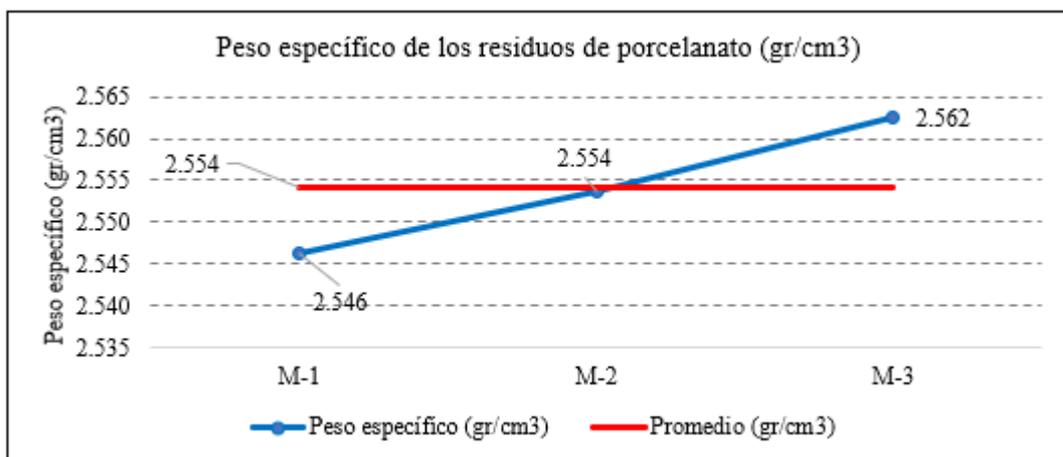


Figura 39.

Absorción de los residuos de porcelanato

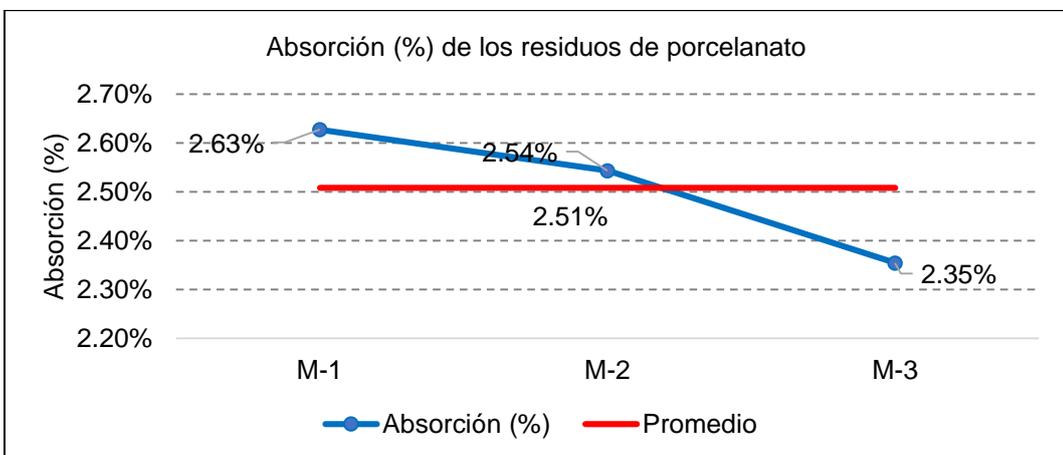


Figura 40.

Cantidad de residuos de porcelanato que pasa tamiz # 200

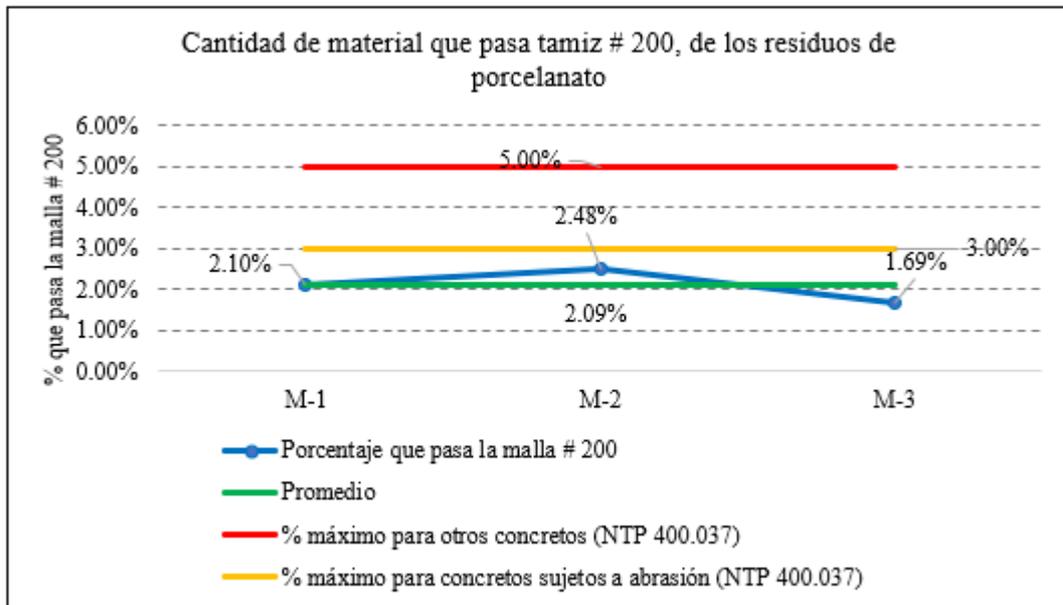
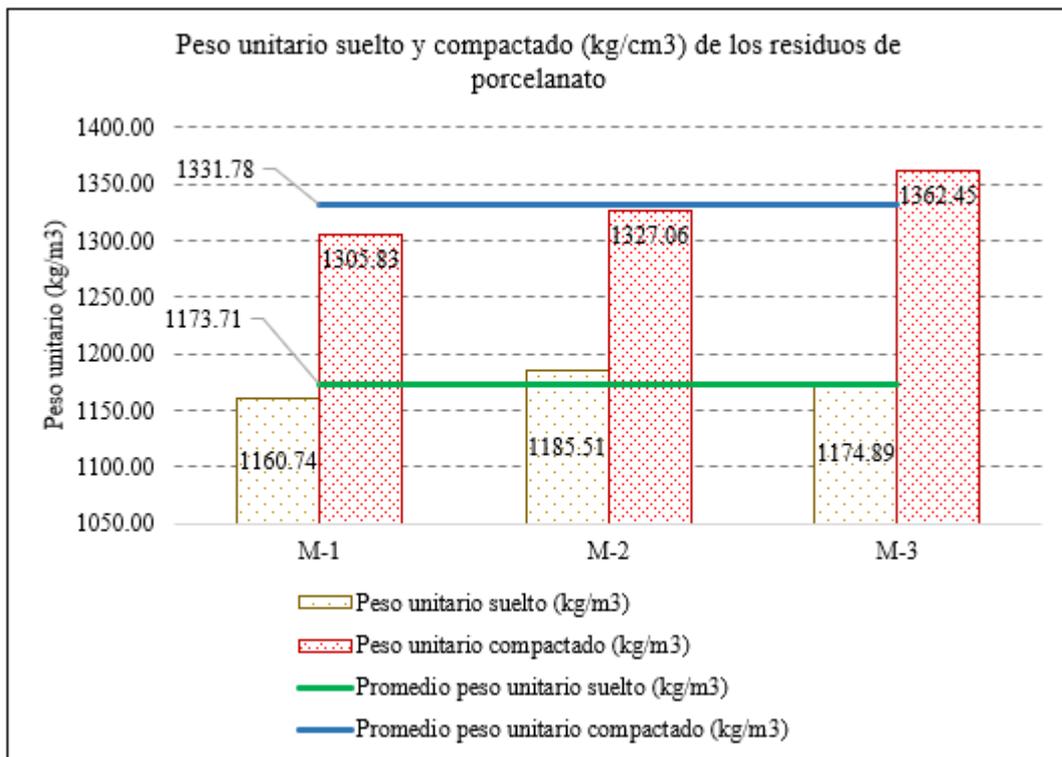


Figura 41.

Peso unitario suelto y compactado de los residuos de porcelanato



5.1.2. Diseño de mezclas

Para el diseño de mezclas se utilizó el método ACI, el cual parte del cálculo de la resistencia promedio, misma que para un “concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” es: $f'c + 84 = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2$, luego se ha seleccionado el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, según la granulometría, por tanto, el valor electo fue $\frac{3}{4}$ ” (Tabla 21). Así mismo, según el tipo de estructura, se ha elegido un asentamiento de 3” a 4”, abarcando de esta manera la mayor cantidad de elementos estructurales (vigas, columnas, losas, zapatas y muros armados). También se seleccionó el volumen unitario de agua en relación al Slump y el TMN, equivalente a 205 lts/m^3 , para un concreto sin aire incorporado. No se consideró necesario incorporar aire a la mezcla debido a que está no estará expuesta a condiciones severas de intemperismo, por tanto, solo se determinó el contenido de aire atrapado según el TMN del AG siendo 2.0%. La relación agua/cemento fue seleccionada a partir de la resistencia de diseño (294 kg/cm^2) para un concreto sin aire incorporado, obteniendo una relación A/C de 0.558. Con todos los datos antes mencionados, se procedió al cálculo de la cantidad de materiales, primero del cemento, estimado a partir de la división del volumen de agua entre la relación A/C, con lo que se obtuvo una cantidad de 367.12 kg, equivalentes a 8.64 bolsas de cemento de 42.5 kg cada una, que es el peso estándar para la comercialización de cemento en el mercado nacional. Para determinar el peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto, con el módulo de fineza del agregado fino de 2.276, se interpolaron los valores para un TMN del AG de $\frac{3}{4}$ ”, obteniendo un valor de 0.672; dicho dato es multiplicado por el peso unitario compactado del agregado grueso, determinando así un peso de agregado grueso de 1031.67 kg para la elaboración de concreto. Al tener los pesos de los materiales, como cemento, agua, agregado grueso y contenido de aire, se ha calculado el volumen absoluto de los mismos dividiendo entre su respectivo peso

específico, y luego restándole a 1 m^3 , la suma de estos para conocer el volumen del agregado fino, mismo que al ser multiplicado por su peso específico vuelve a peso, estimando así que el peso de agregado fino para elaborar concreto asciende a 679.182 kg. Por último, todos estos valores representan el diseño en estado seco (Tabla 22), pero los materiales tienen sus propios valores de humedad, por tanto, se tiene que realizar la corrección respectiva para obtener los valores a ser utilizados en la preparación de la mezcla (Tabla 23), y así mismo, determinar el aporte de agua por humedad de estos porcentajes de materiales (Tabla 24), para encontrar el agua efectiva para la mezcla (Tabla 25). Estos nuevos valores corregidos representan las proporciones de diseño para la elaboración de concreto con la sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato respecto al peso (Tabla 26 y Tabla 27).

Tabla 21.

Datos para el diseño de mezclas

Características del Agregado Grueso	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1387.34 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1535.23 kg/m ³
Peso específico	2624.65 kg/m ³
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Porcentaje de Absorción	0.64%
Porcentaje de Humedad	0.32%
Características del Agregado Fino	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1420.55 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1580.98 kg/m ³
Peso específico	2582.44 kg/m ³
Módulo de Fineza	2.276
Porcentaje de Absorción	1.05%
Porcentaje de Humedad	1.07%
Características del Agua	
Descripción	Resultado
Peso específico	998.77 kg/m ³

Tabla 22.

Cantidad de materiales para diseño en estado seco

Material	Porcentaje de sustitución				
	0%	5%	10%	15%	25%
Cemento	367.12 kg	367.12 kg	367.12 kg	367.12 kg	367.12 kg
A. Fino	679.18 kg	645.22 kg	611.26 kg	577.30 kg	509.39 kg
A. Grueso	1031.67 kg	1031.67 kg	1031.67 kg	1031.67 kg	1031.67 kg
R. Cerámica	0.00 kg	16.98 kg	33.96 kg	50.94 kg	84.90 kg
R. Porcelanato	0.00 kg	16.98 kg	33.96 kg	50.94 kg	84.90 kg
Agua	205 Lts	206 Lts	207 Lts	208 Lts	209 Lts

Tabla 23.

Corrección por humedad de la cantidad de materiales

Material	Pesos corregidos por humedad				
	0%	5%	10%	15%	25%
A. Fino	686.38 kg	652.06 kg	617.74 kg	583.42 kg	514.79 kg
A. Grueso	1034.97 kg	1034.97 kg	1034.97 kg	1034.97 kg	1034.97 kg
R. Cerámica	0.00 kg	17.03 kg	34.06 kg	51.09 kg	85.14 kg
R. Porcelanato	0.00 kg	17.02 kg	34.04 kg	51.06 kg	85.09 kg

Tabla 24.

Aporte de agua por humedad

Material	Aporte de agua por humedad				
	0%	5%	10%	15%	25%
A. Fino	0.07	0.06	0.06	0.06	0.05
A. Grueso	-3.30	-3.30	-3.30	-3.30	-3.30
R. Cerámica	0.00	-0.65	-1.29	-1.94	-3.23
R. Porcelanato	0.00	-0.39	-0.77	-1.16	-1.94
Total	-3.23	-4.27	-5.30	-6.34	-8.41

Tabla 25.

Agua efectiva para la mezcla

Material	Agua efectiva para mezcla				
	0%	5%	10%	15%	25%
Agua	208.23	209.27	210.30	211.34	213.41

Tabla 26.

Cantidad de materiales para diseño en estado húmedo

Material	Porcentajes de sustitución				
	0%	5%	10%	15%	25%
Cemento	367.12 Kg	367.12 Kg	367.12 Kg	367.12 Kg	367.12 Kg
A. fino	686.38 Kg	652.06 Kg	617.74 Kg	583.42 Kg	514.79 Kg
A. grueso	1034.97 Kg	1034.97 Kg	1034.97 Kg	1034.97 Kg	1034.97 Kg
R. Cerámica	0.00 Kg	17.03 Kg	34.06 Kg	51.09 Kg	85.14 Kg
R. Porcelanato	0.00 Kg	17.02 Kg	34.04 Kg	51.06 Kg	85.09 Kg
Agua	208.23 lts	209.27 lts	210.30 lts	211.34 lts	213.41 lts

Tabla 27.

Proporciones del diseño de mezclas de concreto en pesos.

Material	Proporciones del diseño				
	0%	5%	10%	15%	25%
Cemento	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A. Fino	1.87	1.78	1.68	1.59	1.40
A. Grueso	2.82	2.82	2.82	2.82	2.82
R. Cerámica	0.00	0.05	0.09	0.14	0.23
R. Porcelanato	0.00	0.05	0.09	0.14	0.23
Agua	24.11 lts/bls	24.23 lts/bls	24.35 lts/bls	24.47 lts/bls	24.71 lts/bls

El concreto convencional sin residuos de cerámicas y porcelanato presenta una proporción para un “ $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, de 1 bolsa de cemento, 2.83 latas de agregado fino, 4.33 latas de agregado grueso, y 24.11 lts de agua, la proporción de materiales se mantiene para los diseños de mezcla con 5%, 10%, 15% y 25% de residuos de cerámica y porcelanato (RCP), a excepción, de la cantidad de agregado fino, pues este insumo está siendo sustituido por la combinación de los RCP, y la cantidad de agua, debido a que los RCP también afectan el volumen de agua efectiva. La cantidad de agregado fino para un diseño de mezclas 5%, 10%, 15% y 25% de RCP equivale a 2.69, 2.54, 2.40 y 2.12 latas respectivamente, con una cantidad igual de residuos de cerámica y residuos de porcelanato, que asciende a 0.14 latas, 0.28 latas, 0.42 latas y 0.70 latas respectivamente.

Figura 42.

Materiales para 1 m³ de concreto convencional con AF de la “Cantera Conchán” y AG de la “Cantera Chuyabamba”

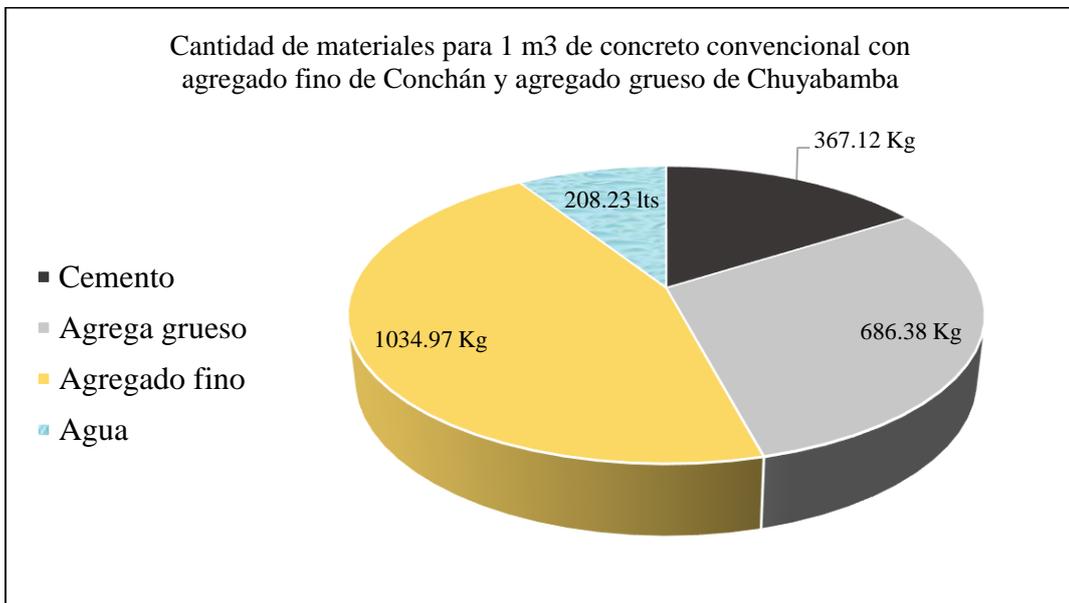


Figura 43.

Cantidad de materiales para 1 m³ de concreto con 5% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato

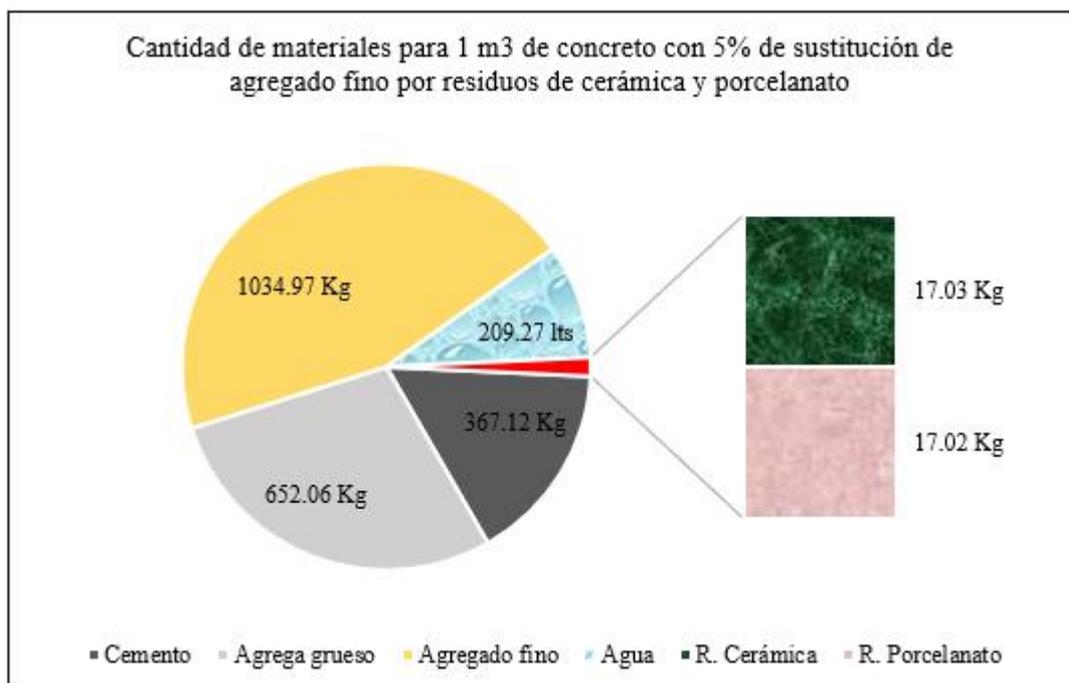


Figura 44.

Materiales para 1 m³ de concreto con 10% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato

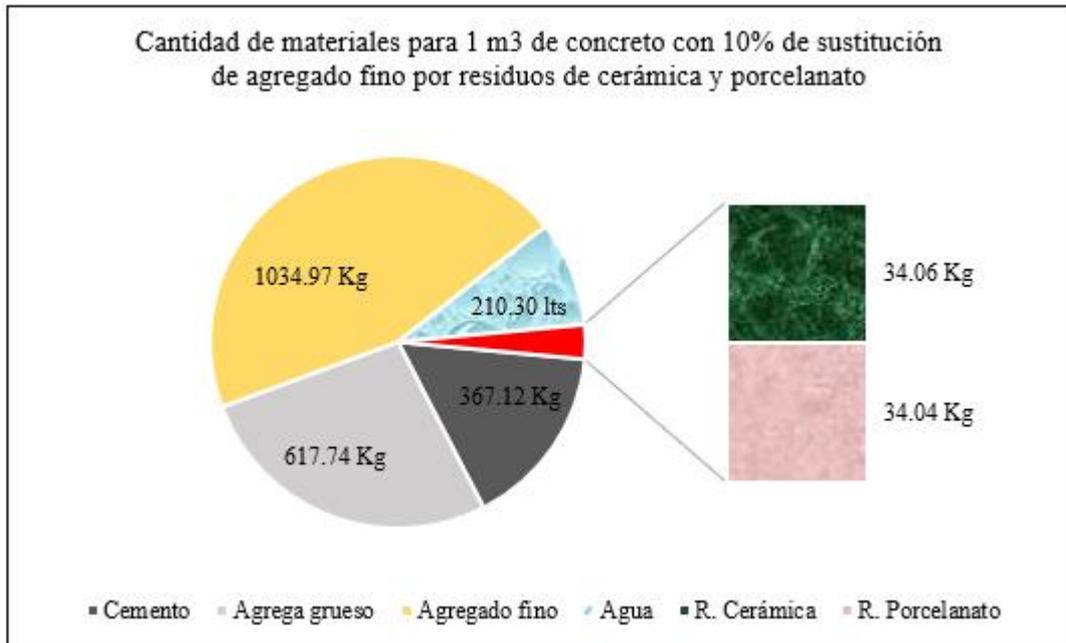


Figura 45.

Cantidad de materiales para 1 m³ de concreto con 15% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato

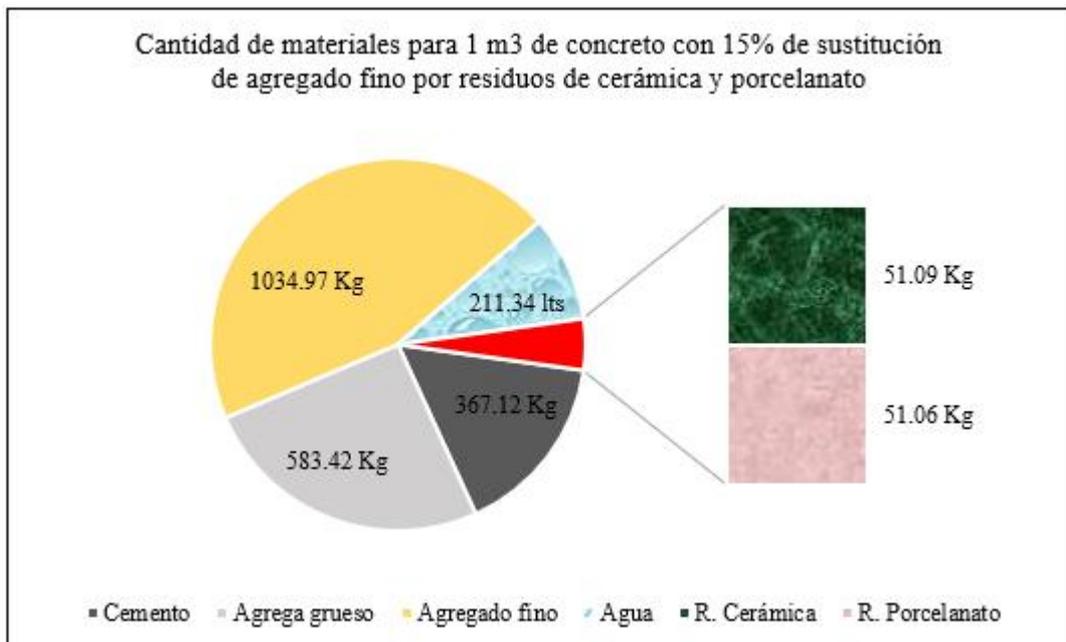


Figura 46.

Cantidad de materiales para 1 m³ de concreto con 25% de sustitución de AF por residuos de cerámica y porcelanato

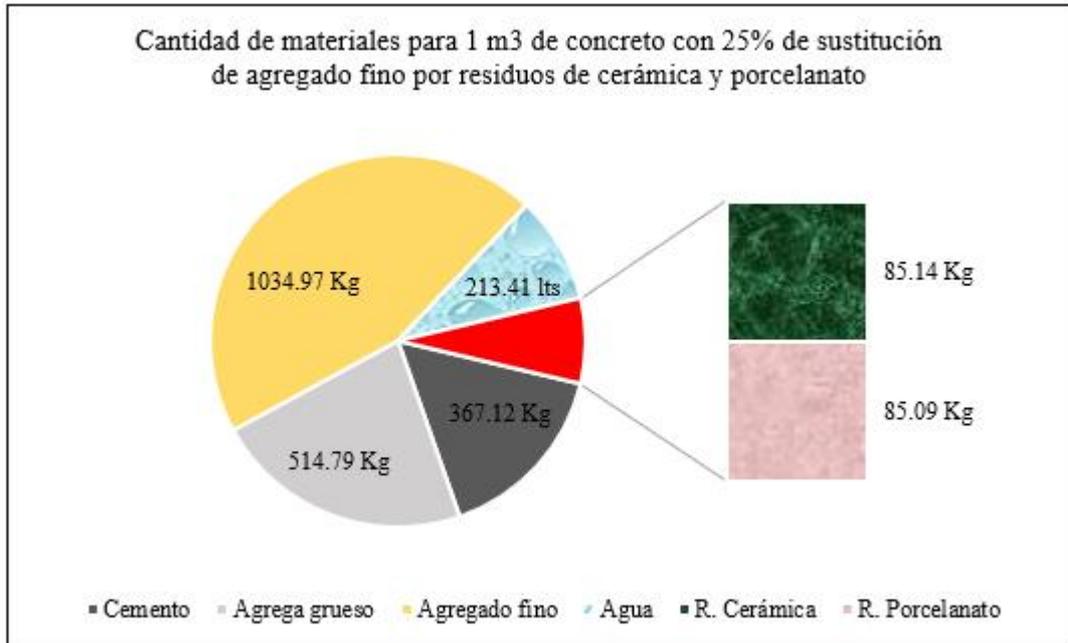
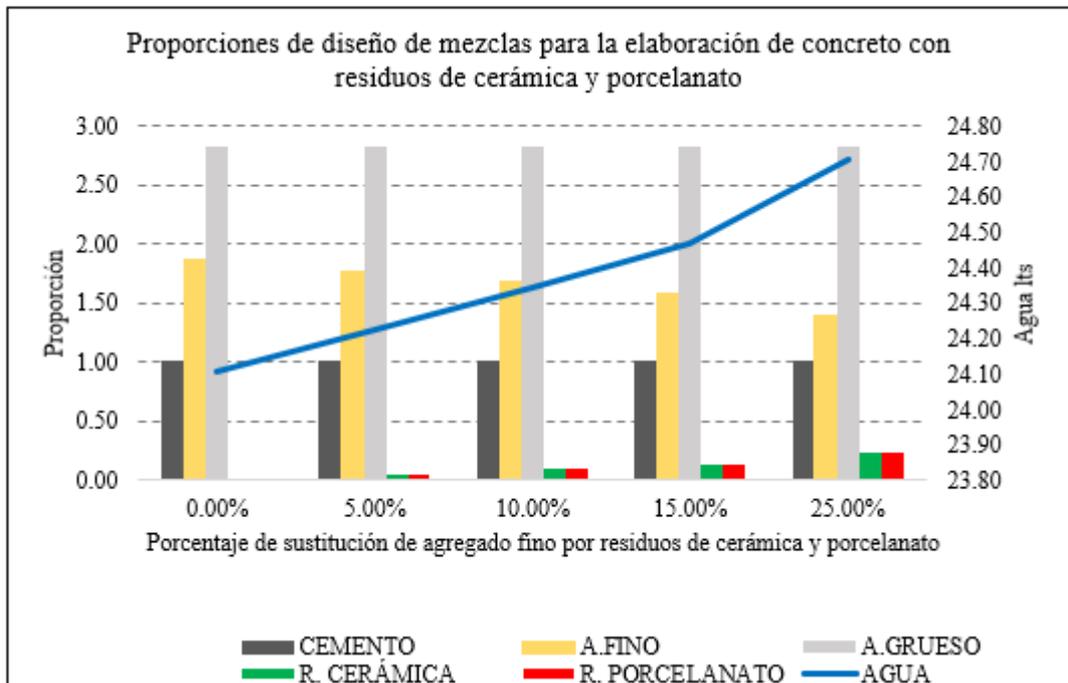


Figura 47.

Proporciones de diseño de mezclas para la elaboración de concreto con sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato



5.1.3. *Propiedades del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato*

El concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato (RCP) en remplazo del agregado fino en porcentajes de 0% (T1), 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) y 25% (T5), en estado fresco presenta un menor asentamiento según se incrementa la cantidad de RCP, lo que hace más difícil su trabajabilidad en obra, no obstante, se puede recomendar su uso hasta el 15% de sustitución. La temperatura de la mezcla de concreto tiene un incremento de temperatura conforme se incrementa la cantidad de residuos cerámicos y de porcelanato, con un ligero descenso para el porcentaje de sustitución de 25%. El contenido de aire del concreto con residuos de cerámica y porcelanato varía respecto al contenido de aire de diseño (2.00%), presentando una disminución de hasta 0.5%. El peso unitario del concreto con residuos de cerámica y porcelanato se va incrementando conforme se incrementa el porcentaje de sustitución del agregado fino, esto debido a que el material residual presenta un mayor peso específico, dando un mayor peso a la mezcla de concreto.

Tabla 28.

Asentamiento del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

Código	Descripción	Slump de diseño	Slump obtenido
T1 – 0% de RCP	Concreto patrón	3.00"	3.25"
T2 – 5% de RCP	Concreto con 2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato	3.00"	2.50"
T3 – 10% de RCP	Concreto con 5 % de cerámica y 5 % de porcelanato	3.00"	2.38"
T4 – 15% de RCP	Concreto con 7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato	3.00"	2.00"
T5 – 25% de RCP	Concreto con 12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato	3.00"	1.20"

Figura 48.

Asentamiento de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

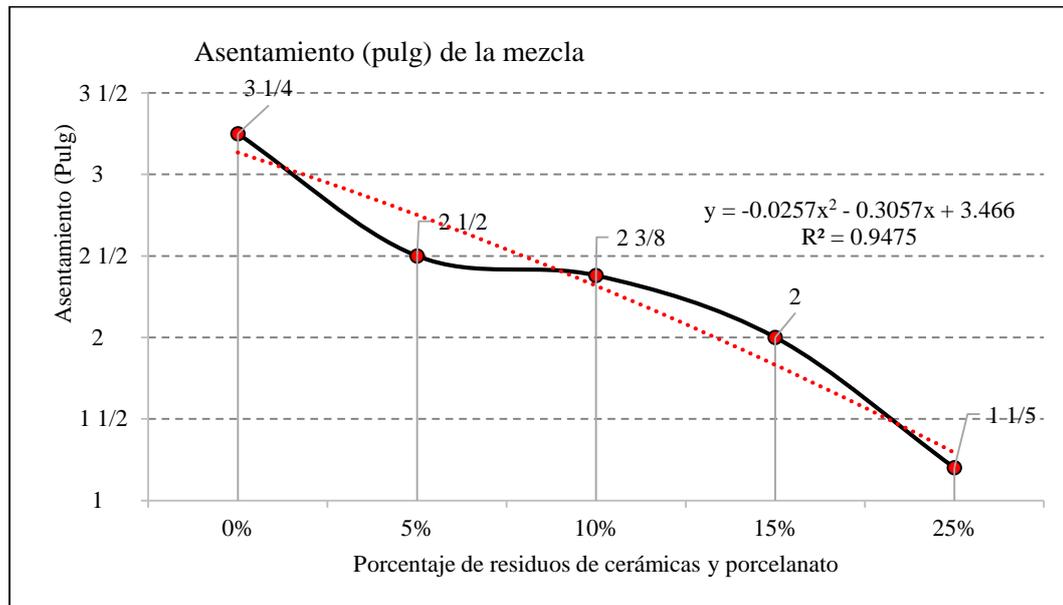


Tabla 29.

Temperatura del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

Código	Descripción	Temperatura (°c)	Temperatura promedio (°c)
T1 – 0% de RCP	Concreto patrón	18.6°C	18.5°C
		18.5°C	
		18.5°C	
T2 – 5% de RCP	Concreto con 2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato	18.6°C	18.6°C
		18.5°C	
		18.6°C	
T3 – 10% de RCP	Concreto con 5 % de cerámica y 5 % de porcelanato	18.5°C	18.5°C
		18.5°C	
		18.4°C	
T4 – 15% de RCP	Concreto con 7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato	19.0°C	19.0°C
		18.9°C	
		19.0°C	
T5 – 25% de RCP	Concreto con 12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato	18.8°C	18.8°C
		18.8°C	
		18.9°C	

Figura 49.

Temperatura de la mezcla del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

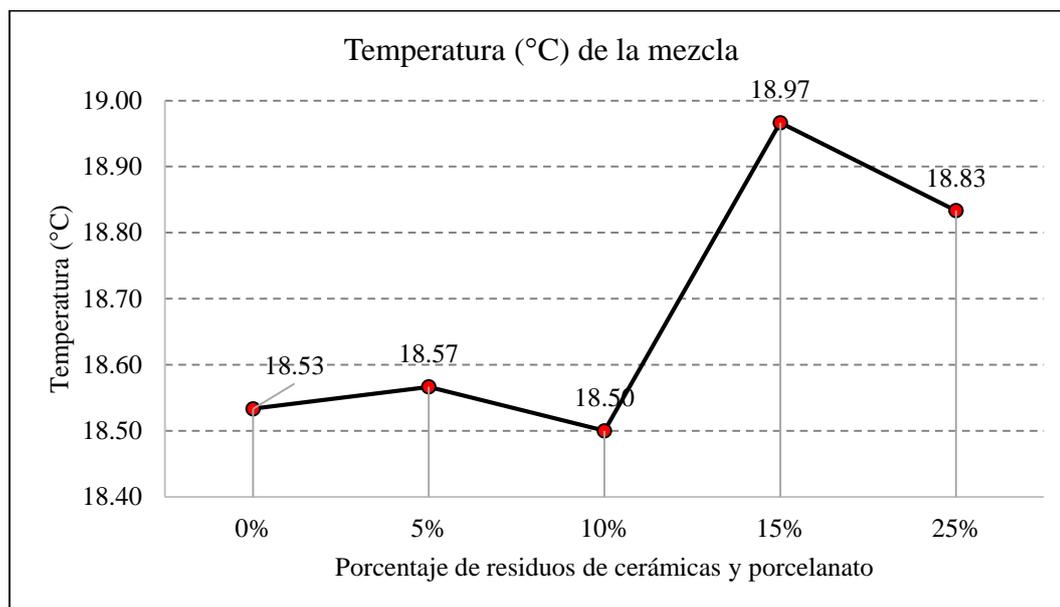


Tabla 30.

Contenido de aire del concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

Código	Descripción	Contenido de aire de diseño	Contenido de aire obtenido
T1 – 0% de RCP	Concreto patrón	2.00%	1.7%
T2 – 5% de RCP	Concreto con 2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato	2.00%	1.6%
T3 – 10% de RCP	Concreto con 5 % de cerámica y 5 % de porcelanato	2.00%	1.6%
T4 – 15% de RCP	Concreto con 7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato	2.00%	1.5%
T5 – 25% de RCP	Concreto con 12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato	2.00%	1.5%

Figura 50.

Contenido de aire de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

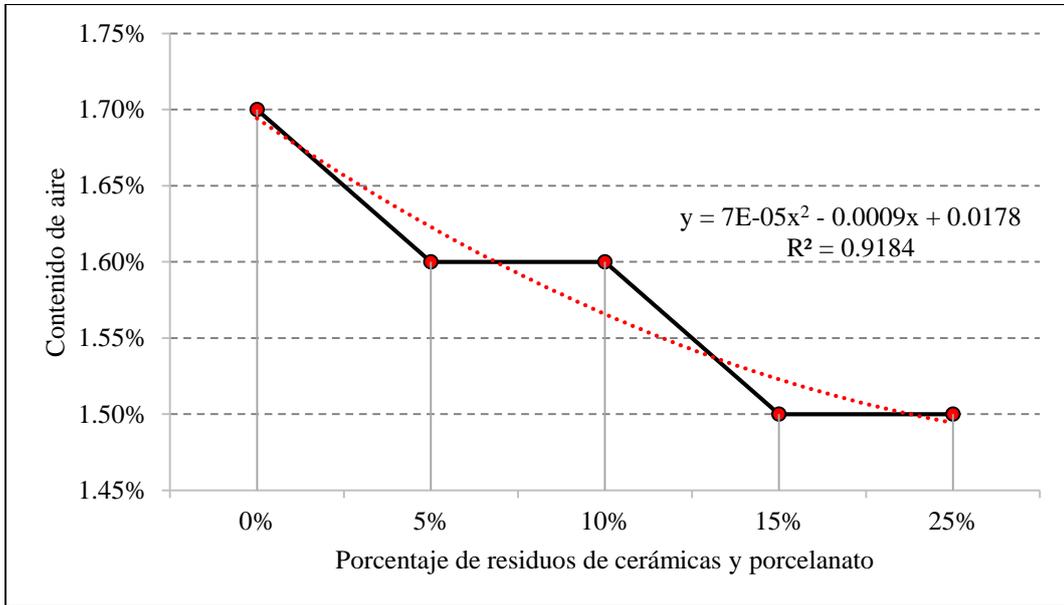
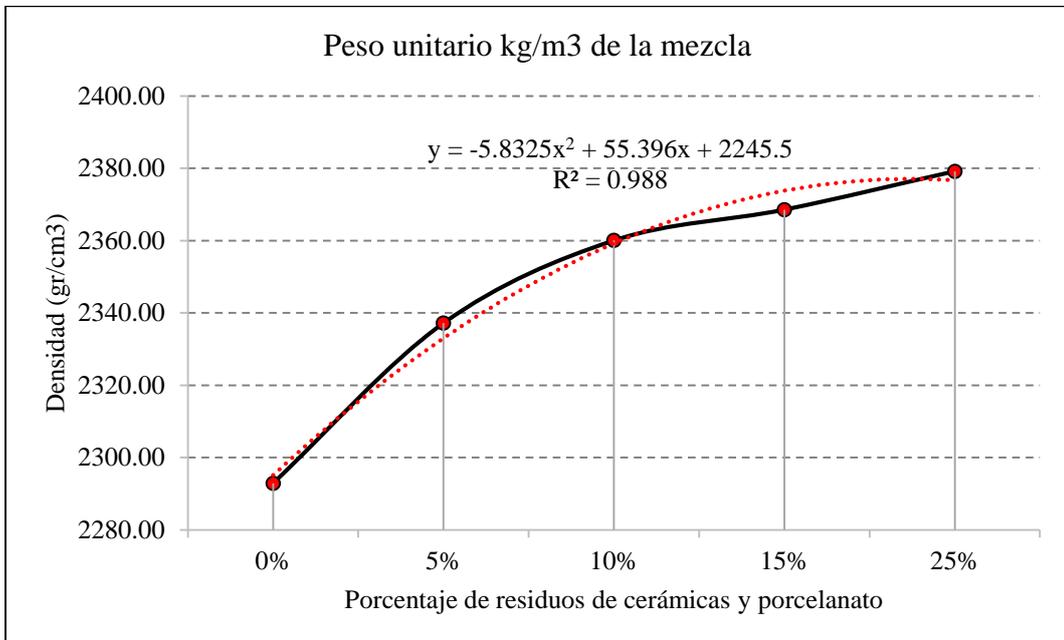


Figura 51.

Peso unitario de la mezcla de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato



En estado endurecido, el concreto convencional o muestra patrón (T1) con 0% de residuos de cerámicas y porcelanato, no logra alcanzar la resistencia de diseño “ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ” a los 28 días, llegando a un valor promedio bastante cercano de 208.80 kg/cm^2 , así mismo la variación en los resultados es mayor a los 28 días lo que muestra que en general es probable que el concreto si llegue a cumplir la resistencia de diseño, pero que si requiere un mejoramiento en sus características mecánicas. Los especímenes de concreto (T2) elaborados con 5% de residuos de cerámicas y porcelanato en remplazo del agregado fino, presentan una resistencia promedio a los 28 días superior a la resistencia de diseño (210 kg/cm^2) en 4.43 kg/cm^2 . Las muestras de concreto (T3) elaboradas con un porcentaje de sustitución de agregado fino de 10% de residuos de cerámica y porcelanato presentan una resistencia a la compresión promedio de 237.70 kg/cm^2 , lo que valida el incremento en sus esfuerzos resistentes. El concreto (T4) elaborado con 15% de residuos de cerámica y porcelanato en remplazo del agregado fino, presenta una resistencia promedio a los 28 días de 241.92 kg/cm^2 , resistencia superior en 31.92 kg/cm^2 a la resistencia de diseño 210 kg/cm^2 . Por último, el concreto (T5) elaborado con 25% de residuos de cerámicas y porcelanato en sustitución del agregado fino, presenta una disminución en la resistencia a la compresión promedio respecto a los otros tratamientos, no obstante, sigue cumpliendo con la resistencia de diseño “ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”.

Tabla 31.

Resistencia a la compresión, concreto T1 – 0% de residuos de cerámicas y porcelanato

Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Edad de ruptura		
	7 días	14 días	28 días
M1	188.30	204.50	228.10
M2	178.50	206.90	203.60
M3	178.40	203.40	194.70
Promedio	181.73	204.93	208.80
Desviación estándar	5.69	1.79	17.30
Coefficiente de variación	3.13%	0.87%	8.28%

Figura 52.

Resistencia a la compresión, T1 - concreto con 0% de residuos de cerámicas y porcelanato

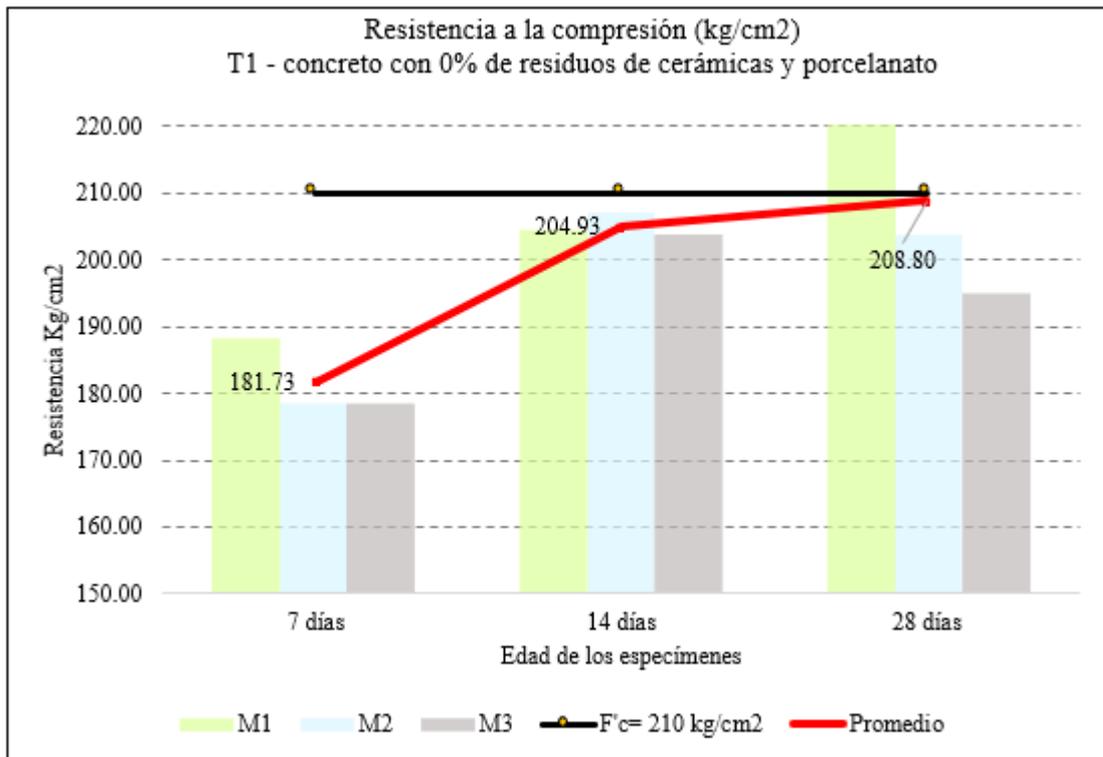


Tabla 32.

Resistencia a la compresión, concreto T2 – 5% de residuos de cerámicas y porcelanato

Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Edad de ruptura		
	7 días	14 días	28 días
M1	179.60	208.00	217.80
M2	200.90	200.50	223.30
M3	185.60	212.60	202.20
Promedio	188.70	207.03	214.43
Desviación estándar	10.98	6.11	10.95
Coefficiente de variación	5.82%	2.95%	5.10%

Figura 53.

Resistencia a la compresión, T2 - concreto con 5% de residuos de cerámicas y porcelanato

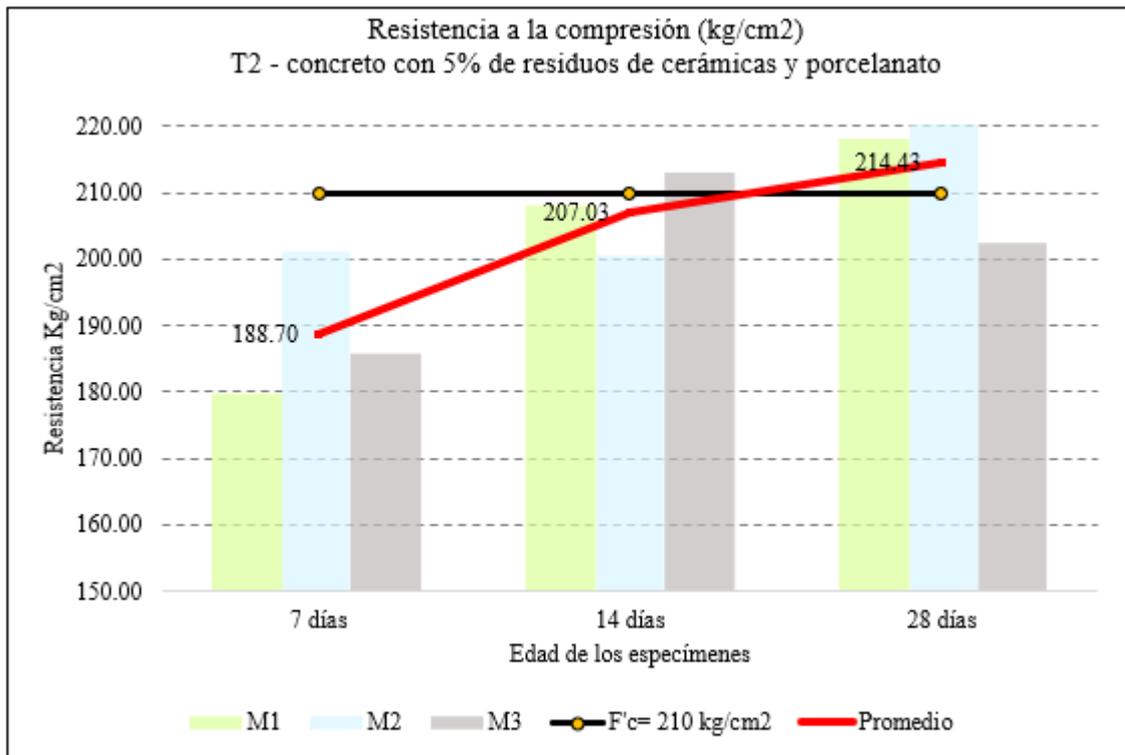


Tabla 33.

Resistencia a la compresión, concreto T3 – 10% de residuos de cerámicas y porcelanato

Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Edad de ruptura		
	7 días	14 días	28 días
M1	202.80	210.40	230.80
M2	186.10	201.70	234.10
M3	197.10	227.20	248.20
Promedio	195.33	213.10	237.70
Desviación estándar	8.49	12.96	9.24
Coefficiente de variación	4.35%	6.08%	3.89%

Figura 54.

Resistencia a la compresión, T3 - concreto con 10% de residuos de cerámicas y porcelanato

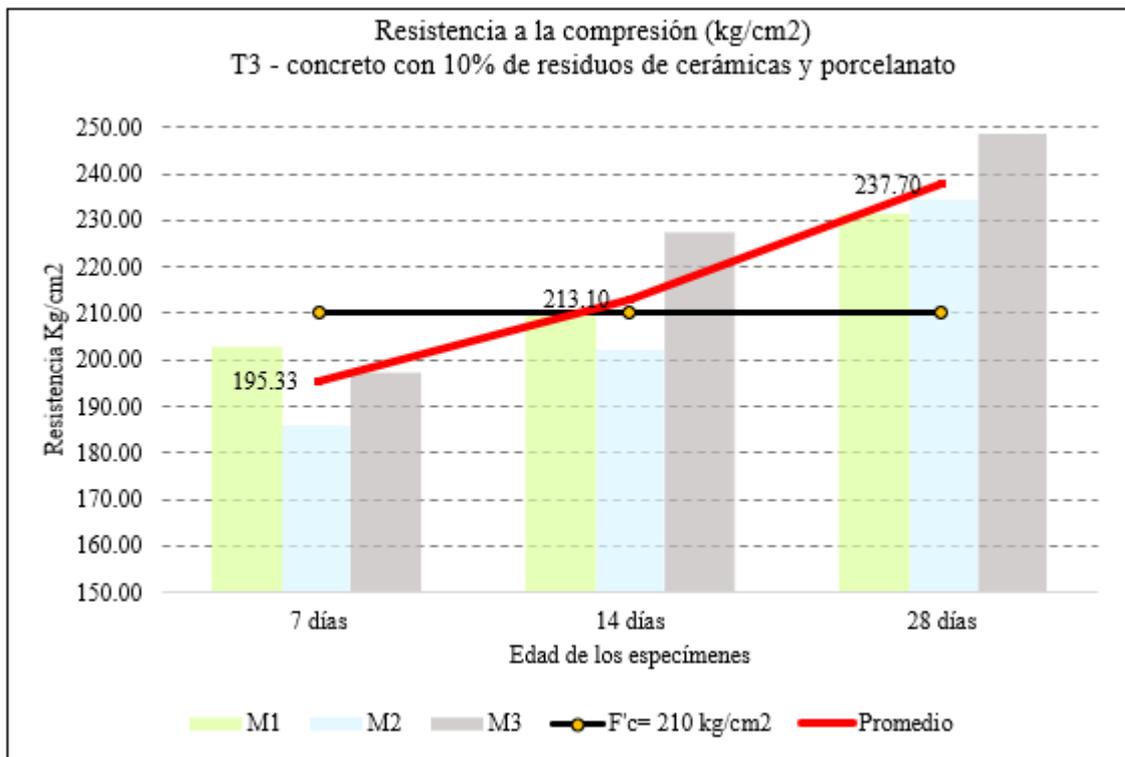


Tabla 34.

Resistencia a la compresión, concreto T4 – 15% de residuos de cerámicas y porcelanato

Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Edad de ruptura		
	7 días	14 días	28 días
M1	201.70	225.80	240.87
M2	190.40	213.70	244.23
M3	200.70	226.40	240.66
Promedio	197.60	221.97	241.92
Desviación estándar	6.26	7.17	2.00
Coefficiente de variación	3.17%	3.23%	0.83%

Figura 55.

Resistencia a la compresión, T4 - concreto con 15% de residuos de cerámicas y porcelanato

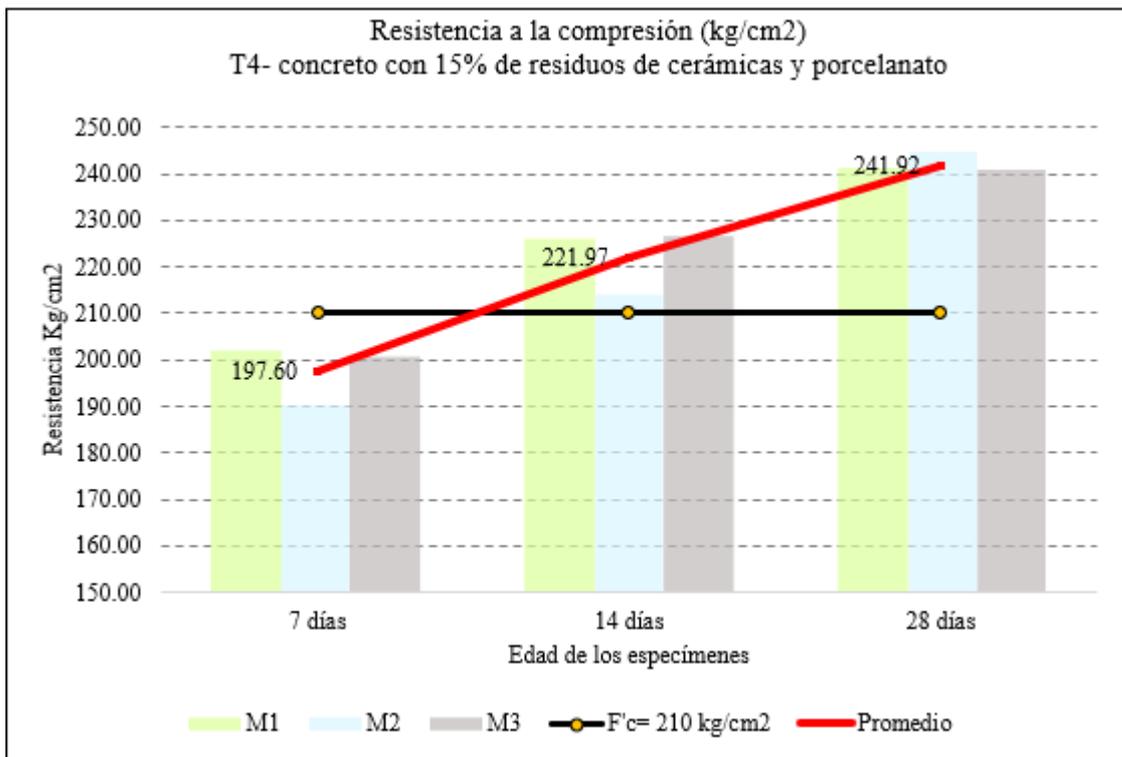


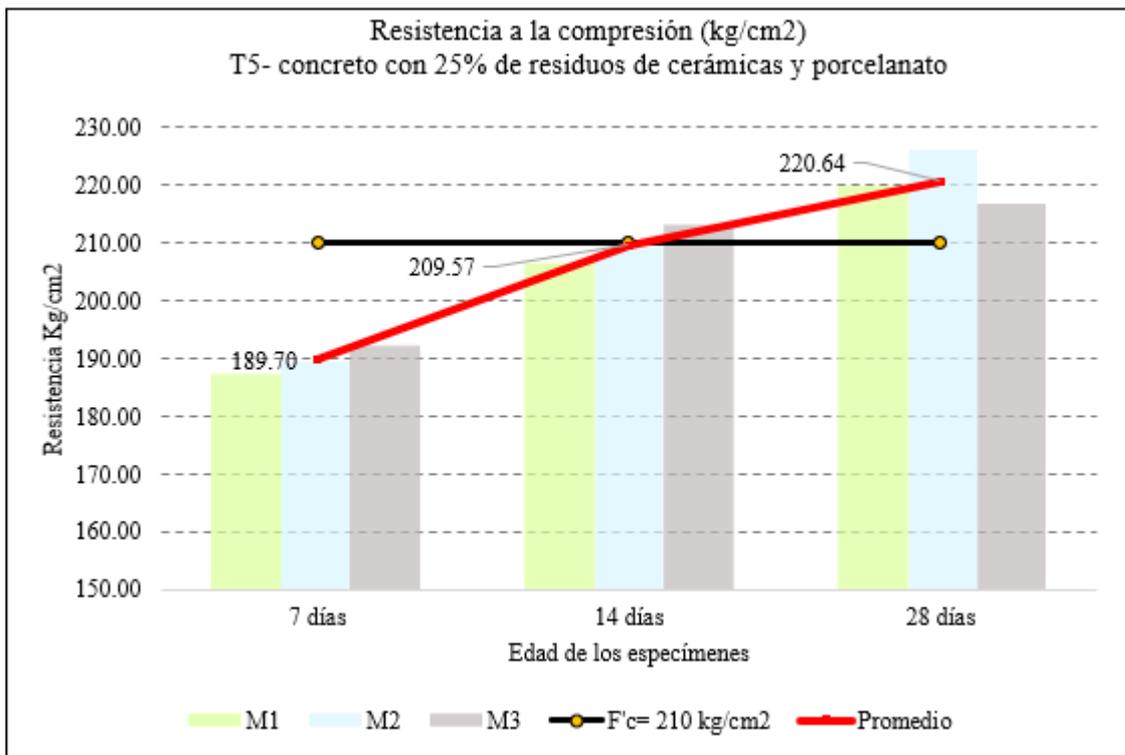
Tabla 35.

Resistencia a la compresión, concreto T5 – 25% de residuos de cerámicas y porcelanato

Resistencia a la compresión (kg/cm2)	Edad de ruptura		
	7 días	14 días	28 días
M1	187.30	206.40	219.66
M2	189.40	209.30	225.75
M3	192.40	213.00	216.51
Promedio	189.70	209.57	220.64
Desviación estándar	2.56	3.31	4.70
Coefficiente de variación	1.35%	1.58%	2.13%

Figura 56.

Resistencia a la compresión, T5 - concreto con 25% de residuos de cerámicas y porcelanato



5.1.4. Costos del concreto

El concreto patrón tiene un costo de 293.45 soles, y seguidamente se tiene la determinación del costo para el tratamiento T2 con 2.5 de residuos de cerámica y 2.5 de residuos de porcelanato con un costo de 300.49 soles. El costo se va incrementando con el aumento del porcentaje de sustitución, a partir de ello se obtienen costos de 306.70, 312.09 y 320.39 para los porcentajes de 10, 15 y 25% respectivamente, de sustitución del agregado fino, no obstante se debe tener en consideración la relación de costo beneficio, el cual es favorable en cuanto a su resistencia, ya que para una resistencia optima de 15 % se tiene una variación en costo total de 18.64 soles por metro cubico que equivale al 6.35% del costo del concreto patrón, siendo un rango aceptable en relación a los beneficios de resistencia obtenidos para dicho porcentaje.

Tabla 36.

Costo total por metro cubico del concreto con porcentajes de sustitución.

Descripción	Mano de obra	Materiales	Equipos y herramientas	Costo total (S/)
CONCRETO CON 0% DE CERÁMICA Y 0% DE PORCELANATO	25.00	262.90	5.55	293.45
CONCRETO CON 2.5% DE CERÁMICA Y 2.5% DE PORCELANATO	25.00	269.94	5.55	300.49
CONCRETO CON 5% DE CERÁMICA Y 5% DE PORCELANATO	25.00	276.15	5.55	306.70
CONCRETO CON 7.5% DE CERÁMICA Y 7.5% DE PORCELANATO	25.00	281.54	5.55	312.09
CONCRETO CON 12.5% DE CERÁMICA Y 12.5% DE PORCELANATO	25.00	289.84	5.55	320.39

5.1.5. Comparación del concreto convencional y el concreto con residuos de cerámica y porcelanato

El concreto convencional está representado por el tratamiento T1 con 0% de residuos de cerámica y porcelanato, mientras que los demás tratamientos representan el concreto elaborado con diferentes porcentajes de sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato. En la Tabla 37 y Figura 57, se puede observar como la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 7 días presenta valores máximos de 197.60 kg/cm², alcanzados al sustituir el 15% de agregado fino por 7.5% de residuos de cerámica y 7.5% de residuos de porcelanato, mientras que el valor promedio más bajo es 181.70 kg/cm², alcanzado por el concreto patrón. En la Tabla 38 y Fig. 58, se muestran los resultados del ensayo de compresión a los 14 días, donde se puede observar que los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato tienen mayores valores promedio de resistencia a la compresión (Concreto con 5%, 10%, 15% y 25%) que el concreto convencional sin residuos de cerámica y porcelanato. En la Tabla 39 y Figura 59, se muestra la resistencia a compresión de los especímenes de concreto a una edad de ruptura de 28 días, donde al igual que para la edad de 7 y 14 días, se observa que la mayor resistencia a la compresión promedio se alcanza al sustituir el agregado fino por 15% de residuos de cerámica y porcelanato, validando que al utilizar este material residual, se puede conseguir un concreto sostenible, que no solo presente mejores características técnicas que el concreto convencional, sino que también garantice un aporte al medio ambiente por la reutilización de un material de desecho en la ciudad de Chota.

Tabla 37.

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 7 días

% De sustitución	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Resistencia máxima (kg/cm ²)	Resistencia máxima promedio (kg/cm ²)
T1 – Concreto patrón (0 %)	15.2	30.1	12.55	188.3	181.7
	14.9	30.0	12.46	178.5	
	15.0	30.0	12.47	178.4	
T2 – 5 % (2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato)	15.0	30.0	12.58	179.6	188.7
	15.0	30.1	12.67	200.9	
	15.0	30.0	12.61	185.6	
T3 – 10 % (5 % de cerámica y 5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.60	202.8	195.3
	15.0	29.9	12.55	186.1	
	15.0	30.0	12.69	197.1	
T4 – 15 % (7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato)	15.0	30.1	12.63	201.7	197.6
	15.0	30.0	12.57	190.4	
	15.0	30.0	12.62	200.7	
T5 – 25 % (12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato)	15.1	30.0	12.60	187.3	189.7
	15.1	30.1	12.57	189.4	
	15.1	30.1	12.65	192.4	

Figura 57.

Resistencia a la compresión a los 7 días

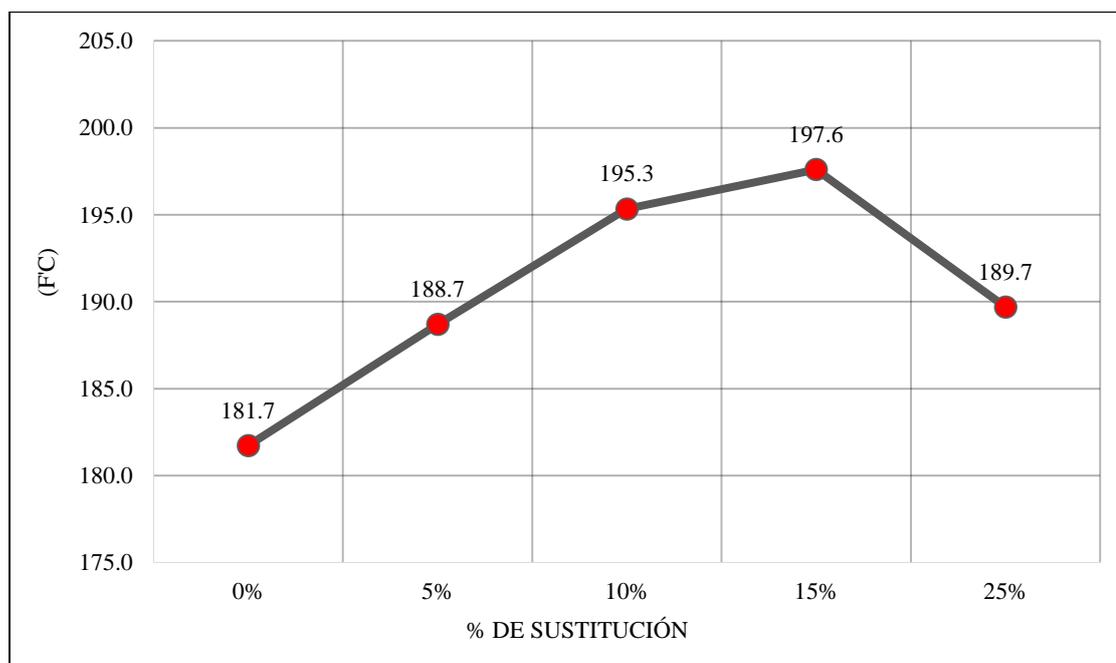


Tabla 38.

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 14 días

% De sustitución	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Resistencia máxima (kg/cm ²)	Resistencia máxima promedio (kg/cm ²)
T1 – Concreto patrón (0 %)	15.0	30.0	12.57	204.5	204.9
	15.0	30.0	12.08	206.9	
	15.1	30.1	12.65	203.4	
T2 – 5 % (2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.64	208.0	207.0
	15.0	30.0	12.56	200.5	
	15.0	30.0	12.47	212.6	
T3 – 10 % (5 % de cerámica y 5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.64	210.4	213.1
	15.1	30.1	12.63	201.7	
	15.0	30.0	12.65	227.2	
T4 – 15 % (7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.70	225.8	222.0
	15.0	30.0	12.47	213.7	
	15.0	30.0	12.50	226.4	
T5 – 25 % (12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.72	206.4	209.6
	15.1	30.0	12.49	209.3	
	15.1	30.1	12.60	213.0	

Figura 58.

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 14 días

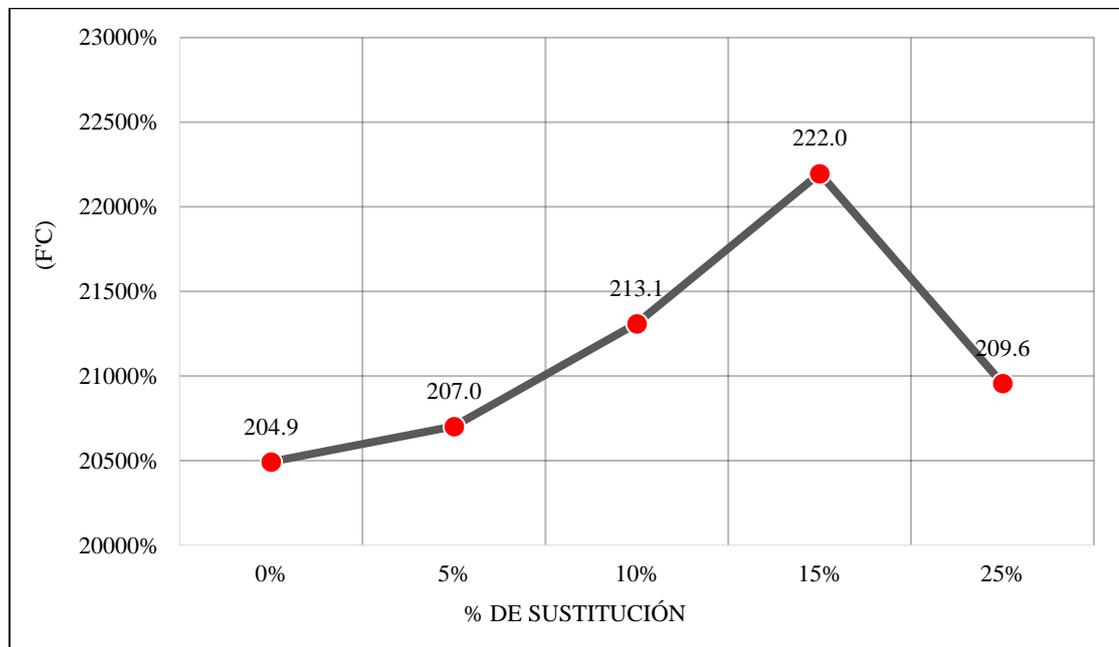


Tabla 39.

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 28 días

% De sustitución	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Peso (kg)	Resistencia máxima (kg/cm ²)	Resistencia máxima promedio (kg/cm ²)
T1 – Concreto patrón (0 %)	15.0	30.0	12.60	228.1	208.8
	15.1	30.1	12.61	203.6	
	15.0	30.0	12.58	194.7	
T2 – 5 % (2.5 % de cerámica y 2.5 % de porcelanato)	15.0	30.1	12.65	217.8	214.4
	15.0	30.1	12.68	223.3	
	15.0	30.1	12.64	202.2	
T3 – 10 % (5 % de cerámica y 5 % de porcelanato)	15.1	30.1	12.68	230.8	237.7
	15.0	30.1	12.67	234.1	
	15.0	30.0	12.67	248.2	
T4 – 15 % (7.5 % de cerámica y 7.5 % de porcelanato)	15.0	30.0	12.6	240.9	241.9
	15.0	30.0	12.74	244.2	
	15.0	30.0	12.55	240.7	
T5 – 25 % (12.5 % de cerámica y 12.5 % de porcelanato)	15.2	30.2	12.63	219.7	220.6
	15.0	30.0	12.48	225.8	
	15.1	30.1	12.50	216.5	

Figura 59.

Resistencia a la compresión de los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato a los 28 días

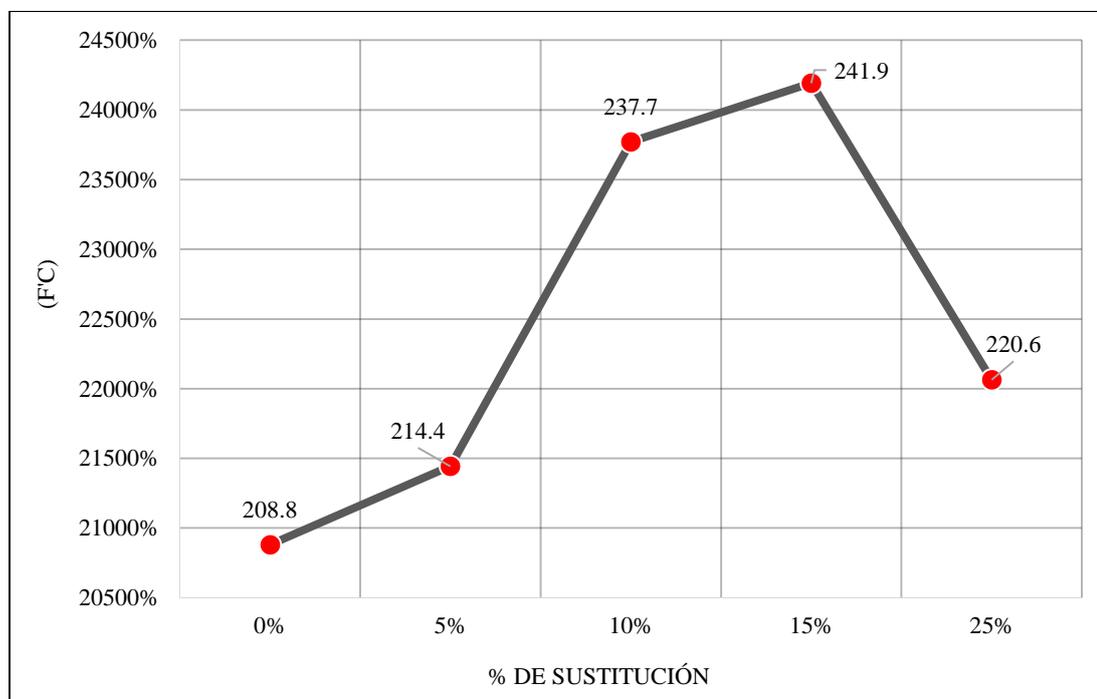


Figura 60.

Resistencia a la compresión promedio según edad de las muestras

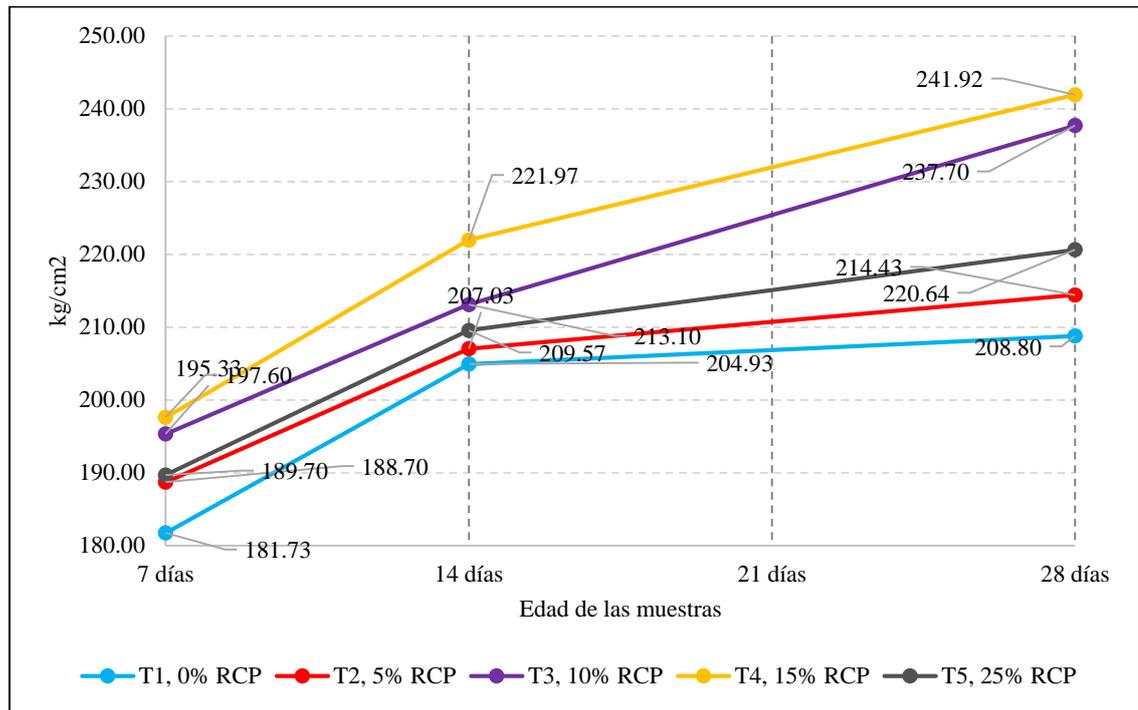
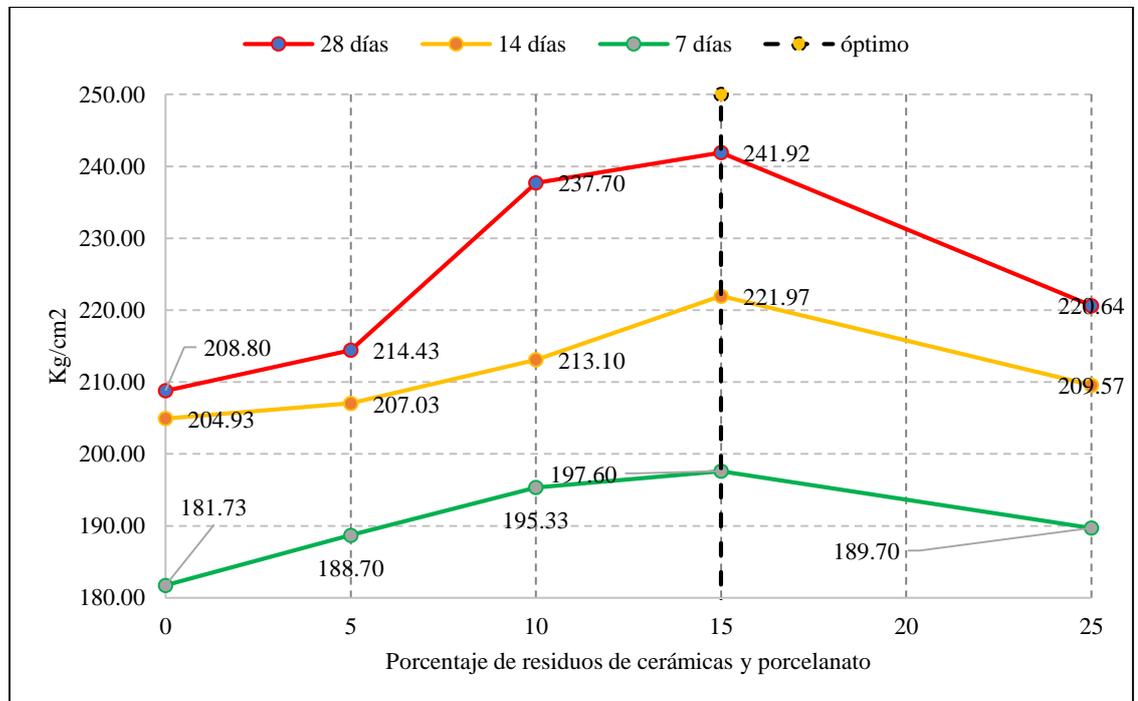


Figura 61.

Resistencia a la compresión promedio de los especímenes según porcentaje de sustitución de residuos de cerámica y porcelanato a los 7, 14 y 28 días



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

En el laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, se determinaron las propiedades de los agregados (Agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera Chuyabamba), y las propiedades de los residuos de cerámicas y residuos de porcelanato, mientras que con el apoyo de un laboratorio externo en la ciudad de Cajamarca se obtuvieron los resultados de ensayos químicos para los agregados fino, grueso, residuos de cerámica y porcelanato. Determinando así que el agregado grueso cumple parcialmente los requisitos de la NTP 400.037 (INACAL, 2018), estando entre ellos los parámetros químicos de la tabla N° 41 los cuales se encuentran por debajo de los porcentajes máximos permisibles para cloruros y sulfatos los cuales son 0.1% y 1% respectivamente según señala la mencionada norma técnica peruana. En cambio el agregado fino presenta un módulo de finura, porcentaje que pasa el tamiz N° 200 y gradación que no cumplen con los valores estándar de la NTP 400.037 (INACAL, 2018), pero cumple con lo especificado para el análisis químico que señala como valores máximos de 0.1 % para cloruros y 1.20% para sulfatos, ya que los datos obtenidos (tabla 41) se encuentran por debajo de estos porcentajes. Cabe mencionar que a pesar de no cumplir con ciertos requisitos, puede y ha sido utilizado en la elaboración de concreto debido a que el Reglamento Nacional de Edificaciones y la misma norma técnica peruana contempla que un agregado puede ser utilizado aun cuando no cumpla los requisitos dados, siempre y cuando, logre los parámetros de diseño al elaborar el concreto, por tanto los agregados naturales son aceptables debido a sus antecedentes de uso en obras públicas y privadas. Los residuos de cerámicas y residuos de porcelanato procesados para ser utilizados como agregado fino, cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 400.037 (INACAL, 2018) para la elaboración de concreto convencional cuyas propiedades se

muestran en la Tabla 40; así mismo, se puede observar en la Tabla 42 y 43, que este agregado fino elaborado a partir de materiales de residuo, presenta un menor contenido de humedad respecto al agregado fino, un mayor módulo de finura, una menor cantidad de material que pasa el tamiz N° 200, un peso específico similar con pequeñas variaciones en decimales, con un mayor peso unitario suelto y compactado para los residuos de cerámica, mientras que para los residuos de porcelanato estos valores son menores. Debido a esta diferencia en las características de los materiales naturales y el material de remplazo, se ha tenido que plantear una corrección por humedad en el diseño de mezclas de concreto patrón, para determinar las cantidades de remplazo de arena por material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato, tal como se muestra en la Figura 62.

Tabla 40.

Propiedades de las materias primas utilizadas en la elaboración de concreto con residuos de cerámicas y porcelanato

Propiedades de las materias primas	Agregados naturales		Agregado fino elaborado de residuos	
	Agregado fino	Agregado grueso	Cerámica	Porcelanato
Contenido de humedad	1.07%	0.32%	0.29%	0.23%
Módulo de finura o TMN	2.28	3/4"	2.81	2.91
Cantidad que pasa tamiz N° 200	6.74%	0.75%	1.84%	2.09%
Peso específico (gr/cm ³)	2.58	2.62	2.54	2.55
Absorción	1.05%	0.64%	4.09%	2.51%
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1420.55	1387.34	1739.93	1173.71
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1580.98	1535.23	1620.79	1331.78
Abrasión		25.31%		

Tabla 41.

Análisis químico del AF de la cantera Conchan y del AG de la cantera Chuyabamba.

Componente	Agregado Fino		Agregado grueso	
	ppm	%	ppm	%
Potencial de hidrógeno	7.80		7.60	
Cloruros	49.90	0.0050	48.70	0.0049
Sulfatos	53.50	0.0054	53.20	0.0053
Sales solubles	3210.00	0.321	3120.00	0.312

Tabla 42.

Porcentaje de las propiedades del residuo de cerámica respecto al AF de la cantera Conchán

Propiedades de las materias primas	Agregado fino	Cerámica	Porcentaje de representación respecto al agregado fino
Contenido de humedad	1.07%	0.29%	27.50%
Módulo de finura o TMN	2.28	2.81	123.49%
Cantidad que pasa tamiz N° 200	6.74%	1.84%	27.25%
Peso específico (gr/cm3)	2.58	2.54	98.32%
Absorción	1.05%	4.09%	389.59%
Peso unitario suelto (kg/m3)	1420.55	1739.93	122.48%
Peso unitario compactado (kg/m3)	1580.98	1620.79	102.52%

Tabla 43.

Porcentaje de las propiedades del residuo de porcelanato respecto al AF de la cantera Conchán

Propiedades de las materias primas	Agregado fino	Porcelanato	Porcentaje de representación respecto al agregado fino
Contenido de humedad	1.07%	0.23%	21.88%
Módulo de finura o TMN	2.28	2.91	127.74%
Cantidad que pasa tamiz N° 200	6.74%	2.09%	30.96%
Peso específico (gr/cm3)	2.58	2.554	98.83%
Absorción	1.05%	2.51%	238.65%
Peso unitario suelto (kg/m3)	1420.55	1173.71	82.62%
Peso unitario compactado (kg/m3)	1580.98	1331.78	84.24%

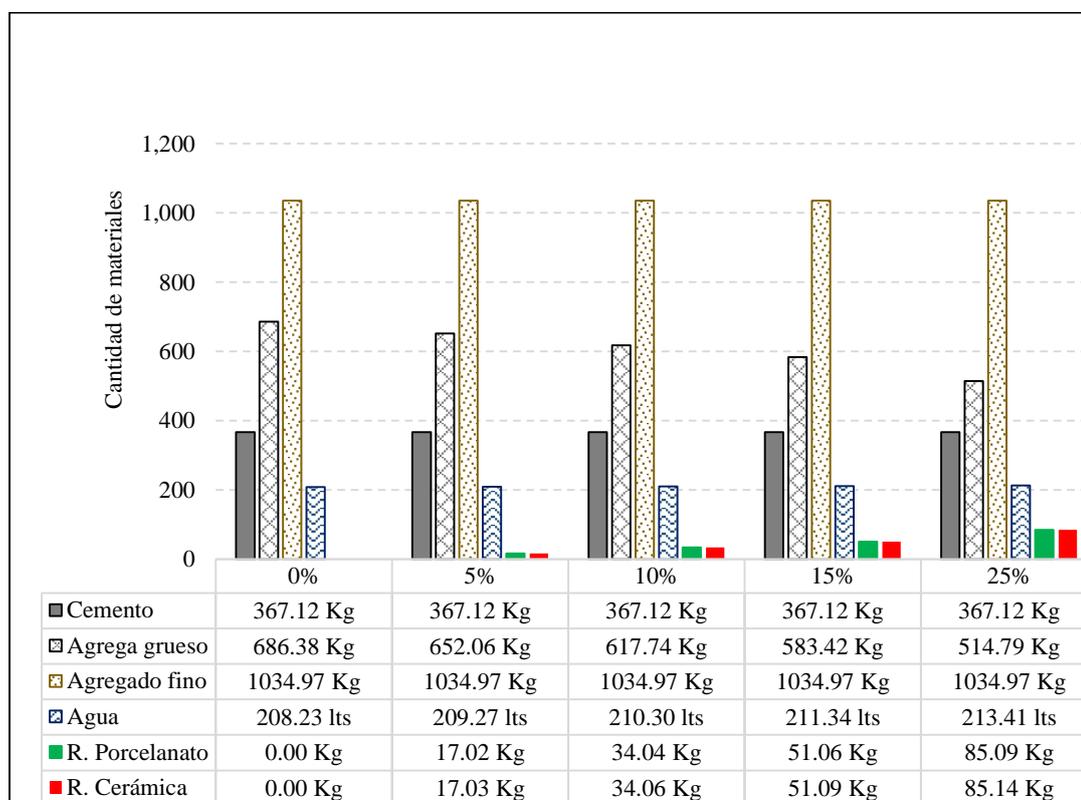
Tabla 44.

Análisis químico en porcentajes de los residuos de cerámica y porcelanato.

Componente		Cerámica	Porcelanato
		%	%
Óxido de silicio	(SiO ₂)	65.12	57.5
Óxido de aluminio	(Al ₂ O ₃)	15.2	28
Óxido férrico	(Fe ₂ O ₃)	4.07	3.9
Óxido de calcio	(CaO)	4.96	1.1
Óxido de magnesio	(MgO)	0.6	1.22
Óxido de sodio	(Na ₂ O)	3.6	1.81
Óxido de potasio	(K ₂ O)	2.7	1.15

Figura 62.

Cantidad de materiales para 1 m³ de concreto según porcentaje de sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato



Con las proporciones determinadas en el diseño de mezclas para un concreto “f’c= 210 kg/cm²”, se elaboraron los especímenes de concreto con residuos de cerámica y porcelanato como sustituto al 5, 10, 15 y 25% del peso del agregado fino de la cantera Conchán. Las probetas de concreto fueron elaboradas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, luego fueron curadas según las especificaciones de las normas técnicas peruanas, para ser ensayadas a 7, 14 y 28 días. Al determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato reciclado, se verificó que las propiedades en estado fresco (Tabla 45, 46, 47, 48 y 49) como el asentamiento (slump) y el contenido de aire van disminuyendo según se incrementa el porcentaje de sustitución del agregado fino por residuos de cerámicas y porcelanato, mientras que el peso unitario y la temperatura se

incrementan debido a las propias características de la materia residual que se está incorporando al concreto, tales resultados son típicos de estos análisis como lo muestran Mateus y Gelves (2020), Jasim et al. (2019), Viera y Chicaiza (2018), Zito, Irassar y Rahhal (2016), entre otros. Así mismo, la resistencia a la compresión va en aumento según se incrementa la cantidad de residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional (Tabla 50, 51, 52 y 53), pero presentando una ligera disminución al adicionar cantidades mayores a 15%, tales como 25% de RCP, asemejándose así los resultados encontrados a los de otras investigaciones nacionales y regionales (Rojas, 2019; Villarroel, 2017; Mori, 2019; Ruiz, 2020 y Quiliche, 2020).

Tabla 45.

Propiedades de la mezcla de concreto en estado fresco elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato

Diseño	Residuos de cerámicas y porcelanato	Slump	Temperatura	C. De Aire	Peso unitario (Kg/m³)
T1	0%	3 1/4	18.53	1.70%	2292.86
T2	5%	2 1/2	18.57	1.60%	2337.14
T3	10%	2 3/8	18.50	1.60%	2360.01
T4	15%	2	18.97	1.50%	2368.54
T5	25%	1 1/5	18.83	1.50%	2379.17

Tabla 46.

Porcentaje de asentamiento del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Slump	Porcentaje de representación respecto al T1
T1 - 0% de RCP	3 3/4	100.00%
T2 - 05% RCP	3 1/2	93.58%
T3 - 10% RCP	3	80.21%
T4 - 15% RCP	2 1/2	66.84%
T5 - 25% RCP	1 1/2	40.11%

Tabla 47.

Porcentaje de temperatura del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Temperatura	Porcentaje de representación respecto al T1
T1 - 0% de RCP	20.20	100.00%
T2 - 05% RCP	19.60	97.03%
T3 - 10% RCP	20.80	102.97%
T4 - 15% RCP	20.60	101.98%
T5 - 25% RCP	19.80	98.02%

Tabla 48.

Porcentaje de contenido de aire del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	C. de aire	Porcentaje de representación respecto al T1
T1 - 0% de RCP	2.10%	100.00%
T2 - 05% RCP	1.90%	90.48%
T3 - 10% RCP	1.60%	76.19%
T4 - 15% RCP	1.50%	71.43%
T5 - 25% RCP	1.30%	61.90%

Tabla 49.

Porcentaje de peso unitario del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Peso unitario (Kg/m3)	Porcentaje de representación respecto al T1
T1 - 0% de RCP	2292.86	100.00%
T2 - 05% RCP	2337.14	101.93%
T3 - 10% RCP	2360.01	102.93%
T4 - 15% RCP	2368.54	103.30%
T5 - 25% RCP	2379.17	103.76%

Tabla 50.

Propiedades en estado endurecido del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato

Diseño	Residuos de cerámicas y porcelanato	Resistencia a la compresión (kg/cm2) según edad de ruptura de especímenes		
		7 días	14 días	28 días
T1	0%	181.73	204.93	208.80
T2	5%	188.70	207.03	214.43
T3	10%	195.33	213.10	237.70
T4	15%	197.60	221.97	241.92
T5	25%	189.70	209.57	220.64

Tabla 51.

Porcentaje de resistencia a la compresión a los 7 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Residuos de cerámicas y porcelanato	Resistencia a la compresión	Porcentaje respecto a la resistencia del concreto patrón
		7 días	
T1	0%	181.73	100.00%
T2	5%	188.7	103.84%
T3	10%	195.33	107.48%
T4	15%	197.6	108.73%
T5	25%	189.7	104.39%

Tabla 52.

Porcentaje de resistencia a la compresión a los 14 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Residuos de cerámicas y porcelanato	Resistencia a la compresión	Porcentaje respecto a la resistencia del concreto patrón
		14 días	
T1	0%	204.93	100.00%
T2	5%	207.03	101.02%
T3	10%	213.1	103.99%
T4	15%	221.97	108.32%
T5	25%	209.57	102.26%

Tabla 53.

Porcentaje de resistencia a la compresión a los 28 días del concreto elaborado con residuos de cerámicas y porcelanato respecto al concreto convencional

Diseño	Residuos de cerámicas y porcelanato	Resistencia a la compresión	Porcentaje respecto a la resistencia del concreto patrón
		28 días	
T1	0%	208.8	100.00%
T2	5%	214.43	102.70%
T3	10%	237.7	113.84%
T4	15%	241.92	115.86%
T5	25%	220.64	105.67%

El incremento del peso unitario del concreto, se da a medida que se incrementa la adición de residuos de cerámica y porcelanato, en comparación al concreto patrón, al incorporar el 15 % de la adición en el diseño de concreto el peso unitario se incrementa llegando a un valor promedio del 2.93 % (Tabla 49), no obstante, el peso unitario del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato se mantiene dentro de los rangos permisibles.

Los resultados del contenido de aire en el concreto disminuyen ligeramente (Tabla 48). El contenido de aire sigue siendo aceptable ya que para el diseño se utilizó un porcentaje del 2.00 % y los valores obtenidos no difieren en gran magnitud, teniéndose así valores entre 1.3 y 1.9 % como valores mínimos y máximos.

La adición de residuos de cerámica y porcelanato produce una disminución en la trabajabilidad a medida que se va incrementando el porcentaje de sustitución (Tabla 46). Este es uno de los motivos para plantear la elección de un porcentaje óptimo de sustitución que mejora sus propiedades y a la vez continúa con una trabajabilidad aceptable para moldearse; debido a que el porcentaje de sustitución de 25% presenta muy poca trabajabilidad y difícil moldeado.

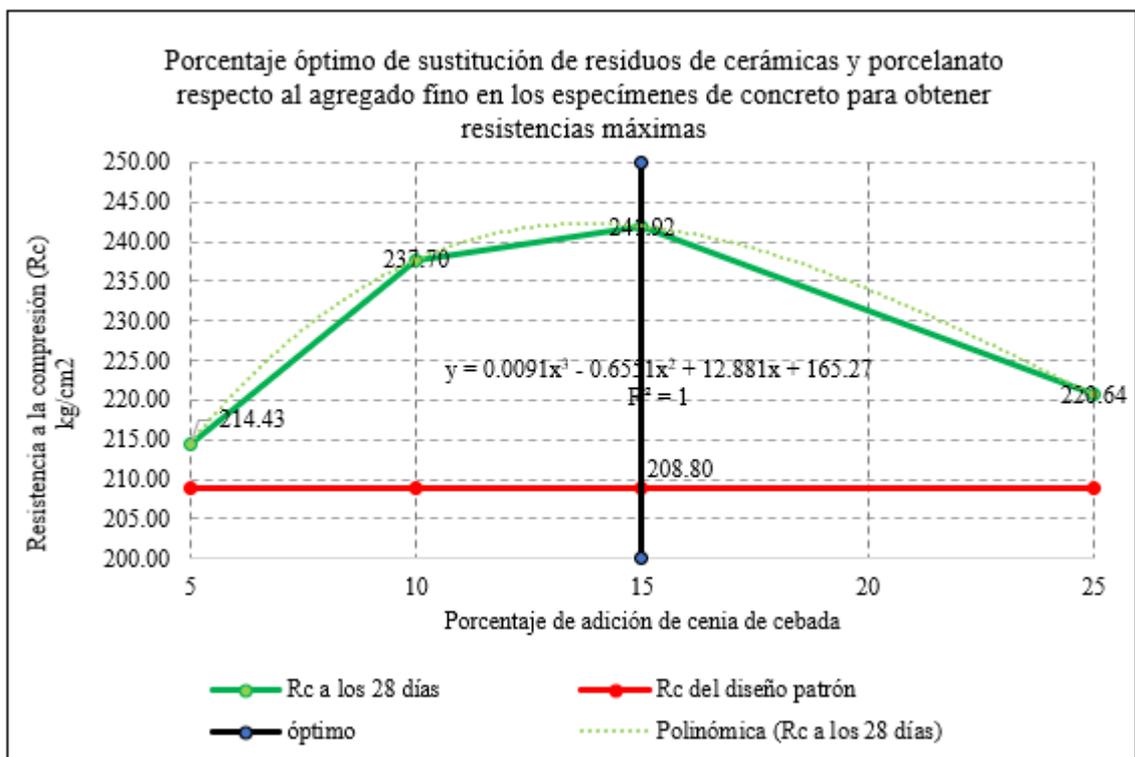
Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión varían según el porcentaje empleado, es así que el porcentaje de residuos de cerámica y porcelanato que logra mayores beneficios (15%) presenta un 8.73 % de incremento de resistencia a la compresión respecto al concreto patrón a los 7 días (Tabla 51), mientras que a los 14 días tenemos un incremento del 8.32% (Tabla 52), y finalmente a los 28 días presenta un incremento de resistencia a la compresión del 15.9% con respecto al concreto patrón (Tabla 53).

Por tanto, al comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato y el concreto convencional, se

determinó que desde el punto de vista técnico el porcentaje óptimo de sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato es el 15%, este valor es menor al obtenido por Mateus y Gelves (2020) quienes sugieren un porcentaje óptimo de 25%, pero estos utilizan no solo residuos de cerámica y porcelanatos sino la mezcla de otros residuos de construcción, pero mayor al dado por Rojas (2019) y Viera y Chicaiza (2018) que sugieren un porcentaje adecuado de 10% de cerámica triturada, debido a que no solo analizan el concreto para elementos estructurales $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sino también como mortero estructural para su uso en el asentado de muros; no obstante Sampaio, Martinelli & Gomes (2017) sugieren el mismo porcentaje de sustitución de residuos cerámicos de 15%, considerando que con ese porcentaje logran una mezcla trabajable y con mayor fuerza que el concreto convencional.

Figura 63.

Porcentaje óptimo de sustitución de residuos de cerámicas y porcelanato respecto al agregado fino en los especímenes de concreto para obtener resistencias máximas



5.3. Contrastación de hipótesis

El análisis estadístico de la varianza (ANOVA) se realizó mediante el software Minitab 19, con el fin de aceptar la hipótesis nula (H_0) o aceptar la hipótesis alternativa (H_1). Si el valor-p (probabilidad) es menor que el nivel de significancia (0.05) rechazamos H_0 , pero si el valor-p es mayor que el nivel de significancia aceptamos H_0 .

El modelo estadístico que más se ajusta a los datos es el Modelo lineal general, y las hipótesis que analizaremos son las siguientes:

- H_0 : No hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.
- H_1 : Si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños.

Tabla 54.

Análisis de varianza en software Minitab 19

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
DISEÑO	5	67685	11280,8	152,21	0,000
EDAD	3	13306	4435,5	59,85	0,000
Error	74	5484	74,1		
Falta de ajuste	18	1495	83,1	1,17	0,319
Error puro	56	3989	71,2		
Total	83	86475			

En la tabla 54 el valor-p es 0.00 y es menor que el valor de significancia de 0.05, por tanto, rechazamos la hipótesis nula (H_0) y aceptamos la hipótesis alternativa (H_1); entonces podemos aseverar si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños y concluimos que no todas las medias son iguales ya que la resistencia a la compresión se ve afectada por los factores de diseño y edad.

CAPÍTULO VI.

PROPUESTA

Como propuesta se realiza un nuevo diseño de mezcla empleando el método Walker, el cual toma en consideración tablas de relación al perfil del agregado (redondeado o angular), el módulo de finura del agregado fino, el tamaño máximo nominal del agregado grueso y la cantidad de bolsas de cemento obtenido durante la secuencia de diseño. Para la realización del procedimiento de diseño se tuvo en consideración los datos obtenidos de los análisis del agregado grueso, agregado fino, residuos de cerámica y residuos de porcelanato y los datos del porcentaje óptimo de sustitución (15%) mediante el método ACI, así como el asentamiento recomendado para cimentaciones, vigas y columnas ya que el diseño estará enfocado en las estructuras, esencialmente columnas del proyecto “Mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el ámbito de la ciudad de Chota provincia de Chota Cajamarca componente 1: adecuados ambientes para la prestación del servicio de seguridad ciudadana y componente 2: adecuado sistema de video vigilancia y comunicación para realizar el servicio de seguridad ciudadana”.

El diseño de mezclas parte del cálculo de la resistencia promedio para un “concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con un porcentaje de sustitución del 15 %”, luego se ha seleccionado el tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso, cuyo valor fue $\frac{3}{4}$ ". Así mismo, el tipo de estructura al cual se proyecta su utilización las cuales son las columnas del proyecto “Mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el ámbito de la ciudad de Chota provincia de Chota Cajamarca componente 1: adecuados ambientes para la prestación del servicio de seguridad ciudadana y componente 2: adecuado sistema de video vigilancia y comunicación para realizar el servicio de

seguridad ciudadana”, eligiéndose debido a ello un asentamiento mínimo de 1” y un máximo de 4”, (asentamiento para cimentaciones, vigas y columnas). Seguidamente se determinó el volumen unitario de agua en relación al TMN, el Slump y la característica del agregado grueso (agregado angular), equivalente a 204 lts/m³. Debido a que el concreto no estará expuesto a condiciones extremas, no se consideró la incorporación de aire, es así que se determinó el contenido de aire atrapado a partir del TMN del AG siendo 2.0%. La relación agua/cemento fue seleccionada a partir de la resistencia de diseño para un concreto sin aire incorporado, obteniendo luego de la interpolación de los valores una relación A/C de 0.68. Con este dato se dio paso al cálculo de la cantidad de cemento, estimado a partir de la división del volumen de agua entre la relación A/C, con lo que se obtuvo una cantidad de 300.13 kg, equivalentes a 7.06 bolsas de cemento de 42.5 kg. Posterior a ello se determina la suma de los componentes (cemento + agua + aire) sin incluir los agregados arrojando un valor de 0.321 m³ y la diferencia entre este valor y 1 m³ es la cantidad total de agregados para el diseño el cual es de 0.679 m³. Para determinar el peso del agregado fino, se tiene que obtener su porcentaje en relación a la cantidad de agregado total a partir de valores dados para este método de diseño según el tamaño máximo nominal y perfil del agregado grueso, cantidad de cemento (expresado en bolsas) y el módulo de finura del agregado fino, los valores ingresados fueron TMN 3/4" para un agregado grueso angular, 7.06 bolsas de cemento y un módulo de finura del agregado fino de 2.3, datos que arrojan un porcentaje de 42.88% del agregado total el cual al ser convertido en volumen equivale a 0.291 m³ de agregado fino. Para el agregado grueso será la diferencia del volumen de agregado total y el volumen de agregado fino arrojando 0.388 m³; estos datos obtenidos son multiplicados por su peso específico de 2.58 gr/cm³ para agregado fino y 2.62 gr/cm³ para agregado grueso, determinando así un peso de agregado fino de 750.69 Kg y para

agregado grueso 1015.65 Kg. Todos estos valores obtenidos durante el diseño representan la cantidad de materiales en estado seco, a los cuales se realiza la corrección por humedad respectiva para obtener los valores a ser utilizados en la preparación de la mezcla, y con ello calcular el aporte de agua por humedad y el agua efectiva para la mezcla (Tabla 56). Estos nuevos valores corregidos representan las proporciones de diseño para la elaboración de concreto con la sustitución de agregado fino por residuos de cerámica y porcelanato respecto al 15 % del peso al ser este un porcentaje óptimo de sustitución. (Tabla 57).

Tabla 55.

Datos para diseño por el método Walker.

Características del Agregado Grueso	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1387.34 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1535.23 kg/m ³
Peso específico	2624.65 kg/m ³
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Porcentaje de Absorción	0.64%
Porcentaje de Humedad	0.32%
Perfil del Agregado	angular
Características del Agregado Fino	
Descripción	Resultado
Peso Unitario Suelto	1420.55 kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1580.98 kg/m ³
Peso específico	2582.44 kg/m ³
Módulo de Fineza	2.28
Porcentaje de Absorción	1.05%
Porcentaje de Humedad	1.07%
Características del Agua	
Descripción	Resultado
Peso específico	998.77 kg/m ³

Tabla 56.

Resultados diseño en estado seco y aporte de agua por el método Walker.

Material	Estado seco	Corregidos por humedad	Aporte de agua
Cemento	300.13 kg		
A. Fino	638.09 kg	644.85 kg	0.06 l
A. Grueso	1015.65 kg	1018.90 kg	-3.25 l
R. cerámica	56.30 kg	56.47 kg	-2.14 l
R. porcelanato	56.30 kg	56.43 kg	-1.28 l
Agua	204		

Tabla 57.

Resultados diseño en estado húmedo y proporciones en pesos por el método Walker.

Material	Estado húmedo	Proporciones
Cemento	300.13 kg	1.00
A. Fino	644.85 kg	2.15
A. Grueso	1018.90 kg	3.39
R. cerámica	56.47 kg	0.19
R. porcelanato	56.43 kg	0.19
Agua efectiva	210.61	29.82 lts/bls.

Las proporciones para el concreto a utilizar en obra serian de 3.25 latas de arena, 5.22 latas de piedra chancada, 0.23 latas de residuos de cerámica y 0.34 latas de residuos de porcelanato el cual equivale a un 15% de sustitución de residuos de cerámica y porcelanato por agregado fino, dicho porcentaje fue determinado como óptimo para alcanzar una resistencia de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y puede ser utilizado en el concreto en columnas del proyecto en mención.

CONCLUSIONES

1. La evaluación del concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato evidencia mejores características físicas hasta un determinado porcentaje de sustitución del agregado fino con relación a las del concreto convencional, así como un incremento en la resistencia a la compresión para las propiedades mecánicas determinándose de esta manera el porcentaje óptimo de sustitución.
2. El concreto “ $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, fue elaborado con cemento Pacasmayo Tipo I, agregado fino procesado formado por la trituración de residuos de cerámica y porcelanato, y agregados de la provincia de Chota (AG de la cantera Chuyabamba y AF de la cantera Conchán), que aun cuando estos no cumplen algunos parámetros, se consideran aceptables según lo indica la NTP 400.037. Así mismo, las cantidades de remplazo de arena por residuos de cerámica y porcelanato reciclado, al 5%, 10%, 15% y 25%, fueron 17.02 kg, 34.04 kg, 51.06 kg y 85.09 kg para los residuos de porcelanato y 17.03 kg, 34.06 kg, 51.09 y 85.14 kg para los residuos de cerámica, respectivamente.
3. El concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato como sustituto parcial del agregado fino, presenta una disminución en la trabajabilidad, lo que hace más difícil su disposición en obra para porcentajes de sustitución superiores al 15%, así mismo, con el incremento de la utilización de los residuos triturados se incrementa el peso unitario del concreto en estado fresco, esto debido a la reducción de vacíos, pero cabe mencionar que un concreto con bajo contenido de vacíos es más resistente a la abrasión y a ambientes agresivos, así lo demuestra el incremento

de la resistencia a la compresión en el concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato.

4. El concreto elaborado con residuos de cerámica y porcelanato presenta mejores características técnicas que el concreto convencional. La utilización de residuos de cerámica y porcelanato en el concreto con un porcentaje de sustitución del AF de 15%, incrementa la resistencia a la compresión en más del 15% respecto del concreto patrón, además de optimizar las propiedades del mismo.

RECOMENDACIONES

1. Para el procesamiento de residuos de cerámica y porcelanato se recomienda un sistema mecanizado con la finalidad de mantener sus características físicas, mismas que cumplen con la NTP 400.037, y a la vez abaratar los costos de producción.
2. Se recomienda la consideración de residuos de cerámica y porcelanato como un componente más del concreto debido a los aportes a sus propiedades principales.
3. Se sugiere tomar en cuenta que es necesario garantizar un buen almacenamiento de los residuos de cerámica y porcelanato debido a la influencia del contenido de humedad y absorción sobre estos.
4. Es pertinente realizar más investigaciones que busquen incorporar otro tipo de materiales cerámicos al concreto, tales como: desperdicios de unidades de albañilería, teja de arcilla y otro tipo de cerámicas, que se puedan obtener del reciclaje de los residuos de construcción y demolición, o de las ladrilleras artesanales ubicadas en la ciudad de Bambamarca.
5. También se espera que los resultados de la investigación sean aplicados para utilizar este nuevo concreto en la elaboración de otros materiales, como bloques de albañilería, adoquines para pavimento, mortero para asentado de muros, entre otros fines, ya que se ha demostrado los beneficios técnicos del uso de residuos de cerámica y porcelanato como sustituto del AF para la elaboración de concreto “ $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y problemas)*. Editorial San Marcos E.I.R.L. <https://afly.co/vnt4>
- Amorós, J.O., Centurión, M.A., y Hoyos, M.W. (2017). Uso de material reciclado en la fabricación de concreto. *Caxamarca*, 16(2), 37-43. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3098>
- ASTM C 1064. (2017). Standard test method for temperature of freshly mixed Portland cement concrete. American Society for Testing and Materials – ASTM International.
- Behar, D.S. (2008). *Metodología de la investigación*. Ediciones Shalom.
- Cuellar, J. (2000). *Desarrollo y caracterización de un gress porcelánico*. [Tesis de maestría en Ciencias con especialidad en ingeniería cerámica, Universidad Autónoma de Nuevo León, México].
- Culma, A.C. y Rojas, F.J. (2018). *Caracterización mineralógica y física de los agregados de la cantera Rodeb y Acopios, aplicada a concretos y filtros*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
- De Matos, P.R., Prudêncio, L.R., Lima, A., Pelisser, F., Gleize, P.J.P. (2018). Use of porcelain polishing residue as a supplementary cementitious material in self-compacting concrete. *Construction and Building Materials*, 193(1), 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.10.228>
- De Matos, P. R., Jiao, D., Roberti, F., Pelisser, F., & Gleize, P. J. (2020). Rheological and hydration behaviour of cement pastes containing porcelain polishing residue and different water-reducing admixtures. *Construction and Building Materials*, 262, 120850. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120850>
- De Matos, P. R., de Oliveira, A. L., Pelisser, F., & Prudêncio Jr, L. R. (2018). Rheological behavior of Portland cement pastes and self-compacting concretes containing porcelain polishing residue. *Construction and building materials*, 175, 508-518. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.212>
- El-Abidi, K. M. A., Mijarsh, M. J. A., & Abas, N. F. (2020). Properties of porcelain influenced concrete. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/19648189.2019.1684383>
- España Exportación e Inversiones. (ICEX, 2020). *Revestimientos cerámicos en Perú*. ICEX.
- Giraldo, G. (2003). *Manual de agregados para el hormigón*, 2ª Ed. Universidad Nacional De Colombia.

- Gutiérrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Manizales Colombia. ISBN 958-9322-82-4. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/9302>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MC Graw Hill México.
- Hurtado, J.V. (2014). Determinación del módulo de rotura en vigas de hormigón, fabricado con materiales procedentes de la Cantera Ramírez, para $f_c=21$ MPa. [Trabajo de Graduación previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, Universidad Central del Ecuador]. dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2575
- Instituto Nacional de la calidad. (INACAL, 2019). *NTP 339.088. Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos. 3ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 334.009. Cementos. Cemento Pórtland. Requisitos. 7ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 400.017. Agregados. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.* INACAL.
- INACAL. (2018). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 400.021. Agregados. Densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. Método de ensayo.* INACAL.
- INACAL. (2018). *NTP 400.022. Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2018). *NTP 339.185. Agregados. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 400.019. Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 400.020. Agregados. Determinación de la resistencia al desgaste en agregados gruesos de tamaño grande por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. Método de ensayo.* INACAL.
- INACAL. (2020). *NTP 400.018. Agregados. Determinación de materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado $75 \mu\text{m}$ (No. 200) por lavado en agregados. Método de ensayo. 4ª Ed.* INACAL.

- INACAL. (2018). NTP 400.037. *Agregados. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Ed.* INACAL.
- INACAL. (2015). NTP 339.035. *Concreto. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2019). NTP 339.046. *Concreto. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Ed.* INACAL.
- INACAL. (2018). NTP 339.184. *Concreto. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2a Ed.* INACAL.
- Jasim, M. J., Noh, M. Z., Zaidan, S. A., Ibrahim, M. H. W., Durumin-Iya, S. G., & Abdullah, M. M. (2019). Thermal Properties of Concrete by Replacement Sand with Porcelain Waste. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 59(2), 291-298.
- Li, L. G., Zhuo, Z. Y., Kwan, A. K. H., Zhang, T. S., & Lu, D. G. (2020). Cementing efficiency factors of ceramic polishing residue in compressive strength and chloride resistance of mortar. *Powder Technology*, 367, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.03.050>
- Mateus, C.A., y Gelves, D.A. (2020). *Evaluación de resistencia en morteros de cemento con agregado RCD*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia].
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (MTC, 2016). *Manual de ensayos de materiales*. MTC.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2018). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma E.060. Concreto armado*. MVCS.
- Mori, H. (2019). *La resistencia a la compresión e impermeabilidad de concretos con agregados reciclados en comparación de concretos tradicionales*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín].
- Municipalidad Provincial de Chota. (MPCH, 2018). *Plan de desarrollo Urbano, PDU 2017 – 2027*. MPCH.
- Ordinola, A. (2014). *Diseños experimentales. Análisis de varianza para el diseño completamente al azar (DCA)*. Universidad Nacional de Tumbes. <https://afly.co/w194>
- Pacheco, F.& Jalali, S. (2010). Reusing ceramic wastes in concrete. *Construction and Building Materials*, 24 (5), 832-838.

- Paredes, A. (2019). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con adición de vidrio reciclado molido*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3339>
- Pasquel, E. (1993). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú, 2da ed.* Colección de Ingenieros del Perú. <https://afly.co/vns4>
- Quiliche, J. R. (2019). *Resistencia a la compresión axial del concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando puzolana volcánica, Cajamarca 2019*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/23568>
- Restrepo, Ó.J. (2011). *Baldosas cerámicas y gres porcelánico: Un mundo en permanente evolución*. Centro Editorial Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.
- Rivero, G.A. (2016). *Concreto simple*. Universidad del Cauca.
- Rivva, E. (2011). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Editorial Universitaria.
- Rojas, A. E. (2019). *Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/21287>
- Romero, A.F. y Hernández, J.C. (2014). *Diseño de mezclas de hormigón por el método A.C.I. y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a la compresión*. [Tesis de grado, Universidad de Santo Tomás de Bogotá D.S.].
- Ruiz, E. (2020). *Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018*. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24744>
- Sampaio, Z. L. M., Martinelli, A. E., & Gomes, T. S. (2017). Formulation and characterization of structural lightweight concrete containing residues of porcelain tile polishing, tire rubber and limestone. *Cerâmica*, 63(368), 530-535. <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132017633682139>
- Sanchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y el mortero*. Bhandar Editores Ltda.
- Suárez, A.M. y Vera, J.A. (2017). *Caracterización físico mecánica y mineralógica de los agregados extraídos del depósito acopios en Sopó Cundinamarca para su uso en pavimentos*. [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás].
- Torre, A. (2004). *Curso básico de tecnología del concreto para ingenieros civiles*. Universidad Nacional de Ingeniería.

- Viera, P., y Chicaiza, C. (2018). Uso de residuos cerámicos como sustituto del cemento para fabricación de morteros. *Revista Ciencia*, 20(1), 35-44. <http://dx.doi.org/10.24133/ciencia.v20i1.554>
- Villarroel, J. A. (2017). Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/1019>
- WISE. (2021). *Propiedades físicas, químicas y mecánicas de los triturados y agregados*. <https://blog.wise.com.mx/propiedades-fisicas-quimicas-y-mecanicas-de-los-triturados-y-agregados>
- Yau, N. (2005). Levantamiento de acabados de piso y losas postensadas *I+D Tecnológico*, 4(1), 7-16. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/612>
- Zito, S., Irassar, E., Rahhal, V. (2016). Estudio sobre pastas y morteros de cemento Portland con remplazo por loza sanitaria. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 7(2), 57-66.

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de consistencia

Autor: CELIS TAPIA MEDINA

Título: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
<p>¿El concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato presentará mejores características físicas y mecánicas que el concreto convencional, para su uso en las construcciones de la ciudad de Chota?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato a fin de conocer si mejora las características físicas y mecánicas del concreto convencional</p>	<p>H1: Si hay diferencia significativa en las mediciones de resistencia a la compresión entre diseños; por tanto, el concreto elaborado adicionando residuos de cerámica y porcelanato presenta mejores características físicas y mecánicas que el concreto convencional, para su uso en las edificaciones Chotanas.</p>	<p>Técnicas Observación Ensayos de laboratorio</p>
	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> – Determinar las cantidades de remplazo de arena por material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato reciclado, para obtener un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, aplicando el diseño de mezclas de concreto ACI. – Determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con material proveniente de la trituración de cerámica y porcelanato reciclado. – Comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto adicionando residuos de cerámica y porcelanato y el concreto convencional, para conocer el mejor tipo de concreto desde el punto de vista técnico. 		<p>Instrumentos Fotografías Formatos de ensayos de laboratorio</p>

Anexo N° 2. Panel fotográfico

Figura 1.

Residuos de cerámica y porcelanato de una edificación en el distrito de chota.



Fecha: 16/11/19.

Figura 2.

Residuos de cerámica y porcelanato a orillas del rio chotano.



Fecha: 16/11/19.

Figura 3.

Realizando la visita y recolección del agregado grueso de la cantera Chuyabamba.



Fecha: 18/11/19.

Figura 4.

Realizando el chancado de los residuos de cerámica.



Nota: Se realizó el chancado total de la cantidad requerida (2019).

Fecha: 25/11/19

Figura 5.

Realizando el chancado de los residuos de porcelanato.



Nota: Se realizó el chancado total de la cantidad requerida (2019).

Fecha: 30/11/19.

Figura N°6

Realizando el proceso de cuarteado del agregado grueso.



Nota: Se realizó antes de cada ensayo (2019).

Fecha: 19/11/19.

Figura N°7

Realizando el lavado del agregado grueso para el ensayo de peso específico y absorción.



Nota: Con este proceso se elimina toda impureza del agregado (2019).

Fecha: 28/11/19.

Figura N°8

Realizando el ensayo de granulometría en el agitador mecánico de tamices.



Nota: el ensayo se realizó por tres veces evitando la pérdida de material (2019).

Fecha: 20/11/19.

Figura N°9

Realizando el movimiento de la fiola durante el ensayo de peso específico del agregado fino.



Nota: Se eliminaron todos los vacíos antes de tomar nota del peso (2019).

Fecha: 02/12/19.

Figura N°10

Preparación de los materiales (cerámica y porcelanato).



Nota: Se obtuvo el peso total del material necesario para los ensayos y probetas (2019)

Fecha: 04/12/19.

Figura N°11

Realizando el ensayo de porcentaje que pasa la malla N°200 de cerámica y porcelanato.



Nota: Se lavó el material hasta que el agua salga totalmente clara (2019).

Fecha: 10/12/19.

Figura N°12

Realizando el ensayo de peso unitario compactado de porcelanato.



Nota: Se realizó por tres veces, después del cuarteo (2019).

Fecha: 11/12/19.

Figura N°13

Realizando el ensayo de peso unitario compactado de la cerámica.



Nota: Se realizó por tres veces, después del cuarteo (2019).

Fecha: 11/12/19.

Figura N°14

Realizando el ensayo de peso específico y absorción para la cerámica.



Nota: Se realizó por tres veces, después del cuarteo (2019).

Fecha: 12/12/19.

Figura N°15

Realizando la preparación de la mezcla de concreto con adición.



Nota: Se realizó teniendo en cuenta la NTP 339.183 (2019).

Fecha: 19/12/19.

Figura N°16

Realizando el ensayo para determinar el asentamiento del concreto.



Nota: Se realizó en tres capas con 25 golpes (2019).

Fecha: 03/01/20.

Figura N°17

Realizando el ensayo para determinar el contenido de aire en el concreto.



Nota: Se realizó un correcto enraizado a fin de no tener variaciones (2019).

Fecha: 07/01/20.

Figura N°18

Realizando las probetas de concreto con adición.



Nota: Se realizó tres lecturas por cada tanda de probetas (2019).

Fecha: 15/01/20.

Figura N°19

Realizando las probetas de concreto con adición.



Nota: Se realizó en tres capas cada una y golpeando 12 veces con el martillo de goma (2019).

Fecha: 21/01/20.

Figura N°20

Realizando el ensayo a compresión de probetas cilíndricas.



Nota: Se realizó el ensayo según lo indicado en la NTP 339.034 (2019).

Fecha: 03/01/20.

Figura N°21

Falla de la probeta durante en el ensayo a compresión.



Nota: La falla es de tipo 3 según la NTP 339.034 (2019).

Fecha: 07/01/20.

Figura N°22

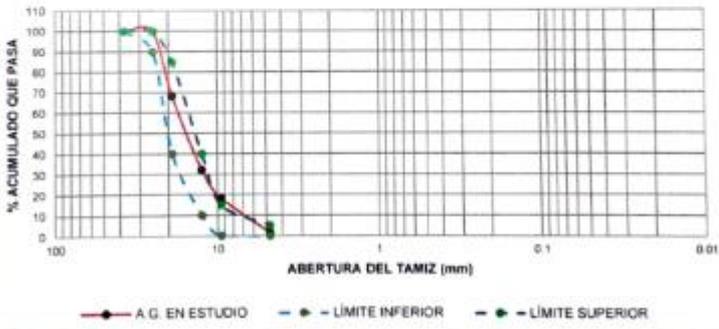
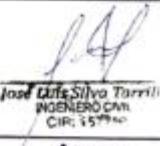
Probeta ensayada a los 7 días con 25 % de adición.



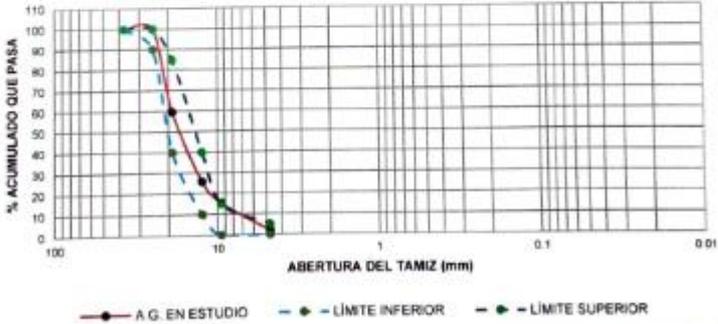
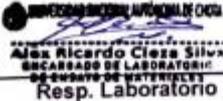
Nota: La falla evidencia la presencia de cerámica y porcelanato (2019). Fecha: 21/01/20.

Anexo N° 3. Ensayos físico-mecánicos al agregado fino y grueso

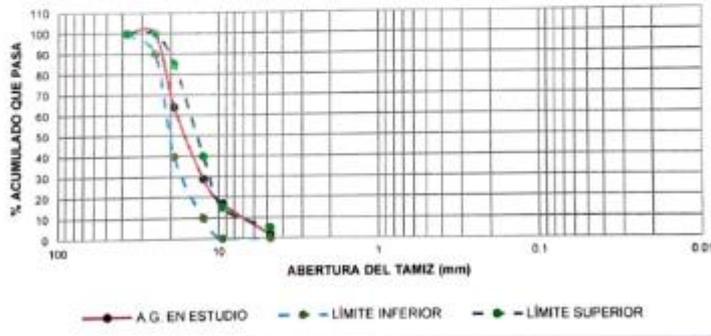
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO Análisis Granulométrico del Agregado Grueso					
ORIGEN:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	8018.20 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00				
FECHA:	19 y 20 Noviembre de 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	2747.60 gr	34.27%	34.27%	65.73%
1/2"	12.7 mm	2806.10 gr	35.00%	69.26%	30.74%
3/8"	9.51 mm	989.30 gr	12.34%	81.60%	18.40%
#4	4.76 mm	1365.80 gr	17.03%	98.64%	1.36%
Fondo	-----	109.40 gr	1.36%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.2 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:		2.15
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
—●— A.G. EN ESTUDIO - - -●- - - LÍMITE INFERIOR - - -●- - - LÍMITE SUPERIOR					
OBSERVACIONES:					
 Asesor RICARDO CIEZA SILVA ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		01		 José Luis Silva Torral INGENIERO CIVIL CIR: 157940	
_____ Resp. Laboratorio		_____ Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico del Agregado Grueso					
ORIGEN:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	8018.10 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00				
FECHA:	19 y 20 Noviembre de 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	3240.60 gr	40.42 %	40.42 %	59.58 %
1/2"	12.7 mm	2712.00 gr	33.82 %	74.24 %	25.76 %
3/8"	9.51 mm	840.10 gr	10.48 %	84.72 %	15.28 %
#4	4.76 mm	1079.90 gr	13.47 %	98.19 %	1.81 %
Fondo	-----	145.50 gr	1.81 %	100.00 %	0.00 %
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.10 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:	2.23	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
OBSERVACIONES:					
 <p>ALDO RICARDO CIEZA SILVA ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio</p>			02	 <p>José Luis Silva Tarrillo INGENIERO CIVIL CIP: 157740</p> <hr/> Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico del Agregado Grueso					
ORIGEN:	Chuyabamba - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	8018.15 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00				
FECHA:	19 y 20 Noviembre de 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	2895.05 gr	36.11%	36.11%	63.89%
1/2"	12.7 mm	2807.70 gr	35.02%	71.12%	28.88%
3/8"	9.51 mm	966.05 gr	12.05%	83.17%	16.83%
#4	4.76 mm	1221.50 gr	15.23%	98.41%	1.59%
Fondo	-----	127.85 gr	1.59%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		8018.15 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		3/4"	MF:	2.18	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		03	 José Luis Silva Torral INGENIERO CIVIL CIR. 15794		
_____ Resp. Laboratorio		_____ Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



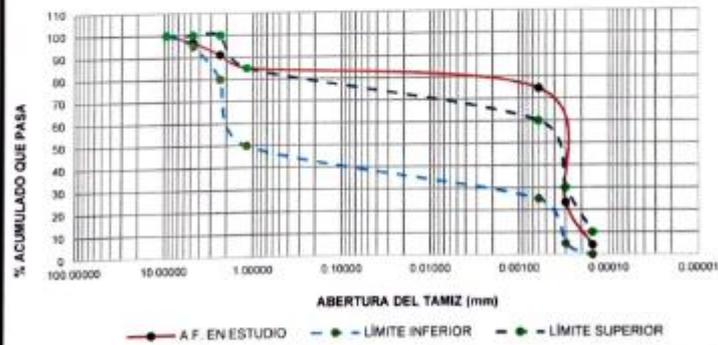
LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Análisis Granulométrico del Agregado Fino

ORIGEN:	Conchán - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	18 y 19 de Noviembre de 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	33.50 gr	3.35 %	3.35 %	96.65 %
# 8	2.36 mm	55.30 gr	5.53 %	8.88 %	91.12 %
# 16	1.18 mm	60.60 gr	6.06 %	14.94 %	85.06 %
# 30	600.00 um	104.90 gr	10.49 %	25.43 %	74.57 %
# 50	300.00 um	513.40 gr	51.34 %	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:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

1

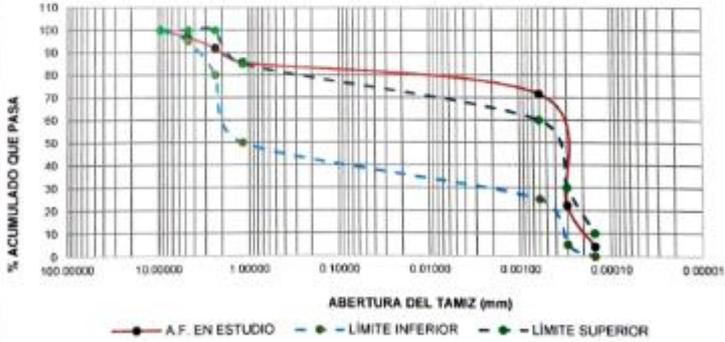
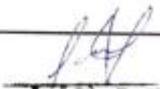
Jose Luis Silva Torral
Jose Luis Silva Torral
INGENIERO CIVIL
CIP: 15779

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:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	18 y 19 de Noviembre de 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	29.50 gr	2.95 %	2.95 %	97.05 %
# 8	2.36 mm	42.50 gr	4.25 %	7.20 %	92.80 %
# 16	1.18 mm	67.10 gr	6.71 %	13.91 %	86.09 %
# 30	600.00 um	174.20 gr	17.42 %	31.33 %	68.67 %
# 50	300.00 um	474.80 gr	47.48 %	78.81 %	21.19 %
# 100	150.00 um	170.90 gr	17.09 %	95.90 %	4.10 %
Fondo	-----	41.00 gr	4.10 %	100.00 %	0.00 %
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		#4	MF:	2.301	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
OBSERVACIONES:					
<p>Alex Ricardo Cabel Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</p>			<p><i>Jose Luis Silva Torrealba</i> INGENIERO CIVIL CIP: 13794</p>		
Resp. Laboratorio			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:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	18 y 19 de Noviembre de 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	31.50 gr	3.15 %	3.15 %	96.85 %
# 8	2.36 mm	48.90 gr	4.89 %	8.04 %	91.96 %
# 16	1.18 mm	63.85 gr	6.39 %	14.43 %	85.58 %
# 30	600.00 um	139.55 gr	13.96 %	28.38 %	71.62 %
# 50	300.00 um	494.10 gr	49.41 %	77.79 %	22.21 %
# 100	150.00 um	179.85 gr	17.99 %	95.78 %	4.23 %
Fondo	-----	42.25 gr	4.23 %	100.00 %	0.00 %
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00 %	-----	-----
TMN:		#4	MF:		2.276
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silve SECRETARIO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES <hr/> Resp. Laboratorio		3	 José Luis Silve Torreal INGENIERO CIVIL C.I.P. 33774 <hr/> Asesor		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



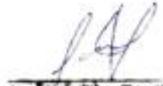
Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad
Total Evaporable del Agregado Grueso por secado

ORIGEN:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 4000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013		
FECHA:	18 y 19 de Diciembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	182.70 gr	182.90 gr	190.80 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	4182.70 gr	4182.90 gr	4190.80 gr
Peso del recipiente + muestra seca	4170.80 gr	4169.60 gr	4178.20 gr
Peso de la muestra húmeda	4000.00 gr	4000.00 gr	4000.00 gr
Peso de la muestra seca	3988.10 gr	3986.70 gr	3987.40 gr
Peso del agua	11.90 gr	13.30 gr	12.60 gr
Contenido de humedad	0.30 %	0.33 %	0.32 %
Contenido de humedad (Promedio)	0.32 %		

OBSERVACIONES:


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Alex Ricardo Celis Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


José Luis Silva Tarrillo
INGENIERO CIVIL
CIP: 157942

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:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013		
FECHA:	18 y 19 de Diciembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	271.80 gr	815.40 gr	285.10 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1273.80 gr	1184.40 gr	1284.10 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1263.60 gr	1180.30 gr	1273.70 gr
Peso de la muestra húmeda	1002.00 gr	339.00 gr	999.00 gr
Peso de la muestra seca	989.80 gr	365.90 gr	989.60 gr
Peso del agua	10.20 gr	4.10 gr	10.40 gr
Contenido de humedad	1.03%	1.12%	1.05%
Contenido de humedad (Promedio)	1.07%		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Turrillo
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 1579940

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:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013		
FECHA:	21 y 22 de noviembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	688.50 gr	586.80 gr	588.30 gr
Peso del recipiente + muestra	3688.50 gr	3586.80 gr	3588.30 gr
Peso seco de la muestra	3000.00 gr	3000.00 gr	3000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3667.30 gr	3563.50 gr	3565.70 gr
Peso seco de la muestra ensayada	2978.80 gr	2976.70 gr	2977.40 gr
Material que pasa la malla # 200	21.20 gr	23.30 gr	22.60 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.71%	0.78%	0.75%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.75%		

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Cessa Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Jose Luis Silva Torralba
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 157942

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 Fino**

ORIGEN:	Conchán - Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013		
FECHA:	21 y 22 de noviembre de 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	2370.40 gr	3509.40 gr	3518.10 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1871.60 gr	1863.20 gr	1860.80 gr
Material que pasa la malla # 200	128.40 gr	136.80 gr	139.20 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	6.42 %	6.84 %	6.96 %
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	6.74 %		

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

 Resp. Laboratorio

Jose Luis Silva Torreal
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 157947

 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 Densidad, la Densidad Relativa (Peso Especifico) del Agregado Grueso

ORIGEN:	Chuyabamba – Cajamarca - Cajamarca			
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 5000 gr como mínimo			
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis			
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.021: 2013			
FECHA:	28 y 29 de Noviembre de 2019			
	Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03	
Peso del recipiente	882.00 gr	297.20 gr	183.20 gr	
Peso de la muestra inicial + recipiente	5937.90 gr	5333.70 gr	5202.70 gr	
Peso de la muestra seca en el aire	5055.90 gr	5036.50 gr	5019.50 gr	
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5968.90 gr	5367.80 gr	5234.60 gr	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5086.90 gr	5070.60 gr	5051.40 gr	
Peso en el agua de la muestra saturada	3165.70 gr	3172.20 gr	3117.70 gr	
Peso final de la muestra + recipiente	5880.60 gr	5287.90 gr	5150.00 gr	
Peso final de la muestra después de la estufa	4998.60 gr	4990.70 gr	4966.80 gr	
Densidad del agua	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³	
Peso específico de masa (pem)	2.63 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³	
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.64 gr/cm ³	2.67 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³	
Peso específico aparente (Pea)	2.67 gr/cm ³	2.70 gr/cm ³	2.64 gr/cm ³	
Peso específico de masa (pem) Promedio	2.62 gr/cm ³			
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio	2.64 gr/cm ³			
Peso específico aparente (Pea) Promedio	2.67 gr/cm ³			

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Jose Luis Silva Tarmil
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 15794

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



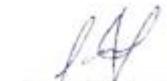
**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
del Agregado Grueso**

ORIGEN:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 5000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.021: 2013		
FECHA:	28 y 29 de Noviembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	882.00 gr	297.20 gr	183.20 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5937.90 gr	5333.70 gr	5202.70 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5055.90 gr	5036.50 gr	5019.50 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5968.90 gr	5367.80 gr	5234.60 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5086.90 gr	5070.60 gr	5051.40 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5880.60 gr	5287.90 gr	5150.00 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4998.60 gr	4990.70 gr	4966.80 gr
Absorción (Ab)	0.61%	0.68%	0.64%
Absorción (Ab) Promedio	0.64%		

OBSERVACIONES:


Alfonso Ricardo Cieza Silva
SOCIEDAD DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Torreal
INGENIERO CIVIL
CIP: 15794

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 Densidad, la Densidad Relativa (Peso Especifico) del Agregado Fino			
ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	02 y 03 de Diciembre de 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)	182.70 gr	182.70 gr	182.70 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	498.60 gr	498.60 gr	498.60 gr
Peso final de la muestra + tara	993.80 gr	992.80 gr	993.60 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.20 gr	494.20 gr	495.00 gr
Densidad del agua	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno)	2.58 gr/cm ³	2.57 gr/cm ³	2.60 gr/cm ³
Densidad (Saturada superficialmente seca)	2.60 gr/cm ³	2.61 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³
Densidad aparente	2.64 gr/cm ³	2.66 gr/cm ³	2.66 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.58 gr/cm ³		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.61 gr/cm ³		
Densidad aparente (Promedio)	2.65 gr/cm ³		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		 Jose Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIR: 157740	
Resp. Laboratorio		Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



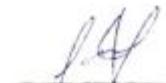
**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción
del Agregado Fino**

ORIGEN:	Conchán – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	02 y 03 de Diciembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500 gr	500 gr	500 gr
Peso de la tara	498.6 gr	498.6 gr	498.6 gr
Peso final de la muestra + tara	993.8 gr	992.80 gr	993.6 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	495.20 gr	494.20 gr	495.00 gr
Absorción (Ab)	0.97 %	1.17 %	1.01 %
Absorción (Ab) promedio	1.05 %		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

 Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Torreal
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 25774

 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:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011		
FECHA:	25 de Noviembre de 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	17.39 kg	17.41 kg
Volumen del molde	0.01 m ³	0.01 m ³	0.01 m ³
Peso del material	12.70 kg	12.73 kg	12.75 kg
Densidad de masa	1384.43 kg/m ³	1387.70 kg/m ³	1389.88 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1387.34 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	0.01 m ³	0.01 m ³	0.01 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	1534.86 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1535.23 kg/m ³		

OBSERVACIONES:

Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Jose Cieza Silva Torreal
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 157940

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:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011		
FECHA:	25 de Noviembre de 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	5.69 kg	5.59 kg	5.70 kg
Volumen del molde	0.003 m ³	0.003 m ³	0.003 m ³
Peso del material	4.05 kg	3.95 kg	4.05 kg
Densidad de masa	1431.46 kg/m ³	1396.89 kg/m ³	1433.30 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1420.55 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	6.11 kg	6.14 kg	6.09 kg
Volumen del molde	0.00 m ³	0.00 m ³	0.00 m ³
Peso del material	4.47 kg	4.49 kg	4.45 kg
Densidad de masa	1580.34 kg/m ³	1589.47 kg/m ³	1573.12 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1580.98 kg/m ³		
OBSERVACIONES:			
			
Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Tarrio INGENIERO CIVIL CIP: 35794	
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:	Chuyabamba – Chota - Cajamarca		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.019: 2014		
FECHA:	26 y 27 de Noviembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	891.15 gr	891.15 gr	891.15 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	3391.15 gr	3391.15 gr	3391.15 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	3391.15 gr	3391.15 gr	3391.15 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Muestra inicial (Después del secado)	4108.85 gr	4108.85 gr	4108.85 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado + recipiente	3945.80 gr	3973.70 gr	3961.20 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del lavado	3054.65 gr	3082.55 gr	3070.05 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del lavado.	1054.20 gr	1026.30 gr	1038.80 gr
Pérdida	25.66%	24.98%	25.28%
Pérdida (Promedio)	25.31%		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cleza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Tamari
INGENIERO CIVIL
CIR: 157742

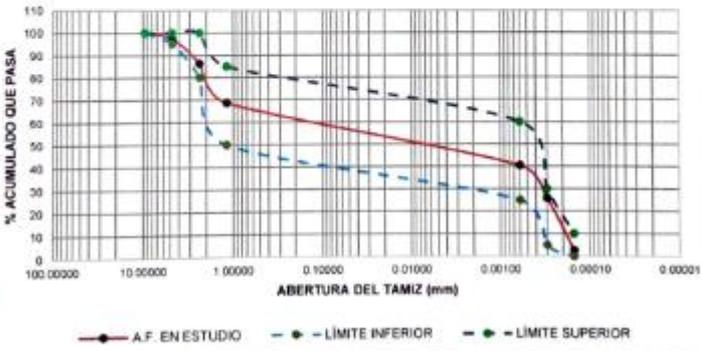
Asesor

Anexo N° 4. Ensayos físicos a los residuos de cerámica

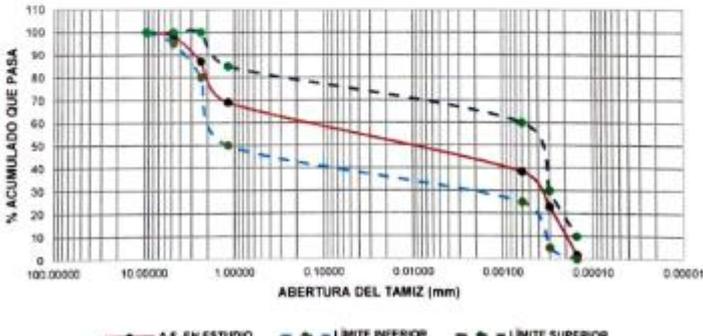
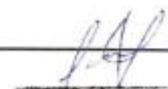
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

LABORATORIO DE MATERIALES					
INFORME DE ENSAYO Análisis Granulométrico de Cerámica Reciclada					
ORIGEN:		Chota - Chota - Cajamarca			
PESO DE LA MUESTRA:		1000 gr			
ENSAYADO POR:		Tapia Medina, Celis			
NORMA TÉCNICA:		NTP 400.012: 2013			
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):		0.00 %			
FECHA:		05 y 06 de Diciembre de 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	20.40 gr	2.04%	2.04%	97.96%
# 8	2.36 mm	119.40 gr	11.94%	13.98%	86.02%
# 16	1.18 mm	172.80 gr	17.28%	31.26%	68.74%
# 30	600.00 um	290.30 gr	29.03%	60.29%	39.71%
# 50	300.00 um	150.20 gr	15.02%	75.31%	24.69%
# 100	150.00 um	227.70 gr	22.77%	98.08%	1.92%
Fondo	-----	19.20 gr	1.92%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.81	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
—●— A.F. EN ESTUDIO - - -●- - - LÍMITE INFERIOR - - -●- - - LÍMITE SUPERIOR					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			 Jose Luis Silva Torreal INGENIERO CIVIL CIP: 45774		
_____ Resp. Laboratorio			_____ Asesor		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico de Cerámica Reciclada					
ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	05 y 06 de Diciembre de 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	26.30 gr	2.63%	2.63%	97.37%
# 8	2.36 mm	110.80 gr	11.08%	13.71%	86.29%
# 16	1.18 mm	175.30 gr	17.53%	31.24%	68.76%
# 30	600.00 um	283.50 gr	28.35%	59.59%	40.41%
# 50	300.00 um	145.40 gr	14.54%	74.13%	25.87%
# 100	150.00 um	232.30 gr	23.23%	97.36%	2.64%
Fondo	-----	26.40 gr	2.64%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.79	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
 <p style="text-align: center;"> ●— A.F. EN ESTUDIO -●- LÍMITE INFERIOR -●- LÍMITE SUPERIOR </p>					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silve <small>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</small> Resp. Laboratorio			2	 Jose Luis Silve Torreal <small>INGENIERO CIVIL CIP: 15774</small> Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico de Cerámica Reciclada					
ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	05 y 06 de Diciembre de 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	20.60 gr	2.06%	2.06%	97.94%
# 8	2.36 mm	108.60 gr	10.86%	12.92%	87.08%
# 16	1.18 mm	181.40 gr	18.14%	31.06%	68.94%
# 30	600.00 um	306.20 gr	30.62%	61.68%	38.32%
# 50	300.00 um	154.50 gr	15.45%	77.13%	22.87%
# 100	150.00 um	210.60 gr	21.06%	98.19%	1.81%
Fondo	-----	18.10 gr	1.81%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.83	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
—●— A.F. EN ESTUDIO - - -●- - - LÍMITE INFERIOR - - -●- - - LÍMITE SUPERIOR					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silva <small>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</small> <hr/> Resp. Laboratorio		3	 Jose Luis Silva Torreal <small>INGENIERO CIVIL CIP: 15774</small> <hr/> 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 Cerámica Reciclada por secado			
ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 1000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185: 2013		
FECHA:	02 y 03 de Enero de 2020		
Descripción		Datos y Resultados	
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	95.50 gr	84.30 gr	100.80 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1095.50 gr	1084.30 gr	1100.80 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1092.30 gr	1081.60 gr	1097.90 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	996.80 gr	997.30 gr	997.10 gr
Peso del agua	3.20 gr	2.70 gr	2.90 gr
Contenido de humedad	0.32%	0.27%	0.29%
Contenido de humedad (Promedio)	0.29%		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <hr/> Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Tarrillo INGENIERO CIVIL CIR: 15774 <hr/> 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. ° 200) por
 Lavado de Cerámica Reciclada**

ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013
FECHA:	10 y 11 de Diciembre de 2019

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	498.70 gr	1657.20 gr	1646.30 gr
Peso del recipiente + muestra	2498.70 gr	3657.20 gr	3646.30 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2461.40 gr	3621.50 gr	3608.90 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1962.70 gr	1964.30 gr	1962.60 gr
Material que pasa la malla # 200	37.30 gr	35.70 gr	37.40 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	1.86%	1.78%	1.87%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	1.84%		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Tarrillo
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15774

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 Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) de Cerámica Reciclada			
ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	12 y 13 de Diciembre de 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)	153.60 gr	153.60 gr	153.60 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	651.20 gr	651.20 gr	651.20 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	962.70 gr	962.50 gr	962.00 gr
Peso de la tara	85.70 gr	85.70 gr	85.70 gr
Peso final de la muestra + tara	565.70 gr	565.60 gr	566.80 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	480.00 gr	479.90 gr	481.10 gr
Densidad del agua	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno)	2.54 gr/cm ³	2.54 gr/cm ³	2.54 gr/cm ³
Densidad (Saturada superficialmente seca)	2.65 gr/cm ³	2.65 gr/cm ³	2.64 gr/cm ³
Densidad aparente	2.85 gr/cm ³	2.84 gr/cm ³	2.82 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.54 gr/cm ³		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.65 gr/cm ³		
Densidad aparente (Promedio)	2.84 gr/cm ³		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cloza Silva <small>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</small> <hr/> Resp. Laboratorio			
 Jose Luis Silva Torreal <small>INGENIERO CIVIL CIP: 15794</small> <hr/> 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 Cerámica Reciclada**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	12 y 13 de Diciembre de 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	85.70 gr	85.70 gr	85.70 gr
Peso final de la muestra + tara	585.70 gr	585.60 gr	586.80 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	480.00 gr	479.90 gr	481.10 gr
Absorción (Ab)	4.17%	4.19%	3.93%
Absorción (Ab) promedio	4.09%		

OBSERVACIONES:


Abel Ricardo Cieza Silva
COORDINADOR DEL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio


José Luis Silva Torreal
INGENIERO CIVIL
CIP: 15774

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 Cerámica
 Reciclada**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011
FECHA:	11 de Diciembre de 2019

Peso Unitario Suelto

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	6.57 kg	6.55 kg	6.58 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	4.92 kg	4.90 kg	4.93 kg
Densidad de masa	1741.11 kg/m ³	1734.03 kg/m ³	1744.65 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1739.93 kg/m ³		

Peso Unitario Variado

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	6.26 kg	6.27 kg	6.16 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	4.61 kg	4.62 kg	4.51 kg
Densidad de masa	1631.40 kg/m ³	1634.94 kg/m ³	1596.02 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1620.79 kg/m ³		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

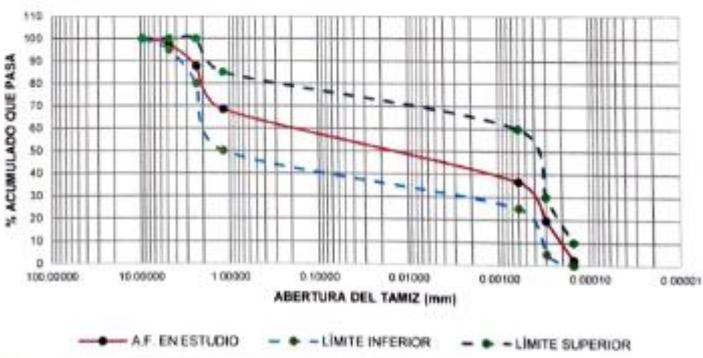
Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Tarril
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15794

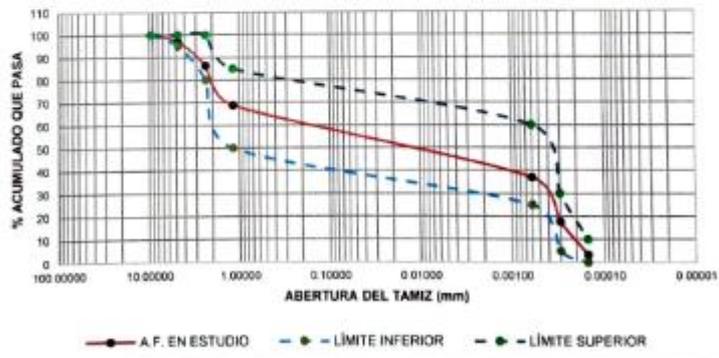
Asesor

Anexo N° 5. Ensayos físicos a los residuos de porcelanato

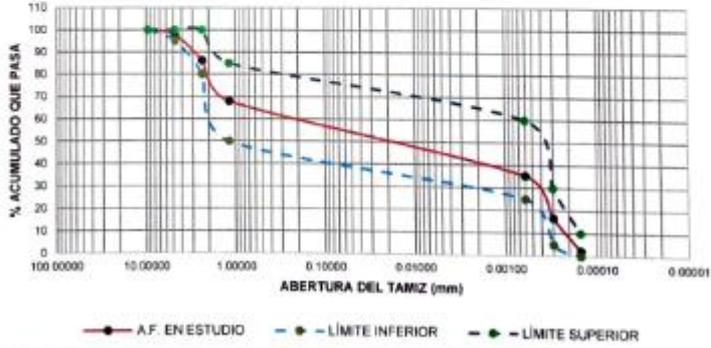
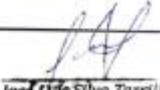
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico de Porcelanato Reciclado					
ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	04 y 05 de Diciembre de 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	26.20 gr	2.62%	2.62%	97.38%
# 8	2.36 mm	97.30 gr	9.73%	12.35%	87.65%
# 16	1.18 mm	192.50 gr	19.25%	31.60%	68.40%
# 30	600.00 um	317.20 gr	31.72%	63.32%	36.68%
# 50	300.00 um	170.80 gr	17.08%	80.40%	19.60%
# 100	150.00 um	173.30 gr	17.33%	97.73%	2.27%
Fondo	-----	22.70 gr	2.27%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.88	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
<p>—●— A.F. EN ESTUDIO -●- LÍMITE INFERIOR -●- LÍMITE SUPERIOR</p>					
OBSERVACIONES:					
 <p>Alex Ricardo Cleza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</p>			 <p>Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL C.I.R. 15794</p>		
Resp. Laboratorio			Asesor		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO Análisis Granulométrico de Porcelanato Reciclado					
ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	04 y 05 de Diciembre de 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	30.90 gr	3.09%	3.09%	96.91%
# 8	2.36 mm	105.70 gr	10.57%	13.66%	86.34%
# 16	1.18 mm	175.10 gr	17.51%	31.17%	68.83%
# 30	600.00 µm	318.40 gr	31.84%	63.01%	36.99%
# 50	300.00 µm	192.80 gr	19.28%	82.29%	17.71%
# 100	150.00 µm	144.20 gr	14.42%	96.71%	3.29%
Fondo	-----	32.90 gr	3.29%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.90	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cleza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		 Jose Clive Silva Torreal INGENIERO CIVIL CIR: 15794		2	
Resp. Laboratorio		Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 					
INFORME DE ENSAYO					
Análisis Granulométrico de Porcelanato Reciclado					
ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca				
PESO DE LA MUESTRA:	1000 gr				
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis				
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.012: 2013				
PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):	0.00 %				
FECHA:	04 y 05 de Diciembre de 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	23.20 gr	2.32%	2.32%	97.68%
# 8	2.36 mm	115.10 gr	11.51%	13.83%	86.17%
# 16	1.18 mm	182.40 gr	18.24%	32.07%	67.93%
# 30	600.00 um	326.30 gr	32.63%	64.70%	35.30%
# 50	300.00 um	185.30 gr	18.53%	83.23%	16.77%
# 100	150.00 um	145.50 gr	14.55%	97.78%	2.22%
Fondo	-----	22.20 gr	2.22%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	1000.00 gr	100.00%	-----
TMN:		#4	MF:	2.94	
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					
OBSERVACIONES:					
 Alex Ricardo Cieza Silva <small>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</small>		3	 José Luis Silva Torreal <small>INGENIERO CIVIL</small> Asesor		
Resp. Laboratorio			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 Porcelanato Reciclado por secado**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 1000 gr
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis
NORMA TÉCNICA:	NTP 339.185. 2013
FECHA:	02 y 03 de Enero de 2020

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	105.10 gr	97.20 gr	101.90 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	1105.10 gr	1097.20 gr	1101.90 gr
Peso del recipiente + muestra seca	1102.40 gr	1095.30 gr	1099.50 gr
Peso de la muestra húmeda	1000.00 gr	1000.00 gr	1000.00 gr
Peso de la muestra seca	997.30 gr	998.10 gr	997.60 gr
Peso del agua	2.70 gr	1.90 gr	2.40 gr
Contenido de humedad	0.27%	0.19%	0.24%
Contenido de humedad (Promedio)	0.23%		

OBSERVACIONES:

LABORATORIO NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
 Resp. Laboratorio

José Luis Silva Torrealba
INGENIERO CIVIL
CIR: 157940
 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. ° 200) por Lavado de Porcelanato Reciclado

ORIGEN:	Chota - Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 2000 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.018: 2013		
FECHA:	10 y 11 de Diciembre de 2019		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del recipiente	152.40 gr	170.80 gr	182.50 gr
Peso del recipiente + muestra	2152.40 gr	2170.80 gr	2182.50 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2110.50 gr	2121.30 gr	2148.70 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1958.10 gr	1950.50 gr	1966.20 gr
Material que pasa la malla # 200	41.90 gr	49.50 gr	33.80 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	2.10%	2.48%	1.69%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	2.09%		

OBSERVACIONES:

Alfonso Ricardo Cieza Silva
 SECRETARIO DE LABORATORIO
 DE ENSAYOS DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Jose Luis Silva Torrealba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 45779

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 Densidad, la Densidad Relativa (Peso Especifico) de Porcelanato Reciclado

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	16 y 17 de Diciembre de 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)	139.80 gr	139.80 gr	139.80 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	637.40 gr	637.40 gr	637.40 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	946.30 gr	946.70 gr	947.00 gr
Peso de la tara	151.60 gr	151.60 gr	151.60 gr
Peso final de la muestra + tara	638.80 gr	639.20 gr	640.10 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	487.20 gr	487.60 gr	488.50 gr
Densidad del agua	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³	0.99 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno)	2.55 gr/cm ³	2.55 gr/cm ³	2.56 gr/cm ³
Densidad (Saturada superficialmente seca)	2.61 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³	2.62 gr/cm ³
Densidad aparente	2.73 gr/cm ³	2.73 gr/cm ³	2.73 gr/cm ³
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.55 gr/cm ³		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.62 gr/cm ³		
Densidad aparente (Promedio)	2.73 gr/cm ³		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cleza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

 Resp. Laboratorio


José Luis Silva Tarril
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 157740

 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 Porcelanato Reciclado**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca		
PESO DE LA MUESTRA:	Para cada Ensayo 500.00 gr		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.022: 2013		
FECHA:	16 y 17 de Diciembre de 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	151.60 gr	151.60 gr	151.60 gr
Peso final de la muestra + tara	638.80 gr	639.20 gr	640.10 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	487.20 gr	487.60 gr	488.50 gr
Absorción (Ab)	2.63%	2.54%	2.35%
Absorción (Ab) promedio	2.51%		

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Alex Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

José Luis Silva Torrealba
José Luis Silva Torrealba
INGENIERO CIVIL
CIP: 15744

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
 Porcelanato Reciclado**

ORIGEN:	Chota – Chota - Cajamarca
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis
NORMA TÉCNICA:	NTP 400.017: 2011
FECHA:	11 de diciembre de 2019

Peso Unitario Suelto

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	4.93 kg	5.00 kg	4.97 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	3.28 kg	3.35 kg	3.32 kg
Densidad de masa	1160.74 kg/m ³	1185.51 kg/m ³	1174.89 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1173.71 kg/m ³		

Peso Unitario Variado

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.34 kg	5.40 kg	5.50 kg
Volumen del molde	0.0028 m ³	0.0028 m ³	0.0028 m ³
Peso del material	3.69 kg	3.75 kg	3.85 kg
Densidad de masa	1305.83 kg/m ³	1327.06 kg/m ³	1362.45 kg/m ³
Densidad de masa (Promedio)	1331.78 kg/m ³		

OBSERVACIONES:

ALDO RICARDO CIEZA SILVA
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio

José Luis Silva Torrealba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15774
Asesor

Anexo N° 6. Ensayos químicos a los agregados



INGECONSULT & LAB S.R.L.
INGENIERÍA CONSULTIVA Y LABORATORIO

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Aguas,
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos,
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil,
PROYECTOS - ASESORIA Y CONSULTORIA
RPM: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGREGADO FINO

SOLICITA: CELIS TAPIA MEDINA
TESIS: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO
PROCEDENCIA: CONCHÁN - CHOTA - CAJAMARCA
FECHA: 19/04/2021

i. ANÁLISIS:

VALOR pH, CONTENIDO DE CLORUROS, SULFATOS Y SALES SOLUBLES TOTALES
(NTP 339.176 - 339.177 - 339.178 - 339.162)

MUESTRA (CALICATA / ESTRATO)	TIPO	pH	CLORUROS (Cl)-1		SULFATOS (SO4)-2		SALES SOLUBLES	
			(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%
C-01	ARENA	7,80	49,90	0,0050	53,50	0,0054	3210,00	0,321

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. MS. Hugo Mosquera Estraver
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 27554



INGECONSULT & LAB S.R.L.
Calle 10 de Agosto 1000 - Chota - Cajamarca

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS - ASESORIA Y CONSULTORÍA
RPA: *696826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE AGREGADO GRUESO

SOLICITA: CELIS TAPIA MEDINA
TESIS: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO
PROCEDENCIA: C.P. CHUYABAMBA- CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
FECHA: 19/04/2021

I. ANÁLISIS:

**VALOR pH, CONTENIDO DE CLORUROS, SULFATOS Y SALES SOLUBLES TOTALES
(NTP 339.176 - 339.177 - 339.178 - 339.162)**

MUESTRA (CALCATA / ESTRATO)	TIPO	pH	CLORUROS (Cl)-1		SULFATOS (SO4)-2		SALES SOLUBLES	
			(ppm)	%	(ppm)	%	(ppm)	%
C-01	PIEDRA CHANCADA	7,60	48,70	0,0049	53,20	0,0053	3120,00	0,312

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. MSU Hugo Mosquera Lora
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



INGECONSULT & LAB S.A.S.

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS – ASESORIA Y CONSULTORIA
RPM: *996826 CELULAR: 976026950 TELÉFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE RESIDUOS DE CERÁMICA

SOLICITA: CELIS TAPIA MEDINA
TESIS: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO
PROCEDENCIA: CHOTA – CHOTA – CAJAMARCA
FECHA: 19/04/2021

I. ANÁLISIS:

RESIDUOS DE CERÁMICA		
COMPONENTES		RESULTADO (%)
Óxido de Silicio	SiO ₂	65.12
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	15.20
Óxido Férrico	Fe ₂ O ₃	4.07
Óxido de Calcio	CaO	4.96
Óxido de Magnesio	MgO	0.60
óxido de Sodio	Na ₂ O	3.60
óxido de Potasio	K ₂ O	2.70

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. MS. Hugo Mosquera
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664



INGECONSULT & LAB S.R.L.

Ensayos Físicos, Químicos y de Mecánica de Suelos,
Concreto y Pavimentos, Análisis Químicos de Minerales y Agua.
Estudio de: Mecánica de Suelos y Rocas, Concreto y Pavimentos.
Impacto Ambiental, Construcción de Edificios, Obras de Ingeniería Civil.
PROYECTOS - ASESORÍA Y CONSULTORÍA
RPM: *996826 CELULAR: 979026950 TELFONO: 364793

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE UNA MUESTRA DE RESIDUOS DE PORCELANATO

SOLICITA: CELIS TAPIA MEDINA
TESIS: EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÀMICA Y PORCELANATO
PROCEDENCIA: CHOTA - CHOTA - CAJAMARCA
FECHA: 19/04/2021

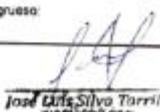
i. ANÁLISIS:

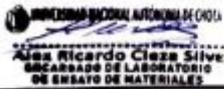
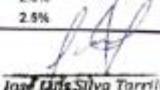
RESIDUOS DE CPORCELANATO		
COMPONENTES		RESULTADO (%)
Óxido de Silicio	SiO ₂	57.50
Óxido de Aluminio	Al ₂ O ₃	28.00
Óxido Férrico	Fe ₂ O ₃	3.90
Óxido de Calcio	CaO	1.10
Óxido de Magnesio	MgO	1.22
óxido de Sodio	Na ₂ O	1.81
óxido de Potasio	K ₂ O	1.15

NOTA : La muestra fue alcanzada a este laboratorio por el interesado, al que luego se procedió a hacer el análisis respectivo.


Ing. MSc. Hugo Moiquez E. Pizarro
JEFE DE LABORATORIO
CIP 27664

Anexo N° 7. Diseño de mezclas

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO DE MATERIALES Diseño de Mezclas por el Método ACI			
REALIZADO POR:		Tapia Medina, Celis	
PORCENTAJE DE ADICIÓN:		0%	
FECHA:		19 de Diciembre de 2019	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f_c)		210 kg/cm ²	
Desviación estándar (σ)		84 kg/cm ²	
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f_{cr})		294 kg/cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2582.44	Tamaño máximo nominal (pulg):	3/4"
Absorción (%):	1.05%	Peso específico (kg/m ³):	2624.65
Contenido de humedad (%):	1.06%	Peso unitario compactado (kg/m ³):	1535.23
Módulo de finura (%):	2.276	Absorción (%):	0.64%
		Contenido de humedad (%):	0.32%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³):	998.77	Tipo de cemento Portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m ³):	3080
DISEÑO DE MEZCLA			
Selección del asentamiento:		Tipo de consistencia:	Plástica
		Asentamiento:	3" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:		Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:		205 lit/m ³	
Contenido de aire total:		2.00%	
Relación Agua/Cemento:		0.558	
Factor cemento:		Factor cemento:	367.12 kg/m ³
		Factor cemento:	8.64 bolsas/m ³
Peso del agregado grueso		Peso A. G.	1031.67 kg
		Cemento:	0.119 m ³
		Agua:	0.205 m ³
		Aire:	0.020 m ³
		AG:	0.393 m ³
Cálculo de los volúmenes absolutos:		Suma de volúmenes:	0.737 m ³
		A.F.:	0.263 m ³
Peso del agregado fino		Peso A. F.	679.182 kg
		Cemento:	367.12 m ³
		AF:	679.18 m ³
		AG:	1031.67 m ³
		Agua:	205.00 m ³
Presentación del diseño en estado seco		Agregado fino:	686.36 kg
		Agregado grueso:	1034.97 kg
Corrección por humedad de los agregados		Agregado fino:	0.07 m ³
		Agregado grueso:	-3.30 m ³
Aporte de agua a la mezcla		Agua:	208.23 lts
Agua efectiva		Cemento:	367.12 kg/m ³
		Agua de diseño:	208.23 lit/m ³
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados por m³		Agregado fino:	686.36 kg/m ³
		Agregado grueso:	1034.97 kg/m ³
Proporción de los materiales corregidos por humedad del agregado		Cemento:	1
		Agregado fino:	1.87
		Agregado grueso:	2.82
		Agua:	24.11 Lts
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Torreal INGENIERO CIVIL C.I.R. 337940 ASESOR	

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO DE MATERIALES Diseño de Mezclas por el Método ACI 		
REALIZADO POR:	Tapia Medina, Celis	
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	5%	
FECHA:	03 de Enero de 2020	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO		
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f'c) ¹	210 kg/cm ²	
Desviación estándar (s) ²	84 kg/cm ²	
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f _{cr}) ³	294 kg/cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³): 2582.44	Tamaño máximo nominal (pulg.): 3/4"	
Absorción (%): 1.05%	Peso específico (kg/m ³): 2624.65	
Contenido de humedad (%): 1.06%	Peso unitario compactado (kg/m ³): 1535.23	
Módulo de finura (%): 2.276	Absorción (%): 0.64%	
	Contenido de humedad (%): 0.32%	
CERÁMICA	PORCELANATO	
Peso específico de masa (kg/m ³): 2541.001	Peso específico de masa (kg/m ³): 2554.178	
Absorción (%): 4.09%	Absorción (%): 2.51%	
Contenido de humedad (%): 0.29%	Contenido de humedad (%): 0.23%	
Módulo de finura (%): 2.81	Módulo de finura (%): 2.91	
AGUA	CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³): 998.77	Tipo de cemento Portland a usar: Tipo I	
	Densidad (kg/m ³): 3080	
DISEÑO DE MEZCLA		
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	367.12 m ³
	AG:	1031.67 m ³
	Agua:	206.00 m ³
	Cerámica 2.5%:	16.98 m ³
	Porcelanato 2.5%:	16.98 m ³
	AF (efectivo):	645.22 m ³
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino:	652.06 kg
	Agregado grueso:	1034.97 kg
	Cerámica 2.5%:	17.03 kg
	Porcelanato 2.5%:	17.02 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino:	0.07 m ³
	Agregado grueso:	-3.30 m ³
	Cerámica 2.5%:	-0.66 m ³
	Porcelanato 2.5%:	-0.39 m ³
Agua efectiva	Agua:	209.27 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados por m ³	Cemento:	367.12 kg/m ³
	Agua de diseño:	209.27 lts/m ³
	Agregado fino:	652.06 kg/m ³
	Agregado grueso:	1034.97 kg/m ³
	Cerámica 2.5%:	17.03 kg/m ³
	Porcelanato 2.5%:	17.02 kg/m ³
Proporción de los materiales corregidos por humedad del agregado	Cemento:	1
	Agregado fino:	1.78
	Agregado grueso:	2.82
	Agua:	24.23 lts
	Cerámica 2.5%:	0.05
	Porcelanato 2.5%:	0.05
 Alex Ricardo Cieza Silve ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL CIP: 13579 ASESOR

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO DE MATERIALES Diseño de Mezclas por el Método ACI			
REALIZADO POR:		Tapia Medina, Celis	
PORCENTAJE DE ADICIÓN:		10%	
FECHA:		07 de Enero de 2020	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f'c)+		210 kg/cm ²	
Desviación estándar (s)+		84 kg/cm ²	
Resistencia promedio a la compresión del concreto (fcr)+		294 kg/cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2582.44	Tamaño máximo nominal (pulg):	3/4"
Absorción (%):	1.05%	Peso específico (kg/m ³):	2624.65
Contenido de humedad (%):	1.06%	Peso unitario compactado (kg/m ³):	1535.23
Módulo de finura (%):	2.276	Absorción (%):	0.64%
		Contenido de humedad (%):	0.32%
CERÁMICA		PORCELANATO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2541.001	Peso específico de masa (kg/m ³):	2554.178
Absorción (%):	4.09%	Absorción (%):	2.51%
Contenido de humedad (%):	0.29%	Contenido de humedad (%):	0.23%
Módulo de finura (%):	2.81	Módulo de finura (%):	2.91
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³):	998.77	Tipo de cemento Portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m ³):	3080
DISEÑO DE MEZCLA			
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	367.12 m ³	
	AG:	1031.67 m ³	
	Agua:	205.00 m ³	
	Cerámica 5%:	33.96 m ³	
	Porcelanato 5%:	33.96 m ³	
	AF (efectivo):	611.26 m ³	
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino:	617.74 kg	
	Agregado grueso:	1034.97 kg	
	Cerámica 5%:	34.06 kg	
	Porcelanato 5%:	34.04 kg	
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino:	0.06 m ³	
	Agregado grueso:	-3.30 m ³	
	Cerámica 5%:	-1.29 m ³	
	Porcelanato 5%:	-0.78 m ³	
Agua efectiva	Agua:	210.30 lbs	
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados por m ³	Cemento:	367.12 kg/m ³	
	Agua de diseño:	210.30 l/m ³	
	Agregado fino:	617.74 kg/m ³	
	Agregado grueso:	1034.97 kg/m ³	
	Cerámica 5%:	34.06 kg/m ³	
	Porcelanato 5%:	34.04 kg/m ³	
Proporción de los materiales corregidos por humedad del agregado	Cemento:	1	
	Agregado fino:	1.68	
	Agregado grueso:	2.82	
	Agua:	24.35 Lts	
	Cerámica 5%:	0.09	
	Porcelanato 5%:	0.09	
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Torral INGENIERO CIVIL CIR: 15794 ASESOR	



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
LABORATORIO DE MATERIALES
Diseño de Mezclas por el Método ACI



REALIZADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	15%		
FECHA:	15 de Enero de 2020		
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f'_c)=	210 kg/cm ²		
Desviación estándar (σ)=	84 kg/cm ²		
Resistencia promedio a la compresión del concreto (F_{or})=	294 kg/cm ²		
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2582.44	Tamaño máximo nominal (pulg):	3/4"
Absorción (%):	1.05%	Peso específico (kg/m ³):	2624.65
Contenido de humedad (%):	1.06%	Peso unitario compactado (kg/m ³):	1535.23
Módulo de finura (%):	2.276	Absorción (%):	0.64%
		Contenido de humedad (%):	0.32%
CERÁMICA		PORCELANATO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2541.001	Peso específico de masa (kg/m ³):	2554.178
Absorción (%):	4.09%	Absorción (%):	2.51%
Contenido de humedad (%):	0.29%	Contenido de humedad (%):	0.23%
Módulo de finura (%):	2.81	Módulo de finura (%):	2.91
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³):	998.77	Tipo de cemento Portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m ³):	3080
DISEÑO DE MEZCLA			
Presentación del diseño en estado seco	Cemento	367.12 m ³	
	AG	1031.67 m ³	
	Agua	205.00 m ³	
	Cerámica 7.5%	50.94 m ³	
	Porcelanato 7.5%	50.94 m ³	
	AF (efectivo)	577.30 m ³	
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	583.42 kg	
	Agregado grueso	1034.97 kg	
	Cerámica 7.5%	51.09 kg	
	Porcelanato 7.5%	51.06 kg	
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	0.06 m ³	
	Agregado grueso	-3.30 m ³	
	Cerámica 7.5%	-1.94 m ³	
	Porcelanato 7.5%	-1.16 m ³	
Agua efectiva	Agua	211.34 lts	
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados por m³	Cemento:	367.12 kg/m ³	
	Agua de diseño:	211.34 lts/m ³	
	Agregado fino:	583.42 kg/m ³	
	Agregado grueso:	1034.97 kg/m ³	
	Cerámica 7.5%	51.09 kg/m ³	
	Porcelanato 7.5%	51.06 kg/m ³	
Proporción de los materiales corregidos por humedad del agregado	Cemento:	1	
	Agregado fino:	1.59	
	Agregado grueso:	2.82	
	Agua:	24.47 lts	
	Cerámica 7.5%	0.14	
	Porcelanato 7.5%	0.14	
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		 Jose Luis Silva Torralba INGENIERO CIVIL CIR: 157970	
Resp. Laboratorio		Asesor	

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA LABORATORIO DE MATERIALES Diseño de Mezclas por el Método ACI			
REALIZADO POR:		Tapia Medina, Celis	
PORCENTAJE DE ADICIÓN:		25%	
FECHA:		21 de Enero de 2020	
CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO			
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f'_c)=		210 kg/cm ²	
Desviación estándar (σ)=		84 kg/cm ²	
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f_{cr})=		294 kg/cm ²	
CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2582.44	Tamaño máximo nominal (pulg):	3/4"
Absorción (%):	1.05%	Peso específico (kg/m ³):	2624.65
Contenido de humedad (%):	1.08%	Peso unitario compactado (kg/m ³):	1535.23
Módulo de finura (%):	2.276	Absorción (%):	0.64%
		Contenido de humedad (%):	0.32%
CERÁMICA		PORCELANATO	
Peso específico de masa (kg/m ³):	2541.001	Peso específico de masa (kg/m ³):	2554.178
Absorción (%):	4.09%	Absorción (%):	2.51%
Contenido de humedad (%):	0.29%	Contenido de humedad (%):	0.23%
Módulo de finura (%):	2.81	Módulo de finura (%):	2.91
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m ³):	998.77	Tipo de cemento Portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m ³):	3080
DISEÑO DE MEZCLA			
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	367.12 m ³	
	AG	1031.67 m ³	
	Agua	205.00 m ³	
	Cerámica 12.5%	84.90 m ³	
	Porcelanato 12.5%	84.90 m ³	
	AF (efectivo)	509.39 m ³	
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	514.79 kg	
	Agregado grueso	1034.97 kg	
	Cerámica 12.5%	85.14 kg	
	Porcelanato 12.5%	85.09 kg	
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	0.05 m ³	
	Agregado grueso	-3.30 m ³	
	Cerámica 12.5%	-3.24 m ³	
	Porcelanato 12.5%	-1.94 m ³	
Agua efectiva	Agua	213.41 lts	
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados por m ³	Cemento:	367.12 kg/m ³	
	Agua de diseño:	213.41 l/m ³	
	Agregado fino:	514.79 kg/m ³	
	Agregado grueso:	1034.97 kg/m ³	
	Cerámica 12.5%	85.14 kg/m ³	
	Porcelanato 12.5%	85.09 kg/m ³	
Proporción de los materiales corregidos por humedad del agregado	Cemento:	1	
	Agregado fino:	1.40	
	Agregado grueso:	2.82	
	Agua:	24.71 lts	
	Cerámica 12.5%	0.23	
	Porcelanato 12.5%	0.23	
 Alex Ricardo Cieza Silva CARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL CIR: 157740 Asesor	

Anexo N° 8. Ensayos en el concreto

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 			
INFORME DE ENSAYO			
Concreto en Estado Fresco			
NORMAS TÉCNICAS	NTP 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concreto. NTP 339.046: Peso unitario y contenido de aire del concreto. NTP 339.035: Asentamiento del concreto. NTP 339.184: Determinación de la temperatura (concreto fresco).		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	0 %		
FECHA:	19 de Diciembre de 2019		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	0%		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	2.15 Kg	12.14 Kg	12.15 Kg
Peso del molde + concreto	14.31 Kg	14.26 Kg	14.27 Kg
Peso del concreto	12.16 Kg	2.12 Kg	2.12 Kg
Densidad del agua	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³
Volumen del molde	0.005 m ³	0.005 m ³	0.005 m ³
Temperatura	18.6°C	18.5°C	18.5°C
Peso Unitario	2293.72Kg/m ³	2289.94Kg/m ³	2291.83Kg/m ³
Temperatura Promedio	18.5°C		
Peso Unitario Promedio	2291.83 Kg/m ³		
Asentamiento	3.25"		
Contenido de aire unitario	1.7%		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <hr/> Resp. Laboratorio			
 Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL CIP: 15794 <hr/> Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO		
Concreto en Estado Fresco			
NORMAS TÉCNICAS	NTP 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concreto. NTP 339.046: Peso unitario y contenido de aire del concreto. NTP 339.035: Asentamiento del concreto. NTP 339.184: Determinación de la temperatura (concreto fresco).		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	5 %		
FECHA:	03 de Enero de 2020		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	2.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	2.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	2.15 Kg	2.10 Kg	2.20 Kg
Peso del molde + concreto	2338.99 Kg	2329.56 Kg	2345.02 Kg
Peso del concreto	2336.84 Kg	2327.46 Kg	2342.82 Kg
Densidad del agua	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³
Volumen del molde	0.005 m ³	0.005 m ³	0.005 m ³
Temperatura	18.6°C	18.5°C	18.6°C
Peso Unitario	2338.99Kg/m ³	2329.56Kg/m ³	2345.02Kg/m ³
Temperatura Promedio	18.6°C		
Peso Unitario Promedio	2337.86 Kg/m ³		
Asentamiento	2.50"		
Contenido de aire unitario	1.6%		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silve ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio			
 Jose Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIR: 15774 Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Concreto en Estado Fresco

NORMAS TÉCNICAS	NTP 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concreto.
	NTP 339.046: Peso unitario y contenido de aire del concreto.
	NTP 339.035: Asentamiento del concreto.
	NTP 339.184: Determinación de la temperatura (concreto fresco).

ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis
----------------------	---------------------

PORCENTAJE DE ADICIÓN:	10 %
-------------------------------	------

FECHA:	07 de Enero de 2020
---------------	---------------------

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	5 %
---	-----

PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	5 %
--	-----

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra	01	02	03
Peso del molde	2.15 Kg	12.46 Kg	12.57 Kg
Peso del molde + concreto	14.66 Kg	14.56 Kg	14.77 Kg
Peso del concreto	12.51 Kg	2.10 Kg	2.20 Kg
Densidad del agua	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³
Volumen del molde	0.005 m ³	0.005 m ³	0.005 m ³
Temperatura	18.5°C	18.5°C	18.4°C
Peso Unitario	2359.74Kg/m ³	2350.31Kg/m ³	2371.05Kg/m ³
Temperatura Promedio	18.5°C		
Peso Unitario Promedio	2360.37 Kg/m ³		
Asentamiento	2.38"		
Contenido de aire unitario	1.6%		

OBSERVACIONES:

Ing. Ricardo Cieza Silva
 Encargado de Laboratorio de Ensayo de Materiales

Resp. Laboratorio

José Luis Silva Torralba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15794

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO 			
Concreto en Estado Fresco			
NORMAS TÉCNICAS	NTP 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concreto. NTP 339.046: Peso unitario y contenido de aire del concreto. NTP 339.035: Asentamiento del concreto. NTP 339.184: Determinación de la temperatura (concreto fresco).		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	15 %		
FECHA:	15 de Enero de 2020		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	7.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	7.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	2.15 Kg	2.20 Kg	2.10 Kg
Peso del molde + concreto	14.71 Kg	14.80 Kg	14.61 Kg
Peso del concreto	12.56 Kg	12.60 Kg	12.51 Kg
Densidad del agua	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³
Volumen del molde	0.005 m ³	0.005 m ³	0.005 m ³
Temperatura	19.0°C	19.0°C	19.0°C
Peso Unitario	2369.17Kg/m ³	2376.71Kg/m ³	2359.74Kg/m ³
Temperatura Promedio	19.0°C		
Peso Unitario Promedio	2368.54 Kg/m ³		
Asentamiento	2.00"		
Contenido de aire unitario	1.5%		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <hr/> Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIR: 15774 <hr/> Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 			
INFORME DE ENSAYO			
Concreto en Estado Fresco			
NORMAS TÉCNICAS	NTP 339.183 Elaboración y curado de especímenes de concreto. NTP 339.046: Peso unitario y contenido de aire del concreto. NTP 339.035: Asentamiento del concreto. NTP 339.184: Determinación de la temperatura (concreto fresco).		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	25 %		
FECHA:	21 de Enero de 2020		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	12.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	12.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	2.12 Kg	2.20 Kg	2.10 Kg
Peso del molde + concreto	14.71 Kg	14.88 Kg	14.67 Kg
Peso del concreto	12.59 Kg	12.68 Kg	12.57 Kg
Densidad del agua	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³	998.77 Kg/m ³
Volumen del molde	0.005 m ³	0.005 m ³	0.005 m ³
Temperatura	18.8°C	18.8°C	18.9°C
Peso Unitario	2374.83Kg/m ³	2391.80Kg/m ³	2371.05Kg/m ³
Temperatura Promedio	18.8°C		
Peso Unitario Promedio	2379.23 Kg/m ³		
Asentamiento	1.20"		
Contenido de aire unitario	1.5%		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio			
 José Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIP: 15774 Asesor			

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO 			
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	0 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	0%		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Fecha de ruptura	26/12/2019	26/12/2019	26/12/2019
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.20 cm	14.90 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área de carga	181.46 cm ²	174.37 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5461.90 cm ³	5230.99 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.55 Kg	12.46 Kg	12.47 Kg
Resistencia	188.30Kgf/cm ²	178.50Kgf/cm ²	178.40Kgf/cm ²
Resistencia promedio	181.73 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cerezo Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIR: 1579401 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO		
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	2.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	2.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	03/01/2020	03/01/2020	03/01/2020
Fecha de ruptura	10/01/2020	10/01/2020	10/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área de carga	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.44 cm ³	5319.11 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.58 Kg	12.67 Kg	12.61 Kg
Resistencia	179.60Kgf/cm ²	200.90Kgf/cm ²	185.60Kgf/cm ²
Resistencia promedio	188.70 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Tarril INGENIERO CIVIL CIP: 15774 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES 			
INFORME DE ENSAYO			
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	10 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	5%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	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
Altura	30.10 cm	29.90 cm	30.00 cm
Área de carga	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5283.77 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.60 Kg	12.55 Kg	12.69 Kg
Resistencia	202.80Kgf/cm ²	186.10Kgf/cm ²	197.10Kgf/cm ²
Resistencia promedio	195.33 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cleza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIR: 15779 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	15 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	7.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	7.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de ruptura	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
Altura	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área de carga	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5319.11 cm ³	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.63 Kg	12.57 Kg	12.62 Kg
Resistencia	201.70Kgf/cm ²	190.40Kgf/cm ²	200.70Kgf/cm ²
Resistencia promedio	197.60 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 INGENIERO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES
 Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Torral
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15794-01
 Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	25 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	12.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	12.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de ruptura	28/01/2020	28/01/2020	28/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Diámetro	15.10 cm	15.10 cm	15.10 cm
Altura	30.00 cm	30.10 cm	30.10 cm
Área de carga	179.08 cm ²	179.08 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5372.36 cm ³	5390.27 cm ³	5390.27 cm ³
Peso de la muestra	12.60 Kg	12.57 Kg	12.65 Kg
Resistencia	187.30Kgf/cm ²	189.40Kgf/cm ²	192.40Kgf/cm ²
Resistencia promedio	189.70 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

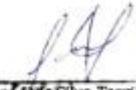

José Luis Silva Torrealba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 33774

Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO		
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	0 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	0%		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Fecha de ruptura	02/01/2020	02/01/2020	02/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área de carga	176.71 cm ²	176.71 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³	5390.27 cm ³
Peso de la muestra	12.57 Kg	12.08 Kg	12.65 Kg
Resistencia	204.50Kgf/cm ²	206.90Kgf/cm ²	203.40Kgf/cm ²
Resistencia promedio	204.93 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Ases Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Torreal INGENIERO CIVIL C.R.C. 4579 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO 			
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	2.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	2.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	03/01/2020	03/01/2020	03/01/2020
Fecha de ruptura	17/01/2020	17/01/2020	17/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área de carga	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.64 Kg	12.56 Kg	12.47 Kg
Resistencia	208.00Kgf/cm ²	200.50Kgf/cm ²	212.60Kgf/cm ²
Resistencia promedio	207.03 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alfonso Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Tarrillo INGENIERO CIVIL CIP. 15774 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO 			
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	10 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	5%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.10 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área de carga	179.08 cm ²	179.08 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5390.27 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.64 Kg	12.63 Kg	12.65 Kg
Resistencia	210.40Kgf/cm ²	201.70Kgf/cm ²	227.20Kgf/cm ²
Resistencia promedio	213.10 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 ALDO RICARDO CIEZA SILVA ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 José Luis Silva Torrealba INGENIERO CIVIL CIP: 15794 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	15 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	7.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	7.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de ruptura	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área de carga	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.70 Kg	12.47 Kg	12.50 Kg
Resistencia	225.80Kgf/cm ²	213.70Kgf/cm ²	226.40Kgf/cm ²
Resistencia promedio	221.97 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:

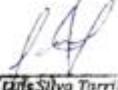

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Ing. Ricardo Cieza Silva
ENCARGADO DE LABORATORIO
DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio


José Luis Silva Torreal
INGENIERO CIVIL
CIR: 157940
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

 LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO 			
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	25 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	12.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	12.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de ruptura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Diámetro	15.10 cm	15.10 cm	15.10 cm
Altura	30.10 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área de carga	179.08 cm ²	179.08 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5372.36 cm ³	5390.27 cm ³
Peso de la muestra	12.72 Kg	12.49 Kg	12.60 Kg
Resistencia	206.40Kgf/cm ²	209.30Kgf/cm ²	213.00Kgf/cm ²
Resistencia promedio	209.57 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Jose Ricardo Cieza Silva <small>SUBCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES</small> Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Torral <small>INGENIERO CIVIL CIP: 1579401</small> Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO		
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	0 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	0%		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	0%		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	19/12/2019	19/12/2019	19/12/2019
Fecha de ruptura	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Altura	30.00 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área de carga	176.71 cm ²	179.08 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.44 cm ³	5390.27 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.60 Kg	12.61 Kg	12.58 Kg
Resistencia	228.10Kgf/cm ²	203.60Kgf/cm ²	194.70Kgf/cm ²
Resistencia promedio	208.80 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Sáez <small>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</small> Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Torrealba <small>INGENIERO CIVIL</small> Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	2.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	2.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	03/01/2020	03/01/2020	03/01/2020
Fecha de ruptura	31/01/2020	31/01/2020	31/01/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.10 cm	30.10 cm
Área de carga	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5319.11 cm ³	5319.11 cm ³	5319.11 cm ³
Peso de la muestra	12.65 Kg	12.68 Kg	12.64 Kg
Resistencia	217.80Kgf/cm ²	223.30Kgf/cm ²	202.20Kgf/cm ²
Resistencia promedio	214.43 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Silva
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio


Jose Luis Silva Torreal
 INGENIERO CIVIL
 CIR: 157940
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	10 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.10 cm	30.10 cm	30.00 cm
Área de carga	179.08 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5390.27 cm ³	5319.11 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.68 Kg	12.67 Kg	12.67 Kg
Resistencia	230.80Kgf/cm ²	234.10Kgf/cm ²	248.20Kgf/cm ²
Resistencia promedio	237.70 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Sili
 ENCARGADO DE LABORATORIO
 DE ENSAYO DE MATERIALES
Resp. Laboratorio


José Luis Silva Torrealba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 15774
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

	LABORATORIO DE MATERIALES INFORME DE ENSAYO		
Ensayos a Compresión del Concreto			
NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	15 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	7.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	7.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	15/01/2020	15/01/2020	15/01/2020
Fecha de ruptura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Área de carga	176.71 cm ²	176.71 cm ²	176.71 cm ²
Volumen	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³	5301.44 cm ³
Peso de la muestra	12.60 Kg	12.74 Kg	12.55 Kg
Resistencia	240.87Kgf/cm ²	244.23Kgf/cm ²	240.66Kgf/cm ²
Resistencia promedio	241.92 Kgf/cm ²		
OBSERVACIONES:			
 Alex Ricardo Cieza Silva ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Jose Luis Silva Tarrillo INGENIERO CIVIL CIP: 15774 Asesor	

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA



LABORATORIO DE MATERIALES
INFORME DE ENSAYO



Ensayos a Compresión del Concreto

NORMA TÉCNICA	NTP 339.034: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.		
ENSAYADO POR:	Tapia Medina, Celis		
PORCENTAJE DE ADICIÓN:	25 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE CERÁMICA:	12.5 %		
PORCENTAJE DE ADICIÓN DE PORCELANATO:	12.5 %		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	01	02	03
Fecha de fabricación	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Fecha de ruptura	18/02/2020	18/02/2020	18/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Diámetro	15.20 cm	15.00 cm	15.10 cm
Altura	30.20 cm	30.00 cm	30.10 cm
Área de carga	181.46 cm ²	176.71 cm ²	179.08 cm ²
Volumen	5480.04 cm ³	5301.44 cm ³	5390.27 cm ³
Peso de la muestra	12.63 Kg	12.48 Kg	12.50 Kg
Resistencia	219.66Kgf/cm ²	225.75Kgf/cm ²	216.51Kgf/cm ²
Resistencia promedio	220.64 Kgf/cm ²		

OBSERVACIONES:


Alex Ricardo Cieza Sili
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 Resp. Laboratorio


José Luis Silva Torrealba
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 55794
 Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

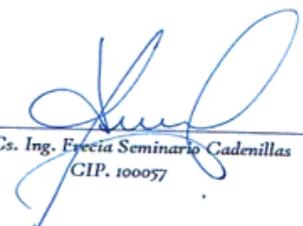


ACTA DE CONFORMIDAD

Chota, 12 de Agosto del 2021.

Mediante la presente la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería da conformidad que la bachiller: **CELIS TAPIA MEDINA**, ha presentado la tesis denominada: **“EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CERÁMICA Y PORCELANATO”**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 79 % de originalidad, estando dentro de los límites permitidos, por tanto dando la autorización para que se continúe el proceso de sustentación final.

Sin otro particular.



M. Cs. Ing. Ezequiel Seminario Cadenillas
CIP. 100057

Jefe de la Unidad de Investigación FCI -UNACH