

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Pablo Campos Tantahuillca

Yrvin Victor Valderrama Sanchez

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	Gonzalo Hugo Diaz García	40539624
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nº DNI

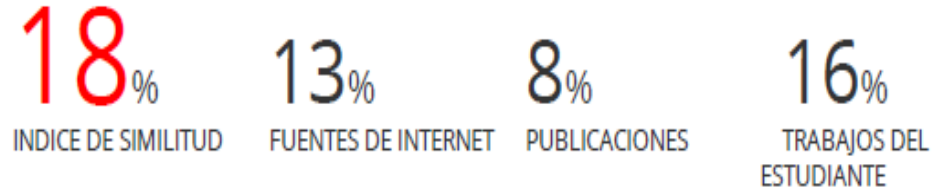
Jurado 2	Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez	41639360
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Cintha Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

Tesis Campos&Valderrama

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	10%
2	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	5%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto a Dios por ser el inspirador de cada uno de mis pasos, a mis padres Paulina y Santos por ser los principales guías y artífices de que este proyecto se concrete y salga adelante, así como todas sus enseñanzas, amor, cariño y respeto que siempre nos han brindado.

Quiero agradecer a mi esposa Jennifer y mi pequeña Camila, cuya ayuda a sido fundamental, has estado conmigo en los momentos más turbulentos y difíciles. Este proyecto no fue fácil a pesar de eso siempre estuviste motivándome y ayudándome. Te lo agradezco muchísimo amor, para ustedes mi eterno amor y agradecimiento.

Campos Tantahuilca, Pablo

Dedico el presente proyecto a mis padres Segundo y Lidia por ser los principales guías y artífices del desarrollo de mi vida, así como siempre guiarme por el buen camino y hacer que este proyecto se concrete, salga adelante, así como su bendición y todas sus enseñanzas, con mucho amor, cariño y respeto que siempre nos han brindado.

También quiero dedicar este proyecto a mi esposa Natali y mis hijos: Daniel, Adira y Abigail, cuyo apoyo a sido fundamental, han estado conmigo siempre en todo momento y que han sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios. Este proyecto no fue fácil a pesar de eso siempre estuvieron motivándome y ayudándome, infinitas gracias familia por no permitirme rendirme en el desarrollo de este proyecto.

A mis abuelos Víctor Antonio, María Cristina, Elia Bailón y Carlos Bendezu que me observan y me bendicen desde lo alto del cielo.

Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios por permitirnos gozar de buena salud y disfrutar a nuestra familia, gracias a nuestra familia, por apoyarnos en cada decisión y paso que damos, gracias a nuestro Asesor Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por su asesoría, paciencia y buen humor para guiarnos en este proyecto, gracias a la vida porque cada día nos demuestra lo bella que es y lo justa que puede llegar a ser, después de todo con esfuerzo y dedicación se logran todas las metas; gracias a mi estimado amigo Yrvin Valderrama por dejarme compartir esta experiencia que es parte de nuestra formación profesional y de aprendizaje en este proyecto . Gracias por creer en nosotros.

Campos Tantauillca, Pablo

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por siempre brindarnos buena salud y vida, por permitirme tener una buena experiencia dentro de mi universidad, gracias a la universidad por permitirme convertirme en ser un profesional en lo que tanto me apasiona, gracias a cada maestro que hizo parte de este proceso integral de formación, gracias a nuestro Asesor Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz por la asesoría brindada en cada duda que se tenía, gracias a mi gran amigo y futuro colega Pablo Campos que sin su ayuda no podría concretar este proyecto.

Gracias a mis padres y hermanos por el apoyo constante que siempre me brindaron a culminar mi tesis.

Gracias a mi esposa e hijos por ser mi motor y motivo en el desarrollo profesional de mi persona.

Gracias a mis suegros Santos y Amanda que siempre estuvieron dispuesto a brindarme una mano de apoyo cuando más lo necesitaba.

Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor

TABLA DE CONTENIDOS

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	13
RESUMEN.....	16
1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad Problemática	17
1.2. Antecedentes de la investigación	20
1.3. Bases teóricas.....	26
<i>1.3.1. Concreto</i>	<i>26</i>
<i>1.3.2. Diseño de mezcla</i>	<i>28</i>
1.4. Formulación del problema	29
1.5. Objetivos.....	29
<i>1.5.1. Objetivo general</i>	<i>29</i>
<i>1.5.2. Objetivos específicos</i>	<i>29</i>
1.6. Hipótesis.....	30
<i>1.6.1. Hipótesis general</i>	<i>30</i>
2. CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	31
2.1. Tipo y diseño de investigación	31
<i>2.1.1. Según el propósito</i>	<i>31</i>
<i>2.1.2. Según el diseño</i>	<i>31</i>
2.2. Diseño de investigación.....	31
2.3. Variables.....	32
<i>2.3.1. Variable independiente</i>	<i>32</i>
<i>2.3.2. Variables dependientes</i>	<i>32</i>
2.4. Población y muestra.....	39
<i>2.4.1. Población</i>	<i>39</i>
<i>2.4.2. Muestra</i>	<i>39</i>

2.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	43
2.5.1.	<i>Técnica de recolección de datos</i>	43
2.5.2.	<i>Instrumento de recolección de datos</i>	43
2.5.3.	<i>Validación del instrumento de recolección de datos</i>	43
2.5.4.	<i>Análisis de datos</i>	43
2.5.5.	<i>Instrumento de análisis de datos</i>	44
2.6.	Aspectos éticos	44
2.7.	Procedimiento	45
2.7.1.	<i>Análisis granulométrico de los agregados</i>	46
2.7.2.	<i>Porcentaje de humedad de los agregados</i>	47
2.7.3.	<i>Peso unitario de los agregados</i>	47
2.7.4.	<i>Peso específico y absorción de los agregados</i>	49
2.7.5.	<i>Diseños de mezcla</i>	51
2.7.6.	<i>Asentamiento del concreto</i>	51
2.7.7.	<i>Peso unitario del concreto</i>	51
2.7.8.	<i>Temperatura del concreto</i>	52
2.7.9.	<i>Elaboración de especímenes</i>	52
2.7.10.	<i>Resistencia a la compresión</i>	53
2.7.11.	<i>Resistencia a la flexión</i>	54
2.7.12.	<i>Permeabilidad</i>	54
3.	CAPÍTULO III. RESULTADOS	55
3.1.	Caracterización de agregados	55
3.2.	Diseños de mezcla	56
3.3.	Trabajabilidad de los concretos	58
3.4.	Resistencia a la compresión de los concretos	59
3.5.	Resistencia a la flexión de los concretos	60
3.6.	Permeabilidad de los concretos	61
3.7.	Prueba de hipótesis	62
3.7.1.	<i>Normalidad</i>	62
3.7.2.	<i>Varianza</i>	64
3.7.3.	<i>Post Prueba</i>	66

4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	68
4.1. Discusión	68
4.2. Conclusiones	74
4.3. Recomendaciones	76
REFERENCIAS	78
ANEXOS	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de investigación.....	31
Tabla 2. Matriz de clasificación de variables.	33
Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable independiente.....	34
Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable dependiente trabajabilidad.....	35
Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión.	36
Tabla 6. Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la flexión.	37
Tabla 7. Matriz de operacionalización de la variable dependiente permeabilidad.....	38
Tabla 8. Tamaño de muestra para la variable trabajabilidad.	40
Tabla 9. Tamaño de muestra para la variable resistencia a la compresión.....	41
Tabla 10. Tamaño de muestra para la variable resistencia a la flexión.	42
Tabla 11. Tamaño de muestra para la variable permeabilidad.	42
Tabla 12. Capacidad del recipiente para el ensayo de peso unitario.	48
Tabla 13. Cantidad de material para el peso específico y absorción del AG.	50
Tabla 14. Características del agregado fino.....	55
Tabla 15. Características del agregado grueso.	55
Tabla 16. Diseño de mezcla del concreto patrón.	56
Tabla 17. Diseño de mezcla del concreto con 5% de porcelana reciclada.	56
Tabla 18. Diseño de mezcla del concreto con 10% de porcelana reciclada.	57
Tabla 19. Diseño de mezcla del concreto con 15% de porcelana reciclada.	57
Tabla 20. Diseño de mezcla del concreto con 20% de porcelana reciclada.	58
Tabla 21. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.	62
Tabla 22. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.	62
Tabla 23. Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.	63
Tabla 24. Prueba de normalidad de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.....	63
Tabla 25. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.	64
Tabla 26. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.	64
Tabla 27. Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.	65
Tabla 28. Análisis de varianza de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.	65
Tabla 29. Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.	66

Tabla 30. Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.	66
Tabla 31. Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.	67
Tabla 32. Prueba Tukey de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.	67
Tabla 33. Análisis granulométrico del agregado fino.....	82
Tabla 34. Análisis granulométrico del agregado grueso.	83
Tabla 35. Datos del ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino.	84
Tabla 36. Datos del ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.....	85
Tabla 37. Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	85
Tabla 38. Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.....	86
Tabla 39. Datos del ensayo de peso unitario del agregado fino.	87
Tabla 40. Datos del ensayo de peso unitario del agregado grueso.	88
Tabla 41. Tipos de consistencia según el valor de asentamiento.	89
Tabla 42. Estimación del agua de mezclado y la cantidad de aire atrapado.....	90
Tabla 43. Cálculo de f' cuando no hay data para desviación estándar.	90
Tabla 44. Relación a/c en base a la resistencia a la compresión a 28 días.	91
Tabla 45. Determinación del factor b/bo.	92
Tabla 46. Determinación del agregado fino.	92
Tabla 47. Pesos húmedos de los materiales por m ³ de concreto.....	93
Tabla 48. Pesos de los materiales ajustados por absorción.	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la investigación.	45
Figura 2. Trabajabilidad de los concretos.....	58
Figura 3. Resistencia a la compresión de los concretos a 3 días de curado.	59
Figura 4. Resistencia a la compresión de los concretos a 7 días de curado.	59
Figura 5. Resistencia a la compresión de los concretos a 28 días de curado.	60
Figura 6. Resistencia a la flexión de los concretos a 28 días de curado.....	60
Figura 7. Permeabilidad de los concretos.....	61
Figura 8. Curva granulométrica del agregado fino.....	83
Figura 9. Curva granulométrica del agregado grueso.	84
Figura 10. Validación de instrumento por experto.....	95
Figura 11. Guía de observación para resistencia a la compresión.....	96
Figura 12. Guía de observación para resistencia a la flexión.	97
Figura 13. Guía de observación para permeabilidad.....	98
Figura 14. Certificado del porcentaje de humedad del agregado fino.....	99
Figura 15. Certificado del peso unitario del agregado fino.....	100
Figura 16. Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.....	101
Figura 17. Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.	102
Figura 18. Certificado del porcentaje de humedad del agregado grueso.	103
Figura 19. Certificado del peso unitario del agregado grueso.....	104
Figura 20. Certificado del peso específico y absorción del agregado grueso.	105
Figura 21. Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.	106
Figura 22. Certificado de los ensayos del concreto en estado fresco.	107
Figura 23. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.	108
Figura 24. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 3 días de curado.	109
Figura 25. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 3 días de curado.....	110
Figura 26. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 3 días de curado.....	111

Figura 27. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 3 días de curado.....	112
Figura 28. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado.	113
Figura 29. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 7 días de curado.	114
Figura 30. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 7 días de curado.....	115
Figura 31. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 7 días de curado.....	116
Figura 32. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 7 días de curado.....	117
Figura 33. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado.	118
Figura 34. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 28 días de curado.....	119
Figura 35. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 28 días de curado.....	120
Figura 36. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 28 días de curado.....	121
Figura 37. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 28 días de curado.....	122
Figura 38. Certificado de resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de curado.	123
Figura 39. Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 5% de PR a 28 días de curado.	124
Figura 40. Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 10% de PR a 28 días de curado.	125
Figura 41. Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 15% de PR a 28 días de curado.	126

Figura 42. Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 20% de PR a 28 días de curado.	127
Figura 43. Certificado de permeabilidad del concreto patrón.	128
Figura 44. Certificado de permeabilidad del concreto con 5% de PR.....	129
Figura 45. Certificado de permeabilidad del concreto con 10% de PR.....	130
Figura 46. Certificado de permeabilidad del concreto con 15% de PR.....	131
Figura 47. Certificado de permeabilidad del concreto con 20% de PR.....	132
Figura 48. Fotografía del cuarteo del agregado fino.	133
Figura 49. Fotografía del cuarteo del agregado grueso.	134
Figura 50. Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado fino.	135
Figura 51. Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado grueso.	136
Figura 52. Fotografía del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	137
Figura 53. Fotografía del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso. ..	138
Figura 54. Fotografía del ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino.	139
Figura 55. Fotografía del ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.....	140
Figura 56. Fotografía del ensayo de análisis granulométrico de los agregados.	141
Figura 57. Porcelana reciclada a ser utilizada en la elaboración de mezclas.	142
Figura 58. Fotografía del ensayo de asentamiento del concreto.	143
Figura 59. Fotografía del ensayo de peso unitario del concreto.....	144
Figura 60. Fotografía del ensayo de temperatura del concreto.	145
Figura 61. Fotografía del ensayo de contenido de aire del concreto.	146
Figura 62. Fotografía de la elaboración de probetas.	147
Figura 63. Fotografía de la elaboración de vigas.	148
Figura 64. Fotografía de Ensayo de compresión de probetas.....	149
Figura 65. Fotografía de la rotura de probetas.	149

RESUMEN

Esta investigación cumplió con la totalidad de su desarrollo en la ciudad de Trujillo, donde se aplicó un diseño cuasi experimental para llegar a determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua. El tipo de muestreo que se utilizó fue no probabilístico, apoyándonos de la observación y guías de observación como técnica e instrumentos de recolección de datos; además, los resultados se analizaron bajo la estadística descriptiva y la estadística inferencial. El problema nace a partir de la necesidad por encontrar materiales innovadores y amigables con el medio ambiente que puedan mejorar el comportamiento del concreto frente a distintas situaciones, pero, cuidando que al incorporarlos no perjudique sus propiedades iniciales y finales; por tal motivo, se realizaron cinco diseños de mezcla para un concreto convencional $f'c=210\text{kg/cm}^2$, uno para el concreto patrón y los otros para cada concreto experimental correspondientes a 5%, 10%, 15% y 20%, evaluando su trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad; llegando a concluir que la porcelana reciclada como sustitución del agregado fino para elaborar mezclas no perjudica significativamente su trabajabilidad, genera un ligero aumento en los valores de módulo de rotura, aumenta significativamente la compresión; pero, no puede utilizarse en estructuras de retención de agua debido a su aumento de permeabilidad.

Palabras clave: concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, permeabilidad.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Se conoce que el concreto es considerado actualmente como uno de los materiales de construcción más empleados a nivel mundial, el mismo que sigue en constante evolución a lo largo de los años, haciéndolo fundamental para el desarrollo de la sociedad; por tal motivo es que se busca nuevos materiales innovadores y amigables con el medio ambiente que puedan mejorar su comportamiento frente a distintas situaciones, pero, cuidando que la incorporación de dichos componentes no perjudique sus propiedades iniciales y finales. Dentro de las propiedades iniciales se tiene a la trabajabilidad medida a través de la prueba del asentamiento, la misma que indica el grado de facilidad con que se trabajará la mezcla; por otra parte, dentro de las propiedades finales se tiene a la más importante la cual corresponde a la resistencia, tanto a compresión como a flexión; y, a la permeabilidad que es la capacidad de absorción de agua.

A nivel internacional, El- Dieb et al. (2018), argumentan que el concreto es el material producido por el hombre con mayor consumo en el mundo; por ello es que se debería buscar una alternativa de reciclaje con los desechos generados que puedan servir como reemplazo del cemento o agregados que lo conforman. Asimismo, comentan que la producción de cerámicas y baldosas causa contaminación del suelo, agua y aire; sin embargo, podría convertirse en un componente para la confección de concretos basándose en estudios previos revisados, donde encontraron que el material en estudio como reemplazo del agregado grueso genera disminución en la resistencia a la compresión si el porcentaje supera el 25% en peso; por el contrario, si se reemplaza parcialmente el agregado fino hasta un máximo del 50%, tendría un impacto negativo en la trabajabilidad pero no perjudicaría el desempeño del concreto endurecido.

De la misma forma, en Ecuador, Tapia (2018), hace referencia que los desechos en todo el mundo ha obligado a los sectores profesionales en buscar alternativas de solución, incluso afirman que unos de los más perjudiciales son los originados en el rubro de la construcción con alrededor de 3 toneladas anuales por persona en la producción de concreto donde la contaminación no solo se da por las emisiones de CO₂ durante la fabricación del cemento, sino también por la extracción y explotación de los agregados; por ello, consideran necesaria la creación de una cultura sostenible con el uso racional de los materiales naturales y una segunda vida a los desechos generados con la finalidad de disminuir el gasto de energía, maltrato a la naturaleza y contaminación en general.

En el mismo país, Mora (2014), menciona que la construcción es la responsable en primer grado del deterioro del medio ambiente hasta en un 50% de los recursos naturales empleados y por tal motivo es fundamental que se encuentren alternativas que minimicen los efectos que puedan generar tal fenómeno. Señalan también que actualmente se viene impulsando la elaboración de concretos cuyos componentes principales se vean reemplazados de manera total o parcial por otros de menor impacto contaminante como son los residuos de vajillas de porcelana previamente triturados debido a su alta concentración de partículas finas; pero sin repercutir negativamente en sus propiedades.

Por otra parte, en Perú, Espinoza & Pipa (2021), comentan que, debido al crecimiento acelerado en el sector constructivo, la producción de concreto ha venido generando daños colaterales como el impacto ambiental; ante esto, es que se busca la reutilización de ciertos materiales de manera que se obtenga un concreto amigable con el medio ambiente y en cumplimiento con todos los requisitos que se encuentran estipulados en las diferentes normativas en cuanto a resistencia y demás características; encontrando como uno de ellos a los residuos de cerámica.

De la misma manera, Bayona & Berrospi (2021), aseguran que después del agua, el concreto es el material más usado a nivel mundial por lo que es indispensable encontrar métodos que preserven el medio ambiente paralelos a los procesos de su producción; siendo así, encontraron que los residuos de cerámica pueden cumplir tal rol ya que existen demasiados de éstos en los desechos de construcción y demolición, además de poseer alta concentración de arcilla capaz de incrementar la dureza del concreto; convirtiéndose de esta forma en una alternativa sostenible que haga frente al aumento acelerado de la necesidad por una vivienda.

En nuestra región también se vienen realizando estudios, tal es el caso de la investigación de Rojas (2019), quien comenta que después de todo proceso constructivo se acopia demasiado material para ser desechado o llevado a botaderos; y, por eso, es que actualmente se busca darles un segundo uso; teniendo entre los más comunes a la cerámica, de manera que, al incorporarla en la confección de concretos, su resistencia se vea aumentada a la vez que se vaya mitigando la contaminación ambiental; asimismo, se amplíe la investigación hasta encontrar la dosis adecuada que cumpla lo que se busca. Resulta pertinente la realización de un estudio sobre la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en las propiedades del concreto fresco y endurecido, pues como comentan diferentes autores a nivel mundial, el medio ambiente se viene viendo perjudicado en gran escala por parte de la construcción debido a la alta explotación de los recursos necesarios para la producción del concreto que es el material principal de este sector; por ello, se busca darle un segundo uso a los residuos que generalmente terminan en un botadero como el caso de la porcelana; sin embargo, para que esto resulte viable, se necesita demostrar que no altera negativamente en su trabajabilidad y parámetros de resistencia; o, mejor aún, si logra influir positivamente.

1.2. Antecedentes de la investigación

El- Dieb et al. (2018), se propusieron como objetivo evaluar la influencia de la incorporación de residuos cerámicos en polvo denominados CWP, para la confección de concretos ecológicos. La metodología que siguieron fue de tipo experimental, elaborando especímenes cilíndricos para resistencias de diseño de 25MPa y 50MPa, con sustitución de CWP por cemento en porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% de su peso, considerando diferentes edades de curado, siendo 7, 28 y 90 días con la finalidad de evaluar la propiedad de resistencia a la compresión; por otro lado, proyectaron en todos los casos un valor de asentamiento entre 60mm a 100mm. Los resultados que los autores encontraron en su investigación muestran en primer lugar que, la incorporación de CWP influye de manera inversamente proporcional en cuanto a la trabajabilidad de los concretos; pues, a medida que el porcentaje de inclusión aumenta, el valor de asentamiento disminuye; sin embargo, aclaran que la retención de esta propiedad se ve mejorada con 10% de CWP para concretos de 25MPa y con 20% de CWP para 50MPa; pudiendo ser debido a que este material no es de reacción hidráulica a diferencia del cemento, por lo que su reacción puzolánica es lenta. Por otra parte, encuentran también que, para la resistencia a la compresión, a edades iniciales no se ven mejoras sino hasta la edad final que es donde todos los porcentajes considerados superan los valores del concreto patrón tanto para 25MPa como 50MPa, siendo 10% y 20% respectivamente los porcentajes óptimos. Finalmente, para el tema de permeabilidad, encuentran que se ve reducida a medida que el porcentaje de CWP aumenta para el concreto de 25MPa, sin embargo, para el de 50MPa se define como óptimo el porcentaje de 20%. Por todo lo descrito anteriormente, los autores llegan a la conclusión que los CWP pueden ser utilizados para la elaboración de concretos ecológicos en porcentajes entre 10% a 20%

debido a que mejora la retención de trabajabilidad y gracias a su actividad puzolánica mostrada a edades finales, mejora también las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad. (p.28).

Esta investigación nos deja como aporte principal que, es viable la utilización de residuos cerámicos para producir concreto sin que perjudique sus propiedades tanto iniciales como finales; incluso, si se utiliza como sustitución parcial del cemento, puede mejorarlas dependiendo del porcentaje empleado.

Tapia (2018), tuvo como objetivo principal determinar la viabilidad y sostenibilidad del uso de residuos de porcelana para la producción de concretos alternativos de altas prestaciones. La metodología que siguió fue de tipo experimental ya que, elaboró probetas cilíndricas para resistencia de diseño de 1000kg/cm^2 , con sustitución parcial de porcelana por agregado grueso (grava) en porcentajes de 30%, 50%, 70% y 100%, considerando diferentes edades de curado, siendo 7, 14 y 28 días con la finalidad de evaluar la propiedad de resistencia a la compresión. Los resultados que Tapia encontró en su investigación muestran que, a medida que el porcentaje aumenta, la propiedad en mención disminuye progresivamente, formando así una relación inversamente proporcional; sin embargo, evidencia que con 30% de porcelana como reemplazo del agregado grueso, se supera la resistencia de diseño; por ende, aunque el valor sea menor que el alcanzado por el concreto patrón, se puede utilizar para la fabricación de concretos. Por lo hasta aquí mencionado, el autor llega a concluir que, es viable el reemplazo parcial del agregado mineral por el agregado reciclado para la elaboración de concretos de altas prestaciones; y que, la disminución de resistencia puede deberse en primer lugar a que una de las caras de la porcelana es lisa, es decir, no contribuye en la adherencia del grano de agregado reciclado con la pasta. (p.50).

El aporte que nos deja esta investigación es que, en todos los casos, los concretos elaborados con porcelana reciclada arrojan valores de resistencia inferiores a los alcanzados por los concretos convencionales; sin embargo, existe un porcentaje de adición que, por lo menos, logra sobrepasar la resistencia de diseño, cumpliendo de esta manera, el criterio de viabilidad para la incorporación de dicho material.

Mora (2014), se planteó como objetivo central determinar las características físicas y mecánicas de concretos convencionales de 210kg/cm^2 , cuya elaboración incorpore desechos cerámicos como reemplazo del agregado grueso. La metodología que desarrolló corresponde a una investigación experimental donde se elaboraron testigos cilíndricos y vigas con la sustitución anteriormente mencionada en un porcentaje único del 100%, considerando edades de curado de 7 y 28 días en la búsqueda por estudiar las propiedades de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión; además de la permeabilidad medida por el ensayo de absorción. Los resultados que el autor encontró muestran que para las propiedades de resistencia se genera una diferencia marcada, donde, el concreto patrón supera por mucho al que se preparó con porcelana, incluso éste último no logra llegar a la resistencia de diseño. Por otro lado, en cuanto a la permeabilidad, el concreto sin porcelana resulta clasificado como uno de buena calidad y compactación; sin embargo, el que incluyó porcelana se clasificó como de durabilidad inadecuada; todo ello en base a los criterios del manual de la Red DUAR. Luego de analizar sus resultados, Mora concluye que la porcelana como sustitución total del agregado grueso no genera concretos de buena calidad, siendo comprobado en las deficiencias de su comportamiento mecánico; asimismo, hace mención que no resulta aplicable para elementos estructurales debido a su alta permeabilidad, haciéndolo vulnerable ante los agentes ambientales como la humedad principalmente. (p.57).

El aporte que brinda esta investigación se centra en el descarte de la sustitución total de porcelana reciclada por agregado grueso para la elaboración de concretos, pues logró demostrar que reduce los valores obtenidos por las propiedades mecánicas, y genera un aumento en los valores de permeabilidad medido a través del ensayo de absorción.

A nivel nacional, Espinoza & Pipa (2021), se propusieron como fin principal encontrar el porcentaje óptimo de residuos de cerámica que reemplace parcialmente el agregado fino durante la confección de concretos para mejorar sus propiedades mecánicas. La metodología que siguieron corresponde a una de tipo experimental, donde evaluaron especímenes cilíndricos utilizando sustituciones de 10%, 20% y 30%, teniendo en cuenta las edades de curado de 7, 28 y 180 días para resistencia a la compresión y 28 días para permeabilidad. Los resultados que los autores encontraron muestran para la propiedad mecánica, un aumento en las edades finales para todos los porcentajes considerados, marcando una tendencia directamente proporcional, es decir, a media que la cantidad de sustitución aumenta, los valores de compresión también. De la misma manera sucede con la permeabilidad, pues se evidencia que el concreto patrón obtiene valores por debajo de los concretos experimentales y a su vez, estos crecen progresivamente. Por los resultados encontrados y presentados es que los autores concluyen que, al incorporar residuos cerámicos se influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, superando en todos los casos las resistencias de diseño; sin embargo, se influye de manera negativa con respecto a la permeabilidad. (p.121).

El aporte que nos deja este estudio se basa en que, a diferencia de los antecedentes anteriores, se usó la porcelana como reemplazo del agregado fino; por ello, los resultados arrojaron una mejora directamente proporcional para las propiedades de resistencia y una relación inversamente proporcional en cuanto a permeabilidad.

Bayona & Berrospi (2021), se plantearon como objetivo principal encontrar el porcentaje óptimo de incorporación de cerámica reciclada en la búsqueda por elevar las propiedades tanto físicas como mecánicas de un concreto convencional. La metodología que siguieron corresponde a un estudio de tipo experimental debido a que manipulan la variable independiente para conocer el efecto sobre la variable dependiente; donde llegaron a elaborar un total de 84 especímenes cilíndricos considerando porcentajes de sustitución del 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18%; teniendo en cuenta las edades de curado de 7, 14, 21 y 28 días. Los resultados que los autores encontraron muestran para la propiedad de trabajabilidad, medida a través del ensayo de asentamiento, que los valores disminuyen conforme el porcentaje de cerámicos aumenta; por otro lado, para la propiedad de resistencia a la compresión, ocurre el mismo fenómeno; sin embargo, a la edad de 28 días de curado se aprecia que el concreto con 3% de sustitución pese a que obtiene un valor inferior al concreto patrón, supera los 210kg/cm^2 de diseño, haciendo de esta forma viable su utilización. En base al análisis de sus resultados, los autores concluyen que la cerámica reciclada y usada para la elaboración de mezclas influye la trabajabilidad del concreto de manera negativa, sin embargo, los primeros porcentajes se encuentran dentro del rango para una consistencia plástica, es decir, de 3" a 4"; asimismo, concluyen que la cerámica reciclada no mejora la resistencia del concreto, pero al 3% de sustitución se puede alcanzar la resistencia para la que se diseñó; por lo que lo convierte en el porcentaje óptimo a ser utilizado. (p.56).

El aporte que nos deja esta investigación enfatiza en que, si los cerámicos reciclados se utilizan como reemplazo parcial del cemento, se obtendrá una pérdida de propiedades en el concreto fresco y endurecido; sin embargo, en cantidades pequeñas como el caso del 3%, se puede alcanzar los criterios de diseño, haciendo viable su utilización.

Rojas (2019), en su estudio se plantea como objetivo general encontrar el efecto generado por los desechos de cerámica como reemplazo porcentual del material cementicio sobre la resistencia a la compresión del concreto. La metodología que siguió se ajusta a una de tipo experimental puro, ello en virtud de la existencia de dos grupos a los que se les hace una comparación, donde uno toma el rol de grupo patrón y el otro de grupo experimental; llegando a elaborar un total de 72 especímenes cilíndricos de 4"x8" distribuidas en grupos de 12 por cada porcentaje considerado de 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% para ser curadas y evaluar la propiedad mencionada anteriormente a edades de 14, 21 y 28 días. Los resultados que el autor encuentra tras realizar su estudio evidencian que, en primer lugar, cuando los concretos se encuentran en estado fresco se genera una pérdida de trabajabilidad a medida que los residuos de cerámica aumentan; por su parte, la resistencia a la compresión logra alcanzar un pico con la sustitución del 10%, superando al concreto patrón; y, sin embargo, todos logran superar la resistencia de diseño, excepto el concreto con el último porcentaje considerado. Luego de expresar sus resultados obtenidos, el autor concluye que, no en todos los casos de sustitución de residuos de cerámica por cemento se podrá generar un aporte positivo sobre las propiedades del concreto; sin embargo, hace hincapié que con el 10% se superan los valores del concreto patrón y que hasta un 20% es viable de utilizar si se desea lograr la resistencia para la que se diseña. (p.120).

El aporte que nos deja la investigación de Rojas está dividido en varios aspectos; el primero de ellos hace alusión al comportamiento del concreto en estado fresco, indicando que se genera pérdida de trabajabilidad conforme el porcentaje de sustitución de residuos aumenta; por otra parte, se deja evidencia que hasta en un 20% podemos obtener la resistencia deseada, pero, con 10% una resistencia superior a la del concreto tradicional.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

El concreto es un material durable, resistente y trabajable que, en forma líquida es capaz de adquirir cualquier forma; razones por las que se ha convertido en un material de construcción muy utilizado ya sea en caminos o en cualquier otra estructura. Se confecciona generalmente mediante la mezcla de cemento, agregados y agua; incorporando eventualmente un cuarto componente denominado aditivo. (Marcelo, 2019).

1.3.1.1. Componentes del concreto

a) Cemento

El cemento es un conglomerante hidráulico, es decir, un material que al contacto con el agua forma una pasta que fragua y endurece, produciendo productos hidratados mecánicamente estables y resistentes en el aire y bajo el agua. (ICCYC, 2006).

b) Agua

El agua es un material que se agrega junto a los otros durante el mezclado, con el fin de hidratar los componentes activos propios del cemento, además, dar trabajabilidad a la masa fresca. Asimismo, debe ser de apariencia limpia y libre de sustancias que puedan perjudicar al concreto. (Cruzado & Li, 2015).

c) Agregados

Los agregados son materiales granulares sólidos inertes, empleados en la elaboración de productos artificiales resistentes durante el mezclado junto a los demás componentes aglomerantes de activación hidráulica; y se pueden clasificar en agregados naturales, agregados triturados, agregados artificiales, etc. (Ortega, 2013).

d) Aditivos

Los aditivos son materiales químicos que se utilizan como un agente extra para la confección de concretos; sin embargo, nunca deben tomarse en cuenta como reemplazo de un correcto diseño de mezcla, de una mano de obra calificada o del uso de materiales de buena calidad; asimismo, se añaden durante la etapa de mezclado con múltiples propósitos como el de mejorar la trabajabilidad, acelerar el desarrollo de la resistencia, mejorar la durabilidad, disminuir costos, etc. (IMCYC, 2006).

Actualmente, no solo se utilizan aditivos químicos, sino productos naturales luego de pasar por un proceso que los vuelvan aptos y que exista sustento científico que compruebe su eficiencia; pero también, materiales reciclados en la búsqueda por contribuir con el medio ambiente como valor agregado a los otros beneficios.

1.3.1.2. Propiedades del concreto

a) Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto está referida a la facilidad para colocar, consolidar y acabar a dicho material en estado fresco; sin embargo, no debe llegar a segregarse excesivamente. (Marcelo, 2019).

b) Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión está referida como el esfuerzo máximo que puede llegar a soportar el concreto antes de romperse; y, es utilizada como índice de calidad de este material. (Intor, 2015).

c) Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión corresponde a una medida de resistencia por tracción del concreto, logrando determinar la falla por momento de una viga o losa. Esta propiedad equivale cerca del 10% a 20% de la resistencia a la compresión. (NRMCA, s.f.).

d) Permeabilidad

La permeabilidad del concreto es una de sus características principales y que, junto a la porosidad, se obtiene la propiedad de dejar fluir agua a través de alguna la estructura. (Amorós & Bendezú, 2019).

1.3.2. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla o también conocido como proporcionamiento de mezcla, es un proceso que consta de dos instancias; la primera consiste en seleccionar todos los materiales a utilizar como el cemento, los agregados, el agua y algún aditivo; y la segunda, consiste en determinar las cantidades para producir un concreto económico, trabajable, resistente y durable. (Laura, 2006).

1.3.2.1. Método ACI 211.1

Es el método de diseño de mezcla más común y más utilizado, el cuál consta de una serie de pasos para llegar a obtener las cantidades de material por cada m^3 de concreto, las mismas que se detallan a continuación:

- a) Elección del asentamiento teórico.
- b) Elección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
- c) Determinación de la cantidad de agua de mezclado y contenido de aire atrapado.
- d) Determinación de la relación agua/cemento.
- e) Determinación del contenido de cemento.
- f) Estimación del agregado grueso.
- g) Estimación del agregado fino.
- h) Ajustes por humedad y por absorción de los agregados.
- i) Ajustes en las mezclas de prueba (de ser necesarios).

1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022?

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022.

1.5.2. *Objetivos específicos*

OE.1: Realizar la caracterización de agregados.

OE.2: Realizar cinco diseños de mezcla para concretos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$; uno por cada porcentaje de adición de porcelana reciclada, siendo de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%.

OE.3: Determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad para concretos de estructuras de retención de agua.

OE.4: Determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la resistencia a la compresión para concretos de estructuras de retención de agua.

OE.5: Determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la resistencia a la flexión para concretos de estructuras de retención de agua.

OE.6: Determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua.

O.E.7: Realizar la prueba de hipótesis e identificar el porcentaje de adición de porcelana reciclada que genera la mayor influencia positiva.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

La adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino influye significativamente en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Según el propósito

El estudio a elaborar corresponde, según el propósito, a una investigación aplicada; pues todo lo que se sabe respecto a las variables, gracias a estudios anteriores revisados previamente, podrá compararse con lo obtenido después de cada ensayo.

2.1.2. Según el diseño

Este estudio se clasifica, según el diseño, como una investigación experimental; ya que de manera intencional se manipulará la variable independiente, correspondiente a la porcelana reciclada, a través de su adición en diferentes porcentajes con la finalidad de conocer el efecto generado sobre las variables dependientes correspondientes a las propiedades del concreto.

2.2. Diseño de investigación

El estudio a elaborar corresponde a una investigación cuasi experimental debido a la existencia de un grupo control constituido por concretos sin adición de porcelana reciclada; así como la existencia de un grupo experimental constituido por los concretos con adición de porcelana reciclada en diferentes porcentajes; tal y como se evidencia en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Diseño de investigación.

Grupo	Tratamiento	Post prueba
GE: Mezclas de concreto	X: Concreto con adición del 5%, 10%, 15% y 20% de porcelana reciclada.	O1: Trabajabilidad O2: Resistencia a la compresión. O3: Resistencia a la flexión

		O4: Permeabilidad
		O5: Trabajabilidad
GC: Mezclas de concreto	Concreto sin adición	O6: Resistencia a la compresión. O7: Resistencia a la flexión O8: Permeabilidad

Nota: En esta tabla se muestran los grupos correspondientes a los tipos de concreto y sus respectivos ensayos a realizar.

Dónde: GE: Grupo experimental, GC: Grupo control, X: Tratamiento, O: Post prueba.

2.3. Variables

2.3.1. Variable independiente

La porcelana en múltiples ocasiones, llega a ser parte del cúmulo de residuos de demolición por parte de construcciones en desarrollo y por no usarse como reciclaje, terminan en un vertedero, encontrándose dentro del 75% correspondientes a escombros como ladrillos, azulejos y cerámicos. Ante ello, la reutilización de este material conduciría a una reducción de recursos no renovables a la hora de producir concretos, contribuyendo con la mitigación de problemas ambientales. (Pacheco y Jalali, 2010).

2.3.2. Variables dependientes

La trabajabilidad del concreto está referida a la facilidad para colocar, consolidar y acabar a dicho material en estado fresco; sin embargo, no debe llegar a segregarse excesivamente. (Marcelo, 2019).

La resistencia a la compresión está referida como el esfuerzo máximo que puede llegar a soportar el concreto antes de romperse; y, es utilizada como índice de calidad de este material. (Intor, 2015).

La resistencia a la flexión corresponde a una medida de resistencia por tracción del concreto, logrando determinar la falla por momento de una viga o losa. Esta propiedad equivale cerca del 10% a 20% de la resistencia a la compresión. (NRMCA, s.f.).

La permeabilidad del concreto es una de sus características principales y que, junto a la porosidad, se obtiene la propiedad de dejar fluir agua a través de alguna la estructura. (Amorós & Bendezú, 2019).

Tabla 2.

Matriz de clasificación de variables.

Variables	Clasificación				
	Relación	Naturaleza	Escala de medición	Dimensión	Formas de medición
Porcelana reciclada	Independiente	Cuantitativa continua	Razón	Adimensional	Directa
Trabajabilidad	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Resistencia a la compresión	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Resistencia a la flexión	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta
Permeabilidad	Dependiente	Cuantitativa continua	Razón	Multidimensional	Indirecta

Nota: En esta tabla se muestra el total y tipo de variables de la presente investigación.

Tabla 3.
Matriz de operacionalización de la variable independiente.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.I.: Porcelana reciclada.	La porcelana en múltiples ocasiones, llega a ser parte del cúmulo de residuos de demolición por parte de construcciones en desarrollo; por lo que su reutilización conduciría a una reducción de recursos no renovables a la hora de producir concretos, contribuyendo con la mitigación de problemas ambientales. (Pacheco y Jalali, 2010).	La porcelana reciclada se incorporará como un componente del concreto durante el proceso de mezclado como reemplazo parcial del agregado fino; para ello, este material debió pasar por un proceso de trituración y tamizado el cual asegure la existencia únicamente de partículas finas.	Adimensional	0%		
				5%		
				10%	-	-
				15%		
				20%		

Nota: En esta tabla se muestra lo concerniente a la variable independiente y cómo es que se trabajará con ella durante el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 4.
Matriz de operacionalización de la variable dependiente trabajabilidad.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Trabajabilidad.	La trabajabilidad del concreto está referida a la facilidad para colocar, consolidar y acabar a dicho material en estado fresco; sin embargo, no debe llegar a segregar excesivamente. (Marcelo, 2019).	La trabajabilidad del concreto será medida a través del ensayo de asentamiento utilizando el cono de Abrams un total de tres veces en tiempos diferentes.	Caracterización de agregados	Propiedades	% , kg/m ³ , g/cm ³ , TMN	
			Diseños de mezcla	Pesos húmedos por cada m ³	kg	Fichas de datos
			Trabajabilidad	Asentamiento	in	

Nota: En esta tabla se muestra lo concerniente a la variable dependiente de trabajabilidad y cómo es que se trabajará con ella durante el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 5.
Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Resistencia a la compresión.	La resistencia a la compresión está referida como el esfuerzo máximo que puede llegar a soportar el concreto antes de romperse; y, es utilizada como índice de calidad de este material. (Intor, 2015).	La resistencia a la compresión será evaluada en especímenes cilíndricos de 10cm de diámetro con 20cm de altura; los cuales serán sometidos a una carga axial en una prensa hidráulica a velocidad constante hasta lograr la falla.	Caracterización de agregados	Propiedades	% , kg/m ³ , g/cm ³ , TMN	Fichas de datos
			Diseños de mezcla	Pesos húmedos por cada m ³	kg	
			Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días	f'c	kg/cm ²	
			Análisis de datos	Normalidad, Varianza y Post Prueba	%	

Nota: En esta tabla se muestra lo concerniente a la variable dependiente de resistencia a la compresión y cómo es que se trabajará con ella durante el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 6.
Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la flexión.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Resistencia a la flexión.	La resistencia a la flexión corresponde a una medida de resistencia por tracción del concreto, logrando determinar la falla por momento de una viga o losa. Esta propiedad equivale cerca del 10% a 20% de la resistencia a la compresión. (NRMCA, s.f.).	La resistencia a la flexión será evaluada en vigas de 15cm de ancho y alto, con 54cm de longitud; las cuales serán sometidas a carga en los puntos tercios en una prensa hidráulica a velocidad constante hasta lograr la falla.	Caracterización de agregados	Propiedades	% , kg/m ³ , g/cm ³ , TMN	Fichas de datos
			Diseños de mezcla	Pesos húmedos por cada m ³	kg	
			Resistencia a la flexión a 28 días	MR	kg/cm ²	
			Análisis de datos	Normalidad, Varianza y Post Prueba	%	

Nota: En esta tabla se muestra lo concerniente a la variable dependiente de resistencia a la flexión y cómo es que se trabajará con ella durante el desarrollo de la presente investigación.

Tabla 7.
Matriz de operacionalización de la variable dependiente permeabilidad.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Instrumento
V.D.: Permeabilidad.	La permeabilidad del concreto es una de sus características principales y que, junto a la porosidad, se obtiene la propiedad de dejar fluir agua a través de alguna la estructura. (Amorós & Bendezú, 2019).	La permeabilidad del concreto será evaluada a través del ensayo de succión capilar en especímenes con forma de disco de 5cm de altura, los mismos que se obtienen de la parte central de las probetas usadas para compresión.	Caracterización de agregados	Propiedades	% , kg/m ³ , g/cm ³ , TMN	Fichas de datos
			Diseños de mezcla	Pesos húmedos por cada m ³	kg	
			Succión capilar	Velocidad de absorción	mm/s	

Nota: En esta tabla se muestra lo concerniente a la variable dependiente de permeabilidad y cómo es que se trabajará con ella durante el desarrollo de la presente investigación.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La población está conformada por todos los concretos $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, elaborados en la ciudad de Trujillo durante el año 2022.

2.4.2. Muestra

Se realizarán tres tipos de especímenes, donde, el primer grupo servirá para los ensayos de resistencia a la compresión; estando conformado por cilindros de concreto con longitud de dos veces su diámetro y éste mayor en 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso tal y como lo señala la NTP.339.033, siendo entonces de 10cm de diámetro x 20cm de longitud. El segundo grupo servirá para los ensayos de resistencia a la flexión; estando conformado por vigas de concreto endurecidas en posición horizontal con longitud de 5cm más grande que tres veces la profundidad de ensayo, por lo que se optó por vigas de 54cm de longitud; y con sección transversal de 15cm x 15cm, mayor en 3 veces el tamaño máximo nominal del agregado. Finalmente, el tercer grupo servirá para los ensayos de permeabilidad, estando conformado por cilindros al igual que para compresión, sin embargo, en cada uno de éstos se realizan cortes tal que los dividan en cuatro partes iguales, es decir, discos de 5cm cada uno; utilizando para el ensayo solo los centrales debido a que son los que mejor representan cada concreto.

2.4.2.1. Técnica de muestreo.

La investigación a elaborar se desarrollará siguiendo una técnica de muestreo no probabilística a través de juicio por experto, misma que estará a cargo del ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz identificado con código CIP.166228, especialista en tecnología del concreto.

2.4.2.2. Tamaño de muestra.

El especialista mencionado, gracias a sus años de experiencia trabajando con concreto, recomendó la realización de 01 pruebas de consistencia por cada tipo de concreto; también, la elaboración de 03 probetas cilíndricas por cada mezcla para ser ensayadas a edades de 3, 7 y 28 días de curado. Asimismo, la confección de 03 vigas por cada tipo de concreto para ser ensayadas a 28 días; y, finalmente, la fabricación de 03 probetas cilíndricas por cada tipo de concreto para el ensayo de permeabilidad tras 28 días de curado. El tamaño de muestra descrito se encuentra representado de manera detalla en las siguientes tablas:

Tabla 8.

Tamaño de muestra para la variable trabajabilidad.

Tipo de concreto	%	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Ensayo	N° de Ensayos
Concreto patrón	0	210	Consistencia	1
Concreto con adición de porcelana reciclada	5%	210	Consistencia	1
	10%	210	Consistencia	1
	15%	210	Consistencia	1
	20%	210	Consistencia	1
TOTAL DE PRUEBAS				5

Nota: Se muestra la cantidad de ensayos a realizar para la variable trabajabilidad por cada tipo de concreto.

Tabla 9.

Tamaño de muestra para la variable resistencia a la compresión.

Tipo de concreto	%	Diseño de concreto (kg/cm²)	Edad de curado (días)	Ensayo	N° Probetas
Concreto patrón	0	210	3	Resistencia a la compresión	3
			7		3
			28		3
	5%	210	3	Resistencia a la compresión	3
			7		3
			28		3
Concreto con adición de porcelana	10%	210	3	Resistencia a la compresión	3
			7		3
			28		3
reciclada	15%	210	3	Resistencia a la compresión	3
			7		3
			28		3
	20%	210	3	Resistencia a la compresión	3
		7	3		
		28	3		
TOTAL DE TESTIGO CILÍNDRICOS					45

Nota: Se muestra la cantidad de ensayos a realizar para la variable resistencia a la compresión por cada tipo de concreto y por cada edad de curado considerada.

Tabla 10.
Tamaño de muestra para la variable resistencia a la flexión.

Tipo de concreto	%	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Edad de curado (días)	Ensayo	N° de Vigas
Concreto patrón	0	210	28	Resistencia a la flexión	3
Concreto con adición de porcelana reciclada	5%	210	28	Resistencia a la flexión	3
	10%	210	28	Resistencia a la flexión	3
	15%	210	28	Resistencia a la flexión	3
	20%	210	28	Resistencia a la flexión	3
TOTAL DE VIGAS					15

Nota: Se muestra la cantidad de ensayos a realizar para la variable resistencia a la flexión por cada tipo de concreto y por cada edad de curado considerada.

Tabla 11.
Tamaño de muestra para la variable permeabilidad.

Tipo de concreto	%	Diseño de concreto (kg/cm ²)	Edad de curado (días)	Ensayo	N° de Vigas
Concreto patrón	0	210	28	Permeabilidad	3
Concreto con adición de porcelana reciclada	5%	210	28	Permeabilidad	3
	10%	210	28	Permeabilidad	3
	15%	210	28	Permeabilidad	3
	20%	210	28	Permeabilidad	3
TOTAL DE ESPECÍMENES					15

Nota: Se muestra la cantidad de ensayos a realizar para la variable permeabilidad por cada tipo de concreto y por cada edad de curado considerada.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnica de recolección de datos

La técnica de recolección de datos por la que se optó para el desarrollo de la investigación, es la observación, ya que con ella se podrán examinar las conductas, tanto en estado fresco como en estado endurecido, de los concretos elaborados.

2.5.2. Instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de datos por el que se optó para el recojo de toda la información resultante de las examinaciones realizadas a cada ensayo, es la guía de observación.

2.5.3. Validación del instrumento de recolección de datos

Las guías de observación para cada ensayo a realizar serán validadas por el especialista en concreto considerado; ello luego de comprobar que su estructura garantice el recojo de, por lo menos, los requerimientos mínimos que hagan expresar de manera clara lo que se quiere mostrar.

2.5.4. Análisis de datos

Los valores arrojados por los diferentes ensayos a realizar serán analizados mediante la aplicación de dos técnicas; una de ellas será la estadística descriptiva, ya que con el objetivo de mejorar su representación y/o comprensión, se elaborarán gráficos estadísticos; por otro lado, la segunda técnica será la estadística inferencial, ya que se logrará descubrir el comportamiento de una población gracias a las referencias obtenida de las muestras.

2.5.5. Instrumento de análisis de datos

El instrumento que se utilizará para analizar los datos arrojados por cada realizado será el software estadístico IBM SPSS Statistics; el mismo que permitirá comprobar la aceptación o rechazo de la hipótesis planteada.

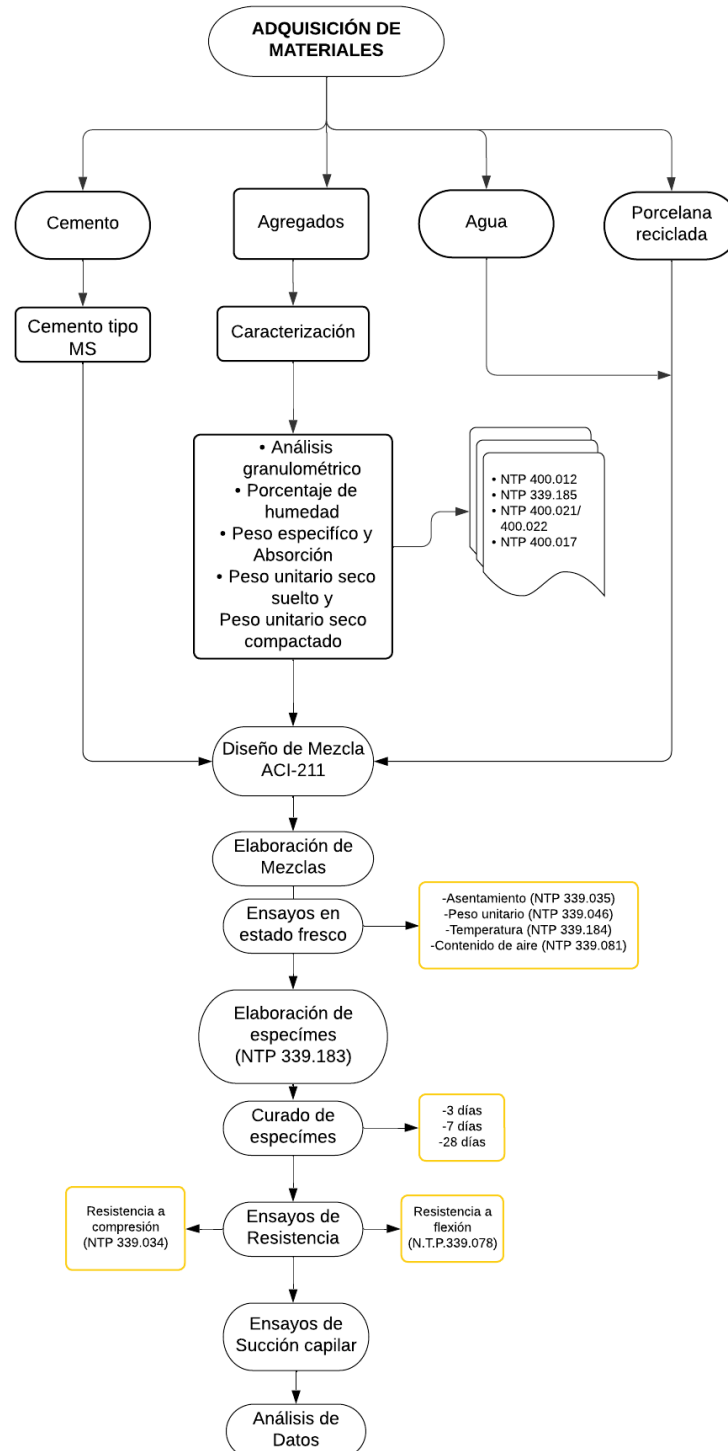
2.6. Aspectos éticos

Esta investigación, como todo estudio de carácter científico, contemplará durante las diferentes etapas de su desarrollo algunos aspectos éticos que garanticen la originalidad y veracidad de la información; tales como la beneficencia, autonomía, justicia, entre otros; asimismo, para la obtención de los resultados, se ejecutarán los procedimientos según las indicaciones de sus respectivas normativas vigentes en las instalaciones de un laboratorio que cuente con sus equipos calibrados.

2.7. Procedimiento

Figura 1.

Procedimiento de la investigación.



Nota: El gráfico representa el conjunto de pasos que siguió la presente investigación desde la adquisición de los materiales hasta el análisis de los resultados arrojados luego de los ensayos.

2.7.1. *Análisis granulométrico de los agregados*

El análisis granulométrico por tamizado se realizó tanto para la arena como para la piedra en función de una misma normativa, la N.T.P.400.012; la cual indica que una vez que se obtenga una porción representativa de material luego de realizar el cuarteo correspondiente, se debe seleccionar igual o más de la masa mínima permitida según el tamaño máximo nominal de cada agregado. Dicha cantidad de agregado deberá pasarse por una serie de tamices apilados según el tamaño de sus aberturas de mayor a menor desde arriba hacia abajo, agitando por un espacio de tiempo tal que en cada malla solo queden partículas que le corresponden. Luego, se debe registrar el peso retenido en todos los tamices para ser procesados hasta obtener los porcentajes pasantes con los que se da lugar a la curva granulométrica, la misma que deberá encontrarse dentro de las curvas formadas por los límites mínimos y máximos establecidos en la N.T.P.400.037. Cabe mencionar que, para el agregado fino, los límites son los mismos, sin embargo, para el agregado grueso, los límites están en función del tamaño máximo nominal que posea, clasificándolos por Husos granulométricos. Finalmente, la arena debe cumplir un criterio para ser clasificada o no como arena gruesa, y es que su módulo de finura oscile entre los valores de 2.3 a 3.1; por ello, se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$MF = \frac{(\sum \% \text{retenido acumulado en las mallas } N^{\circ}4 \text{ hasta } N^{\circ}100)}{100}$$

2.7.2. Porcentaje de humedad de los agregados

El ensayo para conocer el porcentaje de humedad se realizó tanto para la arena como para la piedra en función de una misma normativa, la N.T.P.339.185; la cual indica que una vez que se obtenga una porción representativa de material luego de realizar el cuarteo correspondiente, se debe seleccionar igual o más de la masa mínima permitida según el tamaño máximo nominal de cada agregado. Dicha cantidad de agregado deberá registrarse como peso húmedo para posteriormente ingresarla al horno a una temperatura de 110°C hasta que se seque por completo y registrar su peso después de haber enfriado. Finalmente, se calculó el contenido de humedad con una aproximación de 0.1% aplicando la siguiente fórmula:

$$H = \frac{100(P - S)}{S}$$

Donde,

H: Contenido de humedad expresado en %.

P: Masa del material original expresada en g.

S: Masa del material seco expresada en g.

2.7.3. Peso unitario de los agregados

Este ensayo se realizó tanto para la arena como para la piedra en función de una misma normativa, la N.T.P.400.017; la cual indica los procedimientos para determinar el peso unitario suelto y el peso unitario compactado una vez que se obtenga una porción representativa de material luego de realizar el cuarteo correspondiente. El peso unitario suelto consistió en llenar un recipiente con agregado en una sola capa hasta el desborde para luego, eliminar el excedente con ayuda de

una varilla lisa y proceder a registrar el peso. Por otra parte, el peso unitario compactado consistió en llenar el mismo recipiente con agregado, pero en tres capas de igual altura, apisonando cada una de ellas un total de 25 veces con ayuda de una varilla lisa; y, en la tercera capa, luego de apisonar se niveló la superficie y se registró el peso. Adicional a los pesos indicados, se debe conocer el peso del recipiente vacío, así como su volumen, el mismo que se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado a utilizar tal y como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12.

Capacidad del recipiente para el ensayo de peso unitario.

Tamaño máximo nominal del agregado		Capacidad mínima del recipiente
mm	in	m ³
12.5	½	0.0028
25.0	1	0.0093
37.5	1 ½	0.0140
75.0	3	0.0280
100.0	4	0.0700
125.0	5	0.1000

Nota: La capacidad del recipiente que se indica se debe utilizar para el ensayo de agregados con tamaño máximo nominal igual o menor que el listado. *Fuente:* Norma Técnica Peruana (2011).

Finalmente, se determinó el peso unitario suelto y compacto con la siguiente fórmula:

$$PU = \frac{M - R}{V}$$

Donde,

PU: Peso unitario suelto/compactado expresado en kg/m³.

M: Peso del recipiente lleno de material expresado en kg.

R: Peso del recipiente vacío expresado en kg.

V: Volumen del recipiente expresado en m³.

2.7.4. *Peso específico y absorción de los agregados*

Este ensayo realiza un procedimiento para la arena y uno diferente para la piedra en función de sus normativas, la N.T.P.400.022 y la N.T.P.400.021 respectivamente; las cuales indican el conjunto de pasos para determinar el peso específico (densidad) y la absorción. Para este caso en particular, además del cuarteo, el material se debe dejar saturando en agua por un tiempo no menor de 24 horas antes de su intervención.

2.7.4.1. **Peso específico y absorción del agregado fino**

Se retiró el agua del recipiente donde la muestra estuvo saturando, pero teniendo cuidado de no eliminar finos, para llevar el material al horno a una temperatura de 110°C hasta que se encuentre saturado superficialmente seco (SSS). Para comprobar este estado, se utilizó un cono metálico, el cual se llenó en una capa con la arena sacada del horno una vez fría, y se dejó caer un pisón un total de 25 veces desde una altura aproximada de 5mm; al retirar el cono, la muestra debe tomar su forma, pero con ligeros desprendimientos. El primer peso que se registró es el del picnómetro lleno de agua, luego el del picnómetro con 500g de muestra y relleno de agua; y, finalmente el de la muestra completamente seca tras estar en el horno a 110°C de temperatura. El peso específico y absorción de la arena se calcularon aplicando:

$$\text{Peso específico} = 997.5 \left[\frac{S}{A + B - C} \right] \qquad \% \text{Absorción} = \left[\frac{B - S}{S} \right] * 100$$

Donde,

S: Peso de la muestra seca expresado en g.

A: Peso del picnómetro lleno de agua expresado en g.

B: Peso de la arena SSS antes de entrar al picnómetro expresado en g.

C: Peso del picnómetro lleno de muestra y agua expresado en g.

2.7.4.2. Peso específico y absorción del agregado grueso

Se retiró el agua del recipiente donde la muestra estuvo saturando, luego, se secaron las partículas con trapos industriales solo hasta eliminar su brillo superficial, de manera que se encuentren en estado saturado superficialmente seco (SSS). El primer peso que se registró fue el de la muestra al aire y se obtuvo al agregar una porción de material en la canastilla de la balanza de flotabilidad; luego, se elevó el depósito con agua propio de la balanza hasta que el agregado que se encuentra en la canastilla se cubra por completo y se registró el peso sumergido; finalmente, se dejó drenar el agua para colocar la muestra en una bandeja e ingresarla al horno a 110°C de temperatura hasta que quede completamente seca para registrar el último peso. El peso específico y absorción de la piedra se calcularon aplicando:

$$\text{Peso específico} = 997.5 \left[\frac{S}{A - B} \right] \qquad \%Abs = \left[\frac{A - S}{S} \right] * 100$$

Donde,

S: Peso de la muestra seca expresado en g.

A: Peso de la piedra SSS al aire expresado en g.

B: Peso sumergido de la muestra expresado en g.

La cantidad de material mínima a utilizar para este ensayo se define en la siguiente tabla:

Tabla 13.

Cantidad de material para el peso específico y absorción del AG.

Tamaño máximo nominal - mm (in)	Masa mínima de muestra para ensayo
12.5 (1/2) o menor	2kg
19.0 (3/4)	3kg
25.0 (1)	4kg
37.5 (1 1/2)	5kg

Nota: Se muestra la cantidad mínima de material a ensayar según el tamaño máximo nominal del agregado grueso. *Fuente:* Norma Técnica Peruana (2011).

2.7.5. Diseños de mezcla

El diseño de mezcla se realizó según la metodología ACI 211.1, correspondiente a un concreto convencional, siguiendo todo el conjunto de pasos que se detallan en la parte de desarrollo de tesis ubicada en los anexos de la presente investigación.

2.7.6. Asentamiento del concreto

Es un ensayo que se desarrolló en función de la N.T.P.339.035, mientras el concreto se encontraba en estado fresco y recién elaborado, el mismo que consistió en colocar el cono de Abrams sobre una bandeja metálica no absorbente y pisar ambas aletas durante toda la duración del procedimiento. Se llenó el cono en tres capas de igual volumen, compactando cada una con 25 golpes utilizando una varilla lisa de 16mm de diámetro. En la última capa, luego de golpear con la varilla, se niveló el borde superior del cono y se eliminó todo el excedente para finalmente, levantarlo de manera vertical y en un movimiento firme. El valor de asentamiento se obtuvo al medir la distancia entre el borde superior del molde y el centro del cono deformado, reportando el resultado con aproximación a 0.25”.

2.7.7. Peso unitario del concreto

Es un ensayo que se desarrolló en función de la N.T.P.339.046, mientras el concreto se encontraba en estado fresco, el cual consistió en llenar el mismo recipiente ya descrito en la caracterización de agregados, en tres capas de igual altura, apisonando cada una de ellas un total de 25 veces con ayuda de una varilla lisa además de 12 golpes con un mazo de goma; y, en la tercera capa, luego de apisonar y golpear se niveló la superficie y se registró el peso. Adicional al peso indicado, se debe conocer el peso del recipiente vacío, así como su volumen, el mismo que se encuentra en función del tamaño máximo nominal del agregado a utilizar.

Finalmente, se determinó el peso unitario del concreto con la siguiente fórmula:

$$PU = \frac{M - R}{V}$$

Donde,

PU: Peso unitario del concreto expresado en kg/m³.

M: Peso del recipiente lleno de concreto expresado en kg.

R: Peso del recipiente vacío expresado en kg.

V: Volumen del recipiente expresado en m³.

2.7.8. *Temperatura del concreto*

Es un ensayo que se desarrolló en función de la N.T.P.339.184, mientras el concreto se encontraba en estado fresco, el cual consistió en colocar un termómetro digital en un recipiente lleno de mezcla, sumergirlo por no menos de 7.5cm, y dejarlo introducido por un espacio de 2 a 5 minutos mientras la lectura se estabilizaba. Es importante que el recipiente brinde al menos 3” de concreto en todas las direcciones alrededor del dispositivo. Se registró la temperatura con aproximación a 0.5°C.

2.7.9. *Elaboración de especímenes*

Para elaborar los testigos a utilizar en la presente investigación, se siguieron las indicaciones de la N.T.P.339.183, la cual brinda procedimientos de confección tanto de especímenes cilíndricos como prismáticos correspondientes a vigas. Antes de iniciar con el vaciado en los moldes, se les aplicó un desmoldante para facilitar su desencofrado pasadas 24 horas desde su elaboración.

2.7.9.1. *Elaboración de especímenes para compresión*

Los especímenes para los ensayos de resistencia a la compresión corresponden a probetas cilíndricas de 10cm de diámetro con 20cm de altura, las mismas que se elaboraron en dos

capas de igual volumen, aplicando para cada una de ellas 25 apisonadas con una varilla lisa de 3/8” y 12 golpes con un mazo de goma por todo el contorno exterior con la finalidad de eliminar el aire atrapado. En la última capa se enrasó la superficie de tal manera que el acabado quede lo más nivelado posible para que su posterior ensayo a compresión sea óptimo. Asimismo, la confección se ejecutó en una superficie plana y libre de vibraciones, lejos de todo agente que pueda contaminar e interferir con el proceso de fraguado.

2.7.9.2. Elaboración de especímenes para flexión

Los especímenes para los ensayos de resistencia a la flexión corresponden a vigas de 15cm de lado en su sección y 54cm de longitud cumpliendo lo mínimo permitido por la norma de 3 veces la arista. Estos especímenes se elaboraron en dos capas de igual altura, aplicando en cada una de ellas, un golpe con una varilla lisa de 5/8 por cada 14cm², acumulando un total de 58 varilladas; adicionalmente, 3 golpes repartidos uniformemente en cada lado haciendo un total de 12. En la última capa se enrasó la superficie de tal manera que el acabado quede lo más nivelado posible para que su posterior ensayo a flexión sea óptimo. Asimismo, la confección se ejecutó de igual manera sobre una superficie plana y libre de vibraciones, lejos de todo agente que pueda contaminar e interferir con el proceso de fraguado.

2.7.9.3. Elaboración de especímenes para permeabilidad

La propiedad de permeabilidad se asoció al ensayo de velocidad de absorción o conocida como succión capilar, la cual necesita discos de concreto de 5cm de altura; entonces, las probetas confeccionadas para compresión se marcaron en cuatro partes iguales y se cortaron cuidando que queden planas, de las que se extrajeron solo los dos discos centrales.

2.7.10. Resistencia a la compresión

El ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto se realizó en función de la N.T.P.339.034; la cual indica que se debe registrar el tamaño de los

diámetros de cada probeta antes de ser sometidas a cargas en una prensa hidráulica a una velocidad constante hasta llegar a la falla. El valor de resistencia a la compresión se obtuvo al aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Resistencia a la compresión} = \frac{F}{A}$$

Donde,

F: Máxima carga soportada por la probeta antes de su falla expresada en kg.

A: Área de contacto que recibe la carga de cada probeta expresada en cm².

2.7.11. Resistencia a la flexión

El ensayo para determinar la resistencia a la flexión o módulo de rotura del concreto se realizó en función de la N.T.P.339.078, la cual consiste en someter vigas a cargas en los puntos tercios en una prensa hidráulica a velocidad constante hasta lograr la falla. El valor de módulo de rotura se obtuvo al aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Módulo de rotura} = \frac{PL}{bh^2}$$

Dónde,

P: Máxima carga soportada por la probeta antes de su falla expresada en kg.

L: Luz libre entre apoyos expresada en cm.

b: Ancho promedio de la viga expresada en cm.

h: Altura promedio de la viga expresada en cm.

2.7.12. Permeabilidad

Los discos extraídos se colocaron en una bandeja con agua de tal forma que solo las humedezca 2mm y se fue registrando la ganancia de peso en el transcurso de los tiempos definidos por la ASTM C-1585; los cuales se dividen en absorción inicial desde el minuto 1 hasta las 6h; y, absorción final desde el día 1 hasta el día 8.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 14.

Características del agregado fino.

Ensayo	Unidad	N.T.P.	Resultado
Contenido de humedad	%	339.185	1.1
Peso específico	g/cm ³	400.022	2.50
Absorción	%	400.022	1.1
Peso unitario suelto	kg/m ³	400.017	1683
Peso unitario compactado	kg/m ³	400.017	1900
Módulo de fineza	-	400.012	2.58

Nota: Se muestra el resultado promedio de cada ensayo realizado al agregado fino, evidenciando que se trata de una arena gruesa gracias a que su módulo de fineza supera los 2.3 pero está bajo 3.1, siendo el rango permitido por la normativa correspondiente.

Tabla 15.

Características del agregado grueso.

Ensayo	Unidad	N.T.P.	Resultado
Contenido de humedad	%	339.185	0.8
Peso específico	g/cm ³	400.021	2.43
Absorción	%	400.021	3.0
Peso unitario suelto	kg/m ³	400.017	1414
Peso unitario compactado	kg/m ³	400.017	1621
Tamaño máximo nominal	in	400.037	1
Huso granulométrico	-	400.037	57

Nota: Se muestra el resultado promedio de cada ensayo realizado al agregado grueso, evidenciando que se trata de una piedra de Huso 57 luego que la curva granulométrica se ajustara a los límites que éste establece para una piedra de TMN de 1" y TM de 1 ½".

3.2. Diseños de mezcla

Tabla 16.

Diseño de mezcla del concreto patrón.

Material	Peso húmedo (kg/m³)	Peso x Tanda35L (kg)	Peso x Tanda47L (kg)
Cemento	346	12.11	16.26
Agua	218	7.62	10.23
Agregado fino	543	18.99	25.50
Agregado grueso	1131	39.57	53.14
Porcelana reciclada	-	0	0

Nota: Se muestra la cantidad de material a emplearse por cada m³ de concreto correspondientes a los pesos húmedos luego de realizar el diseño de mezcla; proyectando cada uno de ellos a tandas de 35L y de 47L, siendo los volúmenes necesarios para confeccionar el total de probetas y vigas respectivamente.

Tabla 17.

Diseño de mezcla del concreto con 5% de porcelana reciclada.

Material	Peso húmedo (kg/m³)	Peso x Tanda35L (kg)	Peso x Tanda47L (kg)
Cemento	346	12.11	16.26
Agua	218	7.62	10.23
Agregado fino	543	18.04	24.23
Agregado grueso	1131	39.57	53.14
Porcelana reciclada	-	0.949	1.275

Nota: Se muestra la cantidad de material a emplearse por cada m³ de concreto correspondientes a los pesos húmedos luego de realizar el diseño de mezcla; proyectando cada uno de ellos a tandas de 35L y de 47L, siendo los volúmenes necesarios para confeccionar el total de probetas y vigas respectivamente; además, se evidencia una disminución en el agregado fino respecto al concreto patrón, ello debido a la sustitución parcial por porcelana reciclada.

Tabla 18.
Diseño de mezcla del concreto con 10% de porcelana reciclada.

Material	Peso húmedo (kg/m³)	Peso x Tanda35L (kg)	Peso x Tanda47L (kg)
Cemento	346	12.11	16.26
Agua	218	7.62	10.23
Agregado fino	543	17.09	22.95
Agregado grueso	1131	39.57	53.14
Porcelana reciclada	-	1.899	2.550

Nota: Se muestra la cantidad de material a emplearse por cada m³ de concreto correspondientes a los pesos húmedos luego de realizar el diseño de mezcla; proyectando cada uno de ellos a tandas de 35L y de 47L, siendo los volúmenes necesarios para confeccionar el total de probetas y vigas respectivamente; además, se evidencia una disminución en el agregado fino respecto al concreto patrón, ello debido a la sustitución parcial por porcelana reciclada.

Tabla 19.
Diseño de mezcla del concreto con 15% de porcelana reciclada.

Material	Peso húmedo (kg/m³)	Peso x Tanda35L (kg)	Peso x Tanda47L (kg)
Cemento	346	12.11	16.26
Agua	218	7.62	10.23
Agregado fino	543	16.14	21.68
Agregado grueso	1131	39.57	53.14
Porcelana reciclada	-	2.848	3.825

Nota: Se muestra la cantidad de material a emplearse por cada m³ de concreto correspondientes a los pesos húmedos luego de realizar el diseño de mezcla; proyectando cada uno de ellos a tandas de 35L y de 47L, siendo los volúmenes necesarios para confeccionar el total de probetas y vigas respectivamente; además, se evidencia una disminución en el agregado fino respecto al concreto patrón, ello debido a la sustitución parcial por porcelana reciclada.

Tabla 20.

Diseño de mezcla del concreto con 20% de porcelana reciclada.

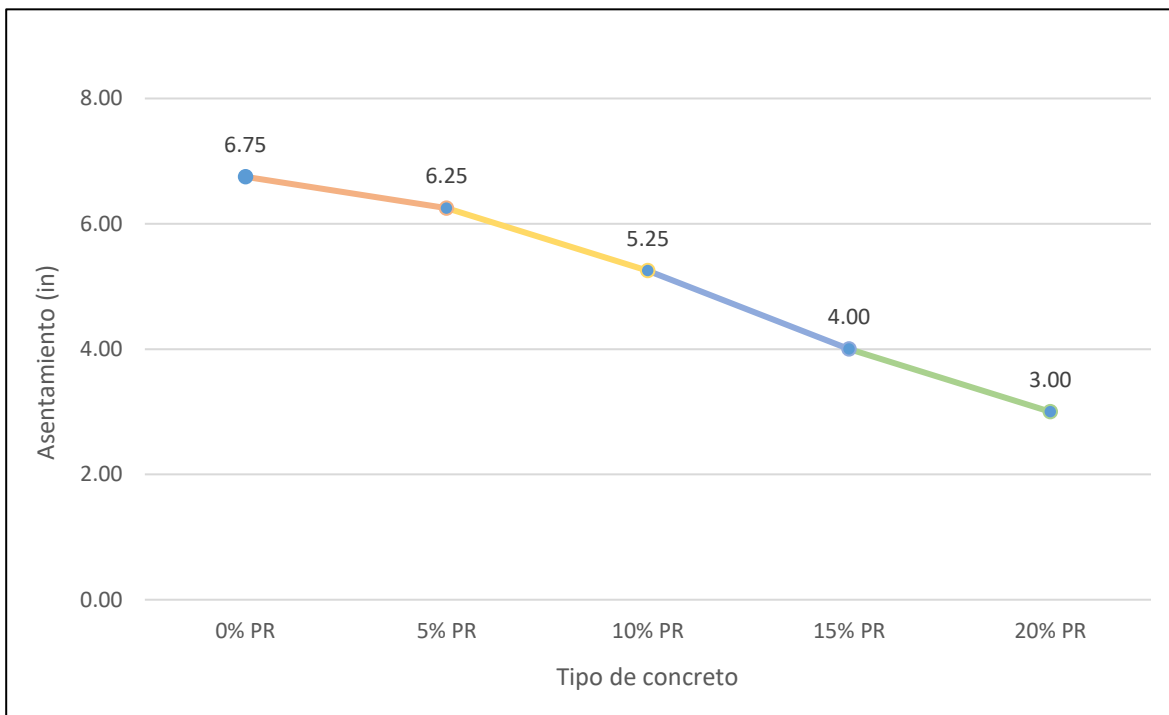
Material	Peso húmedo (kg/m ³)	Peso x Tanda35L (kg)	Peso x Tanda47L (kg)
Cemento	346	12.11	16.26
Agua	218	7.62	10.23
Agregado fino	543	15.19	20.40
Agregado grueso	1131	39.57	53.14
Porcelana reciclada	-	3.798	5.100

Nota: Se muestra la cantidad de material a emplearse por cada m³ de concreto correspondientes a los pesos húmedos luego de realizar el diseño de mezcla; proyectando cada uno de ellos a tandas de 35L y de 47L, siendo los volúmenes necesarios para confeccionar el total de probetas y vigas respectivamente; además, se evidencia una disminución en el agregado fino respecto al concreto patrón, ello debido a la sustitución parcial por porcelana reciclada.

3.3. Trabajabilidad de los concretos

Figura 2.

Trabajabilidad de los concretos.

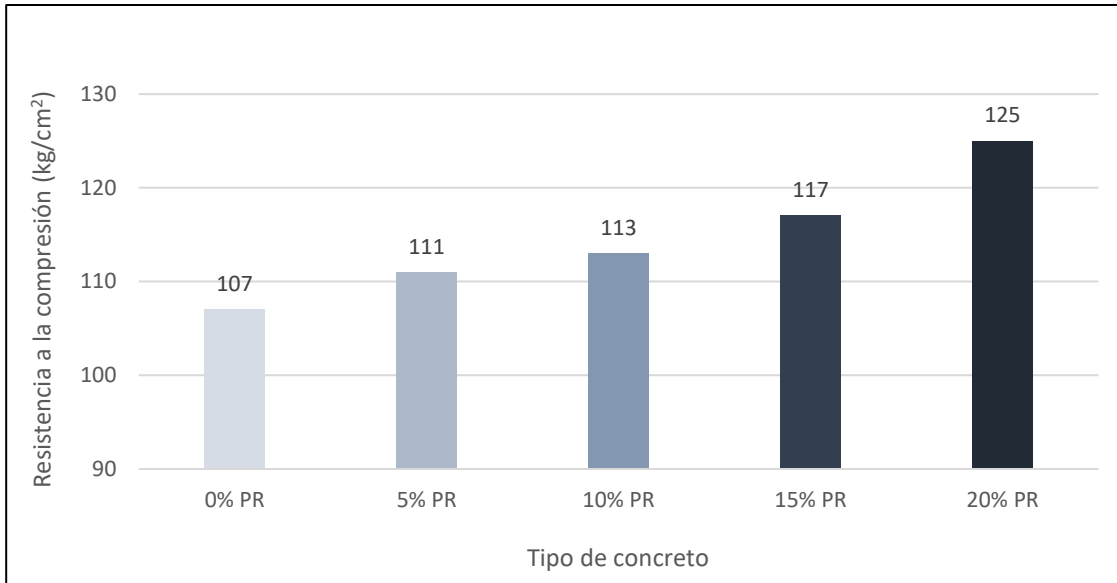


Nota: Se muestra la trabajabilidad de los concretos medida por el ensayo de asentamiento, evidenciando que a medida que el porcentaje de porcelana reciclada aumenta, la consistencia disminuye.

3.4. Resistencia a la compresión de los concretos

Figura 3.

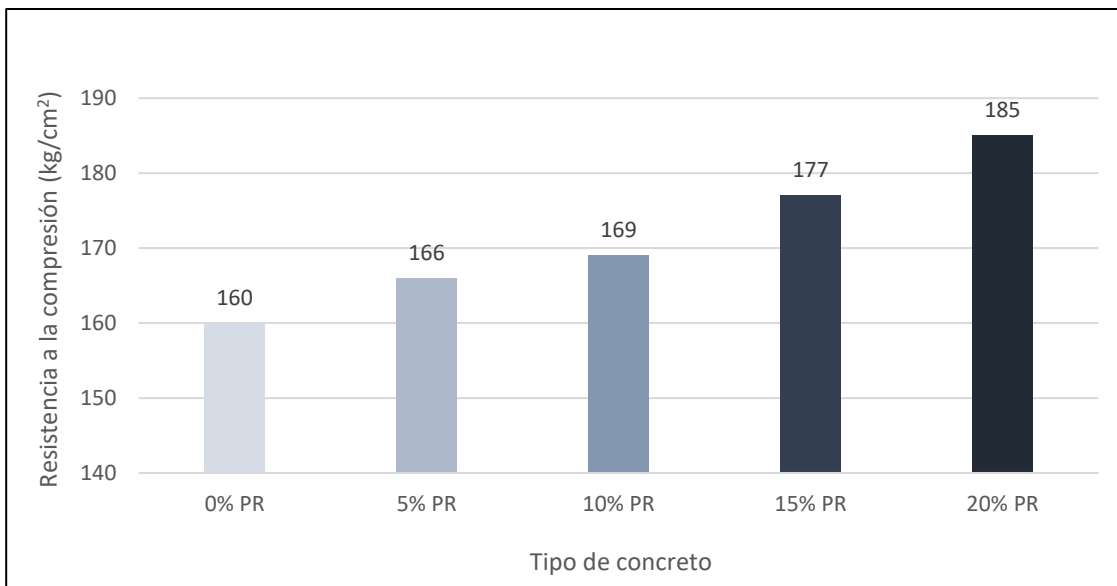
Resistencia a la compresión de los concretos a 3 días de curado.



Nota: Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por todos los concretos evaluados a la edad de 3 días de curado, evidenciando una ganancia a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de porcelana por agregado fino; sin embargo, no puede definirse aún un porcentaje óptimo debido a que se trata de una edad inicial y el comportamiento puede variar en las siguientes edades.

Figura 4.

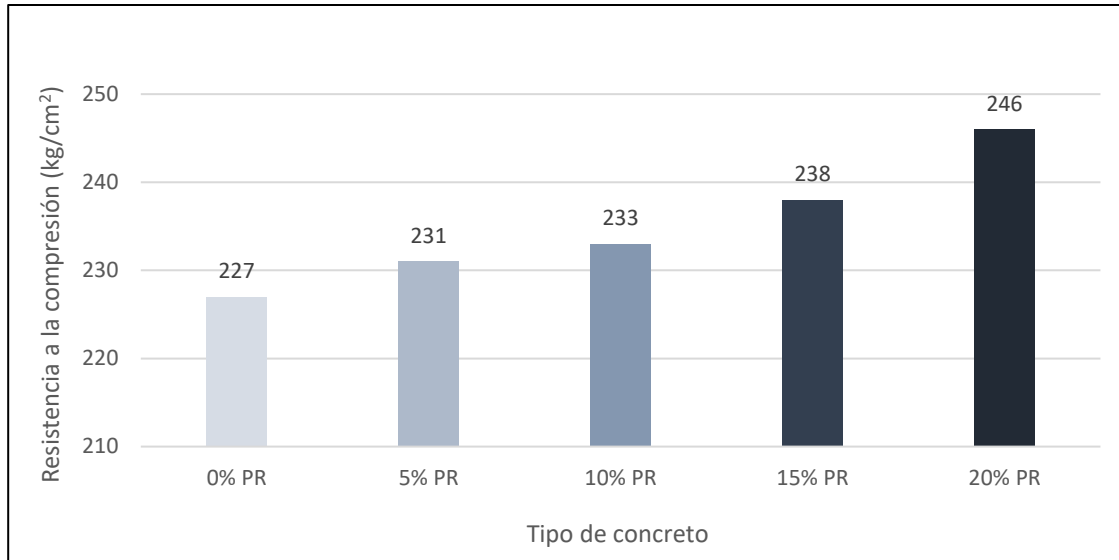
Resistencia a la compresión de los concretos a 7 días de curado.



Nota: Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por todos los concretos evaluados a la edad de 7 días de curado, evidenciando que sigue la tendencia respecto a la mejora a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de porcelana por agregado fino; sin embargo, no puede definirse aún un porcentaje óptimo debido a que no se trata de la edad final y el comportamiento luego puede variar.

Figura 5.

Resistencia a la compresión de los concretos a 28 días de curado.

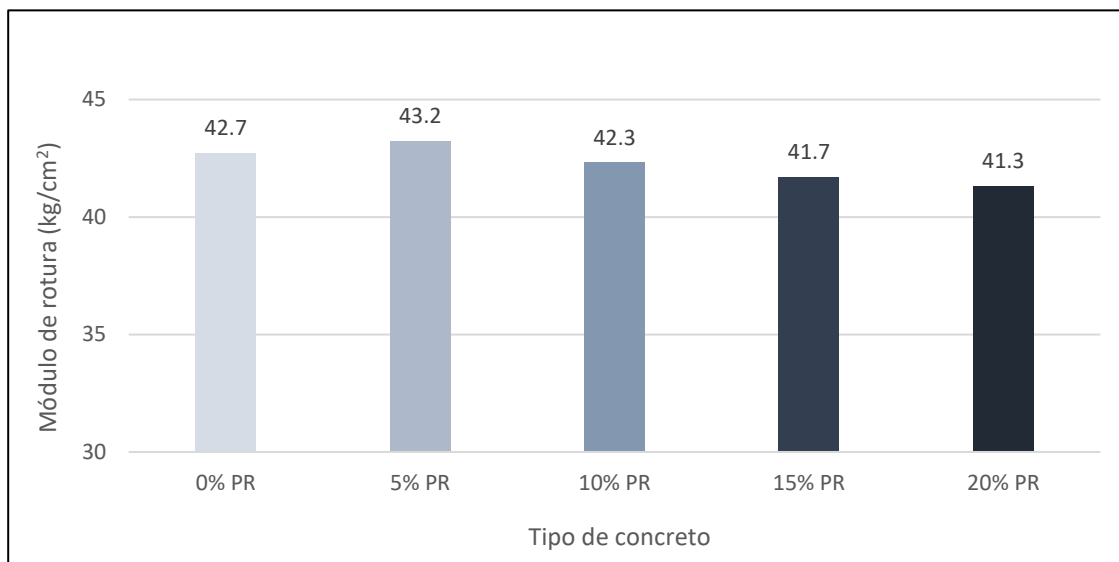


Nota: Se muestran los valores promedio de resistencia a la compresión obtenidos por todos los concretos evaluados a la edad de 28 días de curado, evidenciando que se consolida la tendencia respecto a la mejora de esta propiedad a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de porcelana por agregado fino; encontrando como porcentaje óptimo el 20% debido a que fue el que arrojó los valores más altos.

3.5. Resistencia a la flexión de los concretos

Figura 6.

Resistencia a la flexión de los concretos a 28 días de curado.

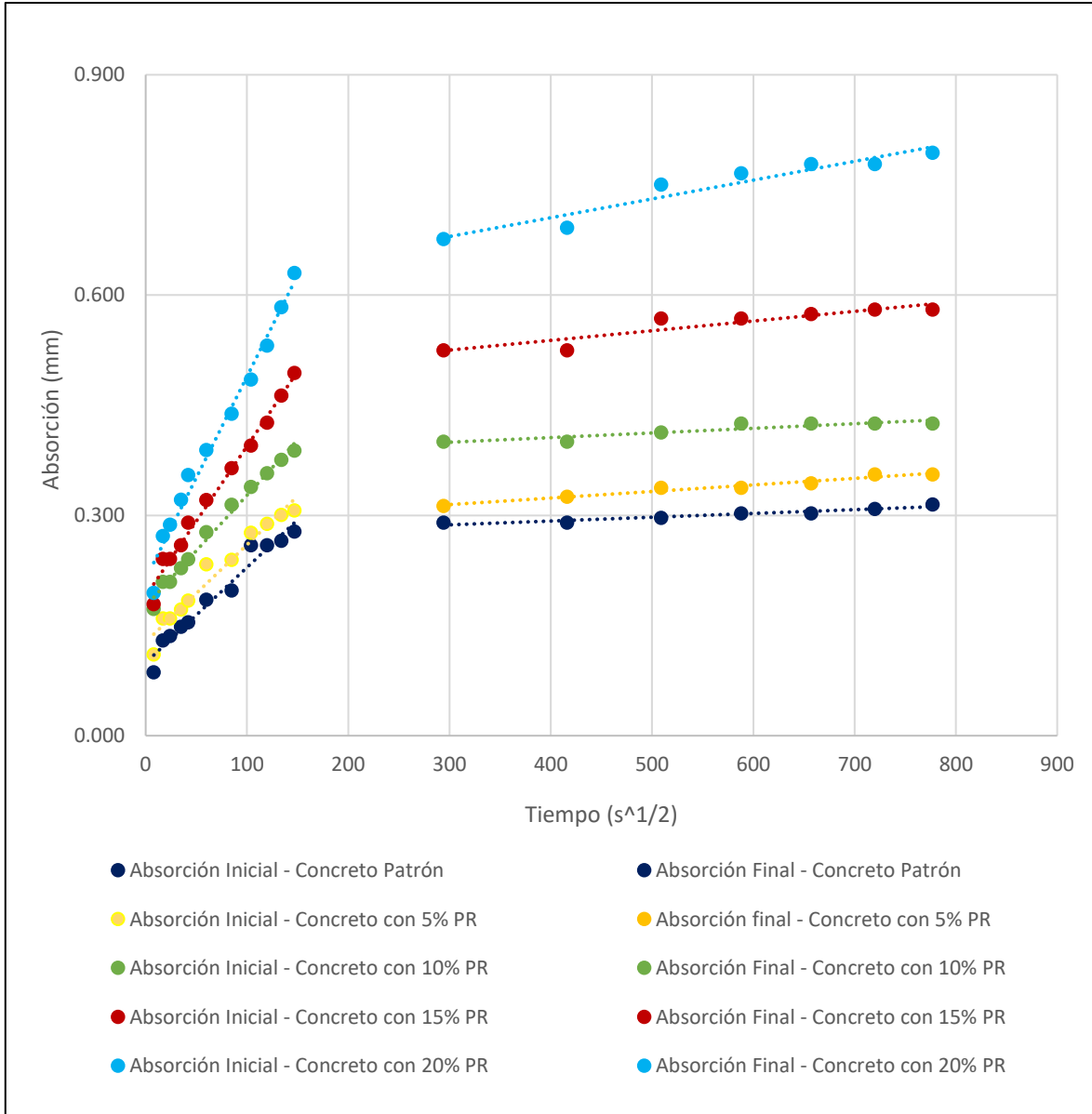


Nota: Se muestran los valores promedio de módulo de rotura obtenidos por todos los concretos evaluados a la edad de 28 días de curado bajo el ensayo de resistencia a la flexión, evidenciando que muy contrario a los resultados de compresión, en este caso se genera una disminución conforme el porcentaje de sustitución de porcelana por agregado fino aumenta; sin embargo, al 5% se obtienen los valores más altos, superando incluso al concreto patrón, por lo que se establece como el porcentaje óptimo.

3.6. Permeabilidad de los concretos

Figura 7.

Permeabilidad de los concretos.



Nota: Se muestran los valores de absorción de todos los concretos evaluados bajo el ensayo de succión capilar; evidenciando que existe un incremento en esta propiedad a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de arena por porcelana reciclada; dándose tanto para la absorción inicial que empieza en el minuto 1 y termina en la hora 6, como para la absorción final que empieza en el día 1 y termina en el día 8. El incremento de absorción que se genera resulta negativo para el concreto, ya que es un indicador que el elemento estará más expuesto a la humedad y otros agentes externos que puedan dañarla.

3.7. Prueba de hipótesis

3.7.1. Normalidad

Tabla 21.

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.

Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.964	3	0.637
5% de porcelana reciclada	0.997	3	0.900
10% de porcelana reciclada	0.997	3	0.900
15% de porcelana reciclada	0.999	3	0.935
20% de porcelana reciclada	0.999	3	0.927

Nota: Se muestra la prueba de Shapiro-Wilk para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 3 días de curado, logrando evidenciar que las significancias en todos los casos superan el valor de 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis nula, la misma que hace referencia que la muestra presenta una distribución normal.

Tabla 22.

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.

Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.750	3	0.090
5% de porcelana reciclada	0.987	3	0.780
10% de porcelana reciclada	0.964	3	0.637
15% de porcelana reciclada	0.923	3	0.463
20% de porcelana reciclada	0.855	3	0.253

Nota: Se muestra la prueba de Shapiro-Wilk para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 7 días de curado, logrando evidenciar que las significancias en todos los casos superan el valor de 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis nula, la misma que hace referencia que la muestra presenta una distribución normal.

Tabla 23.

Prueba de normalidad de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.

Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.996	3	0.878
5% de porcelana reciclada	0.855	3	0.253
10% de porcelana reciclada	0.964	3	0.637
15% de porcelana reciclada	0.987	3	0.780
20% de porcelana reciclada	0.878	3	0.317

Nota: Se muestra la prueba de Shapiro-Wilk para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que las significancias en todos los casos superan el valor de 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis nula, la misma que hace referencia que la muestra presenta una distribución normal.

Tabla 24.

Prueba de normalidad de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.

Tipo de concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	0.945	3	0.549
5% de porcelana reciclada	0.976	3	0.702
10% de porcelana reciclada	0.997	3	0.894
15% de porcelana reciclada	0.901	3	0.388
20% de porcelana reciclada	0.940	3	0.526

Nota: Se muestra la prueba de Shapiro-Wilk para los resultados de módulo de rotura obtenidos por el ensayo de resistencia a la flexión a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que las significancias en todos los casos superan el valor de 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis nula, la misma que hace referencia que la muestra presenta una distribución normal.

3.7.2. Varianza

Tabla 25.

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.

Anova de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	558.400	4	139.600	3.513	0.049
Intra-grupos	397.333	10	39.733		
Total	955.733	14			

Nota: Se muestra la prueba de Anova de un factor para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 3 días de curado, logrando evidenciar que la significancia es inferior a 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética.

Tabla 26.

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.

Anova de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1200.933	4	300.233	8.013	0.004
Intra-grupos	374.667	10	37.467		
Total	1575.600	14			

Nota: Se muestra la prueba de Anova de un factor para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 7 días de curado, logrando evidenciar que la significancia es inferior a 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética.

Tabla 27.

Análisis de varianza de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.

Anova de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	661.333	4	165.333	3.652	0.044
Intra-grupos	452.667	10	45.267		
Total	1114.000	14			

Nota: Se muestra la prueba de Anova de un factor para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que la significancia es inferior a 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética.

Tabla 28.

Análisis de varianza de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.

Anova de un factor					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	6.653	4	1.663	0.225	0.018
Intra-grupos	74.040	10	7.404		
Total	80.693	14			

Nota: Se muestra la prueba de Anova de un factor para los resultados de módulo de rotura obtenidos por el ensayo de resistencia a la flexión a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que la significancia es inferior a 0.05; indicando que se debe aceptar la hipótesis alternativa, la misma que hace referencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética.

3.7.3. Post Prueba

Tabla 29.

Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 3 días de curado.

		HSD Tukey	
Tipo de Concreto	N	Significancia=0.05	
		1	2
Patrón	3	106.6667	
5% de porcelana reciclada	3	111.3333	111.3333
10% de porcelana reciclada	3	112.6667	112.6667
15% de porcelana reciclada	3	117.3333	117.3333
20% de porcelana reciclada	3		124.6667
Significancia		0.302	0.146

Nota: Se muestra la post prueba de Tukey para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 3 días de curado, logrando evidenciar que la mayor diferencia significativa la genera el concreto con 20% de porcelana reciclada.

Tabla 30.

Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 7 días de curado.

		HSD Tukey		
Tipo de Concreto	N	Significancia=0.05		
		1	2	3
Patrón	3	159.6667		
5% de porcelana reciclada	3	165.6667	165.6667	
10% de porcelana reciclada	3	169.3333	169.3333	169.3333
15% de porcelana reciclada	3		177.0000	177.0000
20% de porcelana reciclada	3			185.3333
Significancia		0.360	0.232	0.057

Nota: Se muestra la post prueba de Tukey para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 7 días de curado, logrando evidenciar que la mayor diferencia significativa la genera el concreto con 20% de porcelana reciclada.

Tabla 31.

Prueba Tukey de la resistencia a la compresión a 28 días de curado.

		HSD Tukey	
Tipo de Concreto	N	Significancia=0.05	
		1	2
Patrón	3	227.3333	
5% de porcelana reciclada	3	230.6667	230.6667
10% de porcelana reciclada	3	232.6667	232.6667
15% de porcelana reciclada	3	238.0000	238.0000
20% de porcelana reciclada	3		246.3333
Significancia		0.357	0.098

Nota: Se muestra la post prueba de Tukey para los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que la mayor diferencia significativa la genera el concreto con 20% de porcelana reciclada.

Tabla 32.

Prueba Tukey de la resistencia a la flexión a 28 días de curado.

		HSD Tukey	
Tipo de Concreto	N	Significancia=0.05	
		1	
20% de porcelana reciclada	3	41.3333	
15% de porcelana reciclada	3	41.7000	
10% de porcelana reciclada	3	42.2667	
Patrón	3	42.6667	
5% de porcelana reciclada	3	43.2000	
Significancia		0.912	

Nota: Se muestra la post prueba de Tukey para los resultados de módulo de rotura obtenidos por el ensayo de resistencia a la flexión a la edad de 28 días de curado, logrando evidenciar que la mayor influencia la genera el concreto con 5% de porcelana reciclada; sin embargo, la diferencia no es significativa.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Los resultados obtenidos por los ensayos de resistencia a la compresión y resistencia a la flexión fueron procesados estadísticamente en el software SPSS con el objetivo de validar o descartar la hipótesis propuesta; dando inicio con el análisis de normalidad a través de la prueba de Shapiro Wilk en virtud de poseer un tamaño de muestra inferior a 50; donde se observó que todas las significancias superaron el valor de 0.05 correspondiente a 5%, por lo que se aceptó la hipótesis nula, la cual indica que la muestra presenta una distribución normal. Posterior a ello, se realizó el análisis de varianza a través de la prueba Anova de un factor gracias a los resultados de la normalidad, donde se observó que las significancias estuvieron por debajo de 0.05, lo que permitió aceptar la hipótesis alternativa, la cual hace referencia que la diferencia entre la varianza de la población y la varianza hipotética es estadísticamente significativa. Finalmente, se desarrolló la post prueba Tukey, la misma que permitió demostrar si existe o no influencia significativa de la porcelana reciclada sobre ambas propiedades. Gracias a todo el procedimiento descrito, se concluye que la porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la elaboración de concretos genera influencia significativamente positiva sobre la resistencia a la compresión del concreto; y, una mejora no significativa en cuanto a la resistencia a la flexión.

El desarrollo experimental de la presente investigación dio inicio con la caracterización del agregado fino y agregado grueso, provenientes de la cantera El Milagro; cuyos ensayos fueron contenido de humedad, granulometría, peso específico y absorción. Para el caso del agregado fino, el contenido de humedad arrojó un valor promedio de 1.1%,

el peso específico 2.5g/cm^3 , la absorción 1.1%, el peso unitario suelto y compactado 1683kg/m^3 y 1900kg/m^3 respectivamente; además, luego de procesar los pesos retenidos en el ensayo de granulometría, se obtuvieron los porcentajes pasantes que dieron forma a la curva granulométrica, la misma que se encuentra dentro de los límites mínimos y máximos establecidos en la NTP.400.037, donde también se calculó el módulo de finura, cuyo valor de 2.58 comprobó que se trata de una arena gruesa. Por su parte, los ensayos ejecutados al agregado grueso mostraron valores promedio de 0.8% para el contenido de humedad, 2.43g/cm^3 de peso específico, 3% de absorción; y, 1414kg/m^3 y 1621kg/m^3 de peso unitario suelto y peso unitario compactado respectivamente; además, luego de procesar los pesos retenidos en el ensayo de granulometría, se obtuvieron los porcentajes pasantes que dieron forma a la curva granulométrica, la misma que se encuentra dentro de los límites mínimos y máximos establecidos en la NTP.400.037 correspondientes a una piedra de Huso 57 cuyo tamaño máximo nominal es de 1". Teniendo las características de los agregados y el peso específico del cemento, se realizaron los diferentes diseños de mezcla, uno para el concreto patrón y uno para cada concreto experimental con 5%, 10%, 15% y 20% de sustitución de arena por porcelana reciclada, todos proyectados para una resistencia de $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ y un asentamiento de consistencia fluida; empleando para esto la metodología ACI 211.1, la misma que permitió determinar la cantidad de material a emplearse por cada m^3 de concreto; pesos que fueron proyectados para tandas de laboratorio de 35L y 47L para la confección de probetas y vías respectivamente, estando en cumplimiento con los 28L mínimos permitidos por la NTP.339.036. En la figura N°2 se muestran los resultados del ensayo de asentamiento para medir la pérdida de trabajabilidad, evidenciando que conforme el porcentaje de porcelana reciclada aumenta, la propiedad en mención disminuye, pasando

de una consistencia fluida del concreto patrón, a una consistencia plástica por parte del concreto con 20%; sin embargo, la mezcla aún es trabajable, evitando de esta forma cualquier cangrejera o segregación. En las figuras N°3, N°4 y N°5 se muestran los resultados promedio de resistencia a la compresión alcanzados por cada concreto a la edad de 3, 7 y 28 días respectivamente, observando en todos los escenarios que la incorporación de porcelana reciclada como reemplazo del agregado fino genera influencia significativamente positiva sobre la propiedad en mención, notando una relación directamente proporcional, es decir, a mayor porcentaje de reemplazo, dentro de los considerados, mayores son los resultados. En la figura N°6 se evidencian los resultados promedio de resistencia a la flexión alcanzados por cada concreto a la edad de 28 días, observando que la incorporación del 5% de porcelana reciclada como reemplazo del agregado fino genera un aumento sobre la propiedad en mención, sin embargo, la diferencia respecto al concreto patrón en todos los casos no resulta significativa. Finalmente, en la figura N°7 se aprecian los resultados correspondientes al ensayo de succión capilar para determinar la permeabilidad; encontrando que, a medida que el porcentaje de sustitución de agregado fino por porcelana reciclada en la elaboración de mezclas aumenta, esta propiedad también lo hace tanto en la absorción inicial que inicia en el minuto 1, como en la final que culmina el día 8, resultando perjudicial si se quiere construir estructuras de retención de agua.

En esta tesis se estableció como objetivo general determinar la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022; donde se consideraron

diferentes antecedentes, uno de los cuales corresponde a la investigación de El- Dieb et al. (2018); quienes llegaron a concluir que los residuos cerámicos pueden ser utilizados para la elaboración de concretos ecológicos en porcentajes entre 10% a 20% debido a que mejora la retención de trabajabilidad y gracias a su actividad puzolánica mostrada a edades finales, mejora también las propiedades de resistencia a la compresión y permeabilidad; donde, haciendo una comparación con nuestros resultados, se refuerza este antecedente para las propiedad mecánica de compresión y para la trabajabilidad, ya que la mezcla no se volvió completamente seca; sin embargo, se contradice en el tema de la permeabilidad, ya que en nuestro caso se ve perjudicada.

Como siguiente antecedente se tiene el estudio de Tapia (2018), quien hace énfasis en que es viable el reemplazo parcial del agregado mineral por el agregado reciclado para la elaboración de concretos de altas prestaciones; y que, la disminución de resistencia puede deberse en primer lugar a que una de las caras de la porcelana es lisa, es decir, no contribuye en la adherencia del grano de agregado reciclado con la pasta; sin embargo, nuestros resultados refutan lo encontrado por este autor ya que la resistencia a la compresión iba incrementando acorde al aumento en el porcentaje considerado de PR.

El tercer antecedente internacional corresponde al estudio de Mora (2014), quién finalizó concluyendo que la porcelana como sustitución total del agregado grueso no genera concretos de buena calidad, siendo comprobado en las deficiencias de su comportamiento mecánico; asimismo, hace mención que no resulta aplicable para elementos estructurales debido a su alta permeabilidad, haciéndolo vulnerable ante los agentes ambientales como la humedad principalmente; donde, nuestra investigación refuerza parcialmente lo mencionado por el autor, ya que para el tema de la

permeabilidad sí se evidencia un aumento y eso resulta perjudicial ante los factores que están en contacto con los elementos de concreto durante toda su vida útil; sin embargo, rechaza lo descrito sobre el comportamiento mecánico, ya que nosotros encontramos una relación directamente proporcional entre esa variable y la porcelana reciclada.

Por el lado de los antecedentes nacionales, se inició con la investigación de Espinoza & Pipa (2021), quienes finalizan asegurando que al incorporar residuos cerámicos se influye positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, superando en todos los casos las resistencias de diseño; sin embargo, se influye de manera negativa con respecto a la permeabilidad; convirtiéndose en el estudio más semejante al nuestro, ya que la conclusión es prácticamente la misma; y esto puede deberse a que a diferencia de los antecedentes enumerados anteriormente, estos autores usaron los residuos como sustitución del agregado fino, más no del cemento.

Otro antecedente fue el de Bayona & Berrospi (2021), quienes al final de su estudio indican que la cerámica reciclada y usada para la elaboración de mezclas influye la trabajabilidad del concreto de manera negativa, sin embargo, los primeros porcentajes se encuentran dentro del rango para una consistencia plástica, es decir, de 3" a 4"; asimismo, concluyen que la cerámica reciclada no mejora la resistencia del concreto, pero al 3% de sustitución se puede alcanzar la resistencia para la que se diseñó; por lo que lo convierte en el porcentaje óptimo a ser utilizado; donde, al compararlo con nuestra investigación, se comparte la conclusión alusiva a la trabajabilidad; pues, el concreto pasó de tener una consistencia fluida a tener una consistencia plástica con el máximo porcentaje considerado; sin embargo, rechaza lo mencionado en función a la resistencia; pues ésta se incrementa a medida que el porcentaje de porcelana reciclada aumenta.

Finalmente, el estudio de Rojas (2019) refiere que no en todos los casos de sustitución de residuos de cerámica por cemento se podrá generar un aporte positivo sobre las propiedades del concreto; sin embargo, hace hincapié que con el 10% se superan los valores del concreto patrón y que hasta un 20% es viable de utilizar si se desea lograr la resistencia para la que se diseña; compartiendo totalmente nuestra conclusión final, ya que en la presente investigación se trabajó hasta un porcentaje de 20%, pudiendo encontrar resultados favorables en estado fresco y en las propiedades mecánicas.

4.2. Limitaciones

Puesto que a nivel nacional en la construcción no se suele dar un segundo uso a los remanentes generados de la porcelana, no es común encontrar lugares donde se pueda realizar un proceso de trituración de dicho material, razón por la cual se tuvo que realizar la molienda de la porcelana reciclada de forma manual con una comba y en pequeñas cantidades para evitar demasiadas proyecciones de partículas, lo que genero cierto riesgo, por lo que se complica un poco el proceso de obtención de este material triturado, haciendo así difícil de obtener.

Por otro lado, otra limitación fue COVID 19, puesto que en la presente investigación se desarrolló una investigación experimental en el año 2022, año donde la variante ómicron y sus diversas subvariantes eran causantes de nuevos contagios, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomendó que una de las mejores medidas de protección era mantener el distanciamiento y continuar con el uso de mascarillas para evitar el contagio, sin embargo se tuvo que tomar las medidas pertinentes, para evitar contagiarse cuando se realizaban los ensayos de concreto, en un laboratorio particular.

4.3. Implicancias

Como implicancia en lo académico la investigación aporta positivamente creando referencias sobre la adición de porcelana reciclada y como este puede alterar el comportamiento de sus propiedades mecánicas, dejando así una ventana para futuros investigadores que pueden dar apertura a nuevas líneas de investigación.

La implicancia que tiene la investigación en la Ingeniería Civil, sirve para futuras investigaciones puesto que es un tema poco tratado pero novedoso, debido que permite ofrecer materiales que preserven el medio ambiente paralelos a los procesos de su producción; cuyos componentes principales se vean reemplazados de manera parcial por otros de menor impacto contaminante, resultando beneficioso dar una segunda vida a los desechos generados en la construcción con la finalidad de disminuir el gasto de energía, maltrato a la naturaleza y contaminación en general, generando así una cultura de sostenibilidad.

4.4. Conclusiones

- Se determinó la influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua; concluyendo que su uso es viable por el mejoramiento en sus propiedades de resistencia; sin embargo, se tiene que contrarrestar el tema de la permeabilidad y trabajabilidad, pues éstas se ven afectadas de manera negativa.

- Se realizó la caracterización del agregado fino y grueso adquiridos de la cantera El Milagro; logrando determinar que se trata de una arena gruesa y una piedra de TMN 1”,

cuyos resultados fueron usados en los diseños de mezcla correspondientes al concreto patrón y a los concretos experimentales, considerando un $f'c$ de 210kg/cm^2 .

- Se determinó la trabajabilidad de los concretos a través del ensayo de asentamiento, cuyos resultados permiten concluir que existe una relación inversamente proporcional entre esta propiedad y la porcelana reciclada, pues, a medida que el porcentaje de sustitución aumenta, la trabajabilidad disminuye.
- Se determinó la resistencia a la compresión de los concretos, cuyos resultados dan la viabilidad de concluir que, a diferencia de la trabajabilidad, para esta propiedad se genera una relación directamente proporcional, es decir, a medida que el porcentaje de sustitución aumenta, la resistencia a la compresión también lo hace, pero considerando solo los porcentajes analizados, ya que se desconoce lo que sucedería al utilizar más del 20%.
- Se determinó la resistencia a la flexión de los concretos, cuyos resultados permiten concluir que existe un incremento para esta propiedad al emplear 5% de sustitución de porcelana reciclada; sin embargo, la diferencia no resulta significativa; además, al incrementar el porcentaje utilizado, los valores decaen.
- Se determinó la permeabilidad de los concretos, cuyos resultados dan la viabilidad de concluir que, la relación que existe entre esta propiedad y la sustitución de porcelana reciclada es directamente proporcional, es decir, a medida que el porcentaje de sustitución aumenta, la permeabilidad también lo hace; sin embargo, esto resulta perjudicial sobre todo si se trata de estructuras de retención de agua.

- Se realizó el análisis de normalidad, análisis de varianza, y el análisis post prueba; logrando evidenciar que la porcelana reciclada genera influencia significativa en la resistencia a la compresión; encontrando como porcentaje óptimo al 20%; sin embargo, no genera influencia significativa en la resistencia a la flexión pese a que también existe un aumento para esta propiedad.

4.5. Recomendaciones

- Se recomienda a todo el personal relacionado al sector constructivo a considerar la porcelana reciclada como reemplazo parcial del agregado fino para la fabricación de concretos, ya que se logró demostrar una mejora significativa en la resistencia a la compresión y un ligero incremento en la resistencia a la flexión.
- Se recomienda realizar diseños de mezcla de consistencia fluida al considerar el uso de porcelana reciclada como sustitución parcial del agregado fino para elaborar concretos, pues se evidenció que genera pérdida de trabajabilidad, de esa forma pasará de una consistencia fluida (6"-7") a una consistencia plástica (3"-4").
- Se recomienda no considerar la porcelana reciclada para la elaboración de concretos que se utilizarán en la construcción de estructuras de retención de agua, ya que se demostró que genera un aumento en la permeabilidad, pudiendo resultar perjudicial.
- Se recomienda trabajar con la porcelana reciclada como sustitución del agregado fino para la confección de concretos solo utilizando los porcentajes considerados en esta investigación; pues, se desconocen los efectos de emplear porcentajes diferentes.

- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil a seguir investigando sobre el concreto, sus adiciones, patologías, alternativas ecológicas, etc.; de manera que se deje referencia para futuros investigadores e incluso se pueda dar apertura a nuevas líneas de investigación.

REFERENCIAS

- Amorós, C. & Bendezú, J. (2019). *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210kg/cm²*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/626313>.
- ASTM C1585 – 04. (2007). *Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes*. Estados Unidos.
- Bayona & Berrospi (2021). *Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Repositorio digital institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83963>.
- Cruzado, J. & Li, M. (2015). *Análisis comparativo de la resistencia de un concreto convencional teniendo como variable el agua utilizada en el mezclado*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio digital de la Universidad Privada Antenor Orrego. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/2038>.
- El- Dieb, Taha, & Abu-Eishah (2018). The Use of Ceramic Waste Powder (CWP) in Making Eco-Friendly Concretes. En Revista *IntechOpen*. Vol 1(1). <https://www.intechopen.com/chapters/64275>.
- Espinoza & Pipa (2021). *Residuos de cerámica como sustitución porcentual del agregado para mejorar las propiedades mecánicas del concreto*. [Tesis de pregrado,

Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4718>.

Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto (2006). *Manual de consejos prácticos sobre el concreto*. Costa Rica.

Intor, C. (2015). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=175$ kg/cm² con fibras de polipropileno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1537>.

Laura (2006). *Diseños de mezclas de concreto*. Universidad Nacional del Altiplano, Perú.

Marcelo, P. (2019). *Análisis de las propiedades físicas mecánicas de los agregados extraídos de las canteras “Cochamarca y Sacra Familia” y su influencia en la resistencia a la compresión de $f'c=210$ kg/cm², en la Provincia y Región de Pasco – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional UNDAC. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1569>.

Mora (2014). *Hormigones con agregados cerámicos: Caracterización del hormigón resultante de utilizar el desecho de la industria cerámica de la ciudad de Cuenca como agregado grueso*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/21011>.

National Ready Mixed Concrete Association. (s.f.). *CIP 16 - Resistencia a flexión del concreto*. Federación Iberoamericana del Hormigón Premezclado.

NTP.339.034. (2015). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.* Perú.

NTP.339.035. (2014). *CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland.* Perú.

NTP.339.046. (2014). *CONCRETO. Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).* Perú.

NTP.339.078. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.* Perú.

NTP.339.080. (2011). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de aire en el concreto fresco.* Perú.

NTP.339.184. (2014). *CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).* Perú.

NTP.339.185. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Perú.

NTP.400.012. (2014). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global.* Perú.

NTP.400.017. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo para determinar es peso unitario del agregado.* Perú.

NTP.400.021. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Perú.

NTP.400.022. (2014). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Perú.

NTP.400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Perú.

Ortega, A. (2013). *La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4335>.

Pacheco & Jalali (2010). *Reusing ceramic wastes in concrete*. En Revista *Construction and Building Materials*, Vol 4 (5) pp.832-838, ISSN 0950-0618.

Rojas (2019). *Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN. <https://hdl.handle.net/11537/21287>.

Tapia (2018). *Hormigones alternativos de alto desempeño con el uso de desechos de porcelana como agregado grueso*. [Tesis de pregrado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional UCUENCA. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/31362>.

ANEXOS

ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

- Análisis granulométricos de los agregados

Tabla 33.

Análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz	Abert (mm)	Peso Ret. (gr)	%Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP. 400.037	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
N° 4	4.750	29.7	3.0	3.0	97.0	95.0	100.0
N° 8	2.360	189.0	18.9	21.9	78.1	80.0	100.0
N° 16	1.180	155.0	15.5	37.4	62.6	50.0	85.0
N° 30	0.600	101.0	10.1	47.5	52.5	25.0	60.0
N° 50	0.300	101.7	10.2	57.6	42.4	5.0	30.0
N° 100	0.150	329.3	32.9	90.6	9.4	0.0	10.0
N° 200	0.075	75.9	7.6	98.2	1.8	0.0	5.0
Fondo		18.4	1.8	100.0	100.0	-	-
		1000.0	100.0				

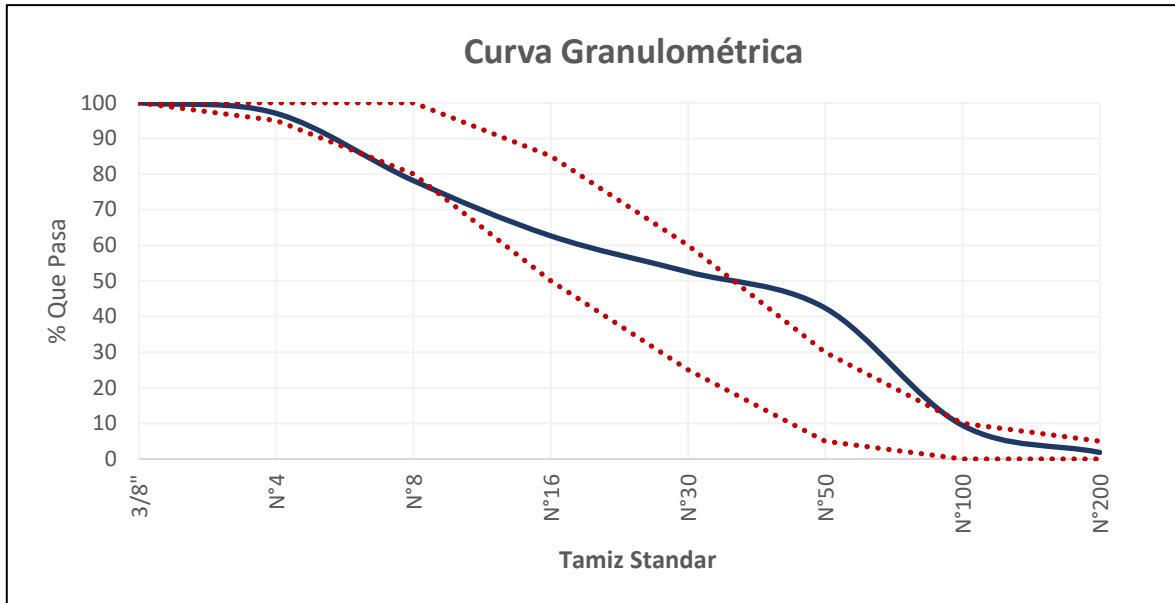
Nota: Se muestra el análisis granulométrico realizado al agregado fino, el cual consiste en el procesamiento de los pesos registrados en cada tamiz hasta obtener los porcentajes pasantes para dar pie a la curva granulométrica.

Finalmente, se halló el módulo de finura.

$$MF = \frac{(3.0 + 21.9 + 37.4 + 47.5 + 57.6 + 90.6)}{100} = 2.58$$

Figura 8.

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota: Se muestra la curva granulométrica generada por el agregado fino, la misma que se encuentra casi en su totalidad dentro de los límites mínimos y máximos permitidos, representados por las líneas punteadas rojas.

Tabla 34.

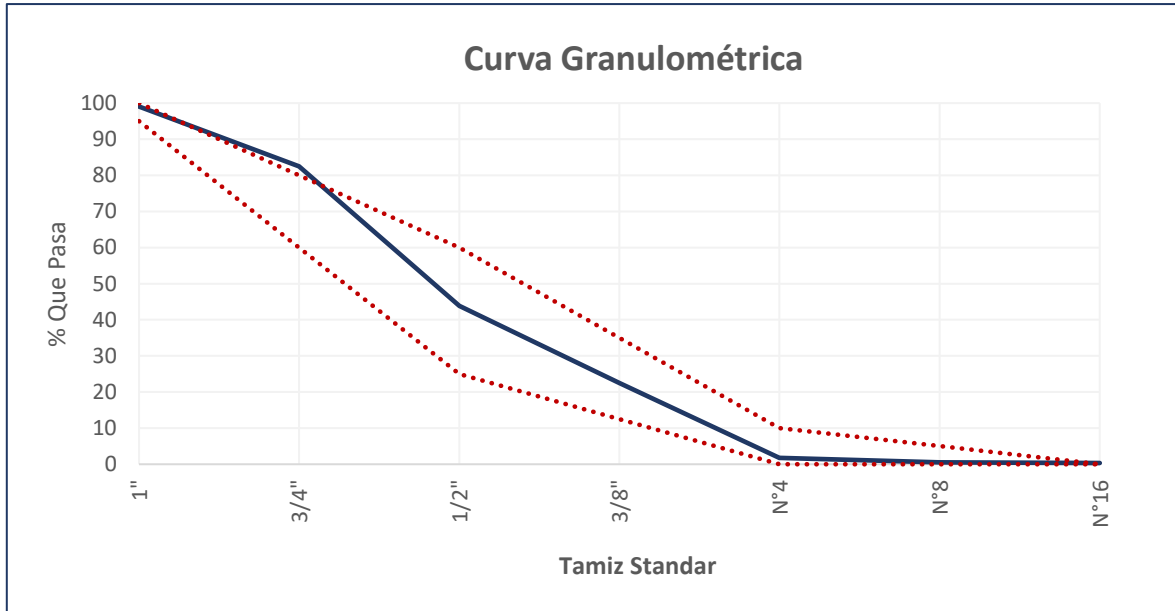
Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abert (mm)	Peso Ret. (gr)	% Ret (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037	
						Mínimo	Máximo
1 ½"	37.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	95.0	1.0	1.0	99.1	95	100
¾"	19.000	1657.4	16.6	17.5	82.5		
½"	12.500	3866.6	38.7	56.2	43.8	25	60
⅜"	9.500	2130.4	21.3	77.5	22.5		
N° 4	4.750	2074.2	20.7	98.2	1.8	0	10
N° 8	2.360	122.6	1.2	99.5	0.5	0	5
N° 16	1.180	20.4	0.2	99.7	0.3	-	-
Fondo		33.4	0.3	100.0	0.0	-	-
		10000	100.0				

Nota: Se muestra el análisis granulométrico realizado al agregado grueso, el cual consiste en el procesamiento de los pesos registrados en cada tamiz hasta obtener los porcentajes pasantes y formar la curva granulométrica.

Figura 9.

Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota: Se muestra la curva granulométrica generada por el agregado grueso, la misma que se ajusta a una piedra de Huso 57, ya que se encuentra casi en su totalidad dentro de los límites mínimos y máximos permitidos, representados por las líneas punteadas rojas.

- Porcentaje de humedad de los agregados

Tabla 35.

Datos del ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2
Peso de recipiente (A)	gr	107.2	106.3
Peso de recipiente + muestra húmeda (B)	gr	856.3	858.6
Peso de recipiente + muestra seca (C)	gr	847.9	850.9
Peso de muestra húmeda (B – A)	gr	749.1	752.3
Peso de muestra seca (C – A)	gr	740.7	744.6

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.

$$\%Hum1 = \frac{100(749.1 - 740.7)}{740.7} = 1.1$$

$$\%Hum2 = \frac{100(752.3 - 744.6)}{744.6} = 1.0$$

Finalmente se calcula el promedio: $(1.1+1.0) / 2 = 1.1\%$

Tabla 36.

Datos del ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2
Peso de recipiente (A)	gr	107.2	106.3
Peso de recipiente + muestra húmeda (B)	gr	2,195	2,151
Peso de recipiente + muestra seca (C)	gr	2,176	2,135
Peso de muestra húmeda (B – A)	gr	2,088	2,044
Peso de muestra seca (C – A)	gr	2,068	2,029

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.

$$\%Hum1 = \frac{100(2088 - 2068)}{2068} = 0.9$$

$$\%Hum2 = \frac{100(2044 - 2029)}{2029} = 0.7$$

Finalmente se calcula el promedio: $(0.9+0.7) / 2 = 0.8\%$

- **Peso específico y absorción de los agregados**

Tabla 37.

Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2
Peso de la muestra seca en horno al aire	gr	456.6	458.5
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,723.1	1,724.2
Peso de la muestra en estado SSS	gr	461.8	463.7

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.

Se halló el peso específico del agregado fino.

$$Pe1 = \left(\frac{456.6}{1443.7 + 461.8 - 1723.1} \right) = 2.50 \frac{gr}{cm^3}$$

$$Pe2 = \left(\frac{458.5}{1443.7 + 463.7 - 1724.2} \right) = 2.50 \frac{gr}{cm^3}$$

Se halló la absorción del agregado fino.

$$Abs1 = \left(\frac{461.8 - 456.6}{456.6} \right) * 100 = 1.1\%$$

$$Abs2 = \left(\frac{463.7 - 458.5}{458.5} \right) * 100 = 1.1\%$$

Tabla 38.

Datos del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2
Peso de la muestra seca en horno al aire	gr	2,599	2,533
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,677	2,609
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,611	1,558

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

Se halló el peso específico del agregado grueso.

$$PeM1 = \left(\frac{2599}{2677 - 1611} \right) = 2.44 \frac{gr}{cm^3}$$

$$PeM2 = \left(\frac{2533}{2609 - 1558} \right) = 2.41 \frac{gr}{cm^3}$$

Se halló la absorción del agregado grueso.

$$Abs1 (\%) = \left(\frac{2677 - 2599}{2599} \right) * 100 = 3.0$$

$$Abs2 (\%) = \left(\frac{2609 - 2533}{2533} \right) * 100 = 3.0$$

Finalmente se calcula el promedio del peso específico: $(2.44+2.41) / 2 = 2.43\text{gr/cm}^3$.

- **Peso unitario de los agregados**

Tabla 39.

Datos del ensayo de peso unitario del agregado fino.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso de recipiente + muestra suelta	kg	21.680	21.780	21.640
Peso de recipiente + muestra apisonada	kg	23.660	23.680	23.680
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380
Volumen del recipiente	m ³	0.0091	0.0091	0.0091

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de peso unitario del agregado fino.

Se halló el peso unitario suelto del agregado fino.

$$PUSS1 = \left(\frac{(21.680 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1681 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSS2 = \left(\frac{(21.78 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1692 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSS3 = \left(\frac{(21.64 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1677 \frac{kg}{m^3}$$

Se halló el peso unitario compactado del agregado fino.

$$PUSC1 = \left(\frac{(23.66 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1899 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSC2 = \left(\frac{(23.68 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1901 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSC3 = \left(\frac{(23.68 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1901 \frac{kg}{m^3}$$

Finalmente se calcula el promedio del peso unitario suelto del agregado fino:

$$(1681+1692+1677) / 3 = 1683kg/m^3$$

Finalmente se calcula el promedio del peso unitario compactado del agregado fino:

$$(1899+1901+1901) / 3 = 1900kg/m^3.$$

Tabla 40.

Datos del ensayo de peso unitario del agregado grueso.

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Peso de recipiente + muestra suelta	kg	19.200	19.200	19.340
Peso de recipiente + muestra apisonada	kg	21.100	21.140	21.160
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380
Volumen del recipiente	m ³	0.0091	0.0091	0.0091

Nota: Se muestran los pesos registrados en el ensayo de peso unitario del agregado grueso.

Se halló el peso unitario suelto del agregado grueso.

$$PUS1 = \left(\frac{(19.20 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1409 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUS2 = \left(\frac{(19.20 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1409 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUS3 = \left(\frac{(19.34 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1424 \frac{kg}{m^3}$$

Se halló el peso unitario compactado del agregado grueso.

$$PUSC1 = \left(\frac{(21.10 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1618 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSC2 = \left(\frac{(21.14 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1622 \frac{kg}{m^3}$$

$$PUSC3 = \left(\frac{(21.16 - 6.38)}{0.0091} \right) = 1624 \frac{kg}{m^3}$$

Finalmente se calcula el promedio del peso unitario suelto del agregado grueso:

$$(1409+1409+1424) / 3 = 1414kg/m^3$$

Finalmente se calcula el promedio del peso unitario compactado del agregado grueso:

$$(1618+1622+1624) / 3 = 1621kg/m^3.$$

- Diseños de mezcla

Selección del asentamiento teórico.

Tabla 41.

Tipos de consistencia según el valor de asentamiento.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Nota: Se muestran los tipos de consistencia según el valor de asentamiento que arroje el concreto en estado fresco; considerando para la presente investigación una consistencia plástica. *Fuente:* ACI.211.1.

Selección del TMN del agregado grueso, que, mediante el ensayo de granulometría, se observó que se trata de una piedra de 1".

Estimación de la cantidad de agua de mezclado y porcentaje de aire atrapado intersectando el asentamiento seleccionado y el TMN de la piedra en la siguiente tabla:

Tabla 42.

Estimación del agua de mezclado y la cantidad de aire atrapado.

Revestimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cubico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*							
	3/8 pulg.	1/2 pulg.	3/4 pulg.	1 pulg.	1 1/2 pulg.	2 pulg.	3 pulg.	6 pulg.
Concreto sin aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	213	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje.	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	-
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje.								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Nota: Por intersección se obtiene 193L/m³ de agua y 1.5% de aire atrapado. *Fuente:* ACI.211.1.

Cálculo del f'_{cr} aplicando la siguiente tabla:

Tabla 43.

Cálculo de f'_{cr} cuando no hay data para desviación estándar.

Resistencia a compresión especificada, f'_c (kg/cm ²)	Resistencia a compresión media requerida (kg/cm ²)
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$1.10 f'_c + 50$

Nota: Se muestran las fórmulas para determinar f'_{cr} en función de f'_c . *Fuente:* ACI.211.1.

$$f'c = 210 \frac{kg}{cm^2} \implies f'cr = 210 + 84 \implies f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

Determinación de la relación agua/cemento según la siguiente tabla:

Tabla 44.

Relación a/c en base a la resistencia a la compresión a 28 días.

Resistencia a compresión a los 28 días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Nota: Se muestran los posibles valores de relación agua/cemento para concretos con aire o sin aire incluido en función de su resistencia a la compresión a 28 días; sabiendo que, si la resistencia no figura en la tabla, se deben interpolar los valores anteriores y posteriores inmediatos. *Fuente:* ACI.211.1.

$$\frac{300-294}{294-250} = \frac{0.55-x}{x-0.62} \quad x = 0.558$$

Determinación del contenido de cemento, aplicando la relación agua cemento ya calculada:

$$rel \frac{a}{c} = 0.558 \quad c = \frac{193}{0.558} = 346 \text{ kg/m}^3$$

Determinación del agregado grueso haciendo uso de la siguiente tabla:

Tabla 45.
Determinación del factor b/bo.

Tamaño máximo nominal de agregado mm (pulg)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.0 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.0 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Se muestran los posibles valores del factor b/bo para calcular la cantidad de agregado grueso en función de su TMN y el módulo de finura del agregado fino; sabiendo que, si hay valores que no figuran en la tabla, se deben interpolar los valores anteriores y posteriores inmediatos. *Fuente:* ACI.211.1.

$$\frac{2.40-2.58}{2.58-2.60} = \frac{0.71-x}{x-0.69} \quad x = 0.692 = \frac{b}{b_0}$$

Peso Seco del agregado grueso = $1621 \text{ kg/m}^3 * 0.692 = 1122 \text{ kg/m}^3$

Determinación del agregado fino según la siguiente tabla:

Tabla 46.
Determinación del agregado fino.

	Peso Seco (kg/m ³)		
Cemento	346	346/2990	0.11572
Agua	193	193/1000	0.19300
Agregado Grueso	1122	1122/2430	0.46162
Agregado Fino	537	0.2146*2500	0.21466
Aire	1.5%	1.5/100	0.01500
PUC	2197	-	1.0000

Nota: Se muestra el proceso para la determinación de la cantidad de agregado fino en base a la sumatoria de volúmenes que debe ser siempre la unidad. *Fuente:* ACI.211.1.

Se calculan los pesos de los agregados, pero ajustados por humedad.

$$Phum(Piedra) = 1122 * \left(1 + \frac{0.8}{100}\right) = 1131 \text{ kg/m}^3$$

$$Phum(Arena) = 537 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 543 \text{ kg/m}^3$$

Se calcular el agua efectiva en base a los aportes de agua.

$$Aporte (Piedra) = 1122 * \left(\frac{0.8 - 3.0}{100}\right) = -24.684 \text{ L/m}^3$$

$$Aporte (Arena) = 537 * \left(\frac{1.1 - 1.1}{100}\right) = 0 \text{ L/m}^3$$

$$Agua efectiva = 193 - (-24.684 - 0) = 218 \text{ L/m}^3$$

Tabla 47.

Pesos húmedos de los materiales por m³ de concreto.

Peso Húmedo (kg/cm²)	
Cemento	346
Agua	218
Agregado Grueso	1131
Agregado Fino	543
Aire	1.5%
PUC	2237

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales, los mismos que serán empleados para elaborar los concretos; sin embargo, deben ser comprobados con los pesos ajustados por absorción cuyo PUC debe salir igual o muy similar.

Se calculan los pesos de los agregados, pero ajustados por absorción.

$$Psss (Piedra) = 1122 * \left(1 + \frac{3.0}{100}\right) = 1155 \text{ kg/m}^3$$

$$Psss (Arena) = 537 * \left(1 + \frac{1.1}{100}\right) = 543 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 48.*Pesos de los materiales ajustados por absorción.*

	Peso SSS (kg/cm²)
Cemento	346
Agua	193
Agregado Grueso	1155
Agregado Fino	543
Aire	1.5%
PUC	2237

Nota: Se muestran los pesos de los materiales ajustados por absorción, los mismos que arrojan un PUC igual al de la sumatoria de pesos ajustados por humedad, siendo indicador que el diseño es correcto.

ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto.

Figura 10.

Validación de instrumento por experto.


MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS				
Título de la investigación:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022			
Línea de investigación:	Tecnologías Emergentes			
Apellidos y nombres del experto:	Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén			
El instrumento de medición pertenece a las variables:	Pérdida de trabajabilidad. Resistencia a la compresión del concreto. Resistencia a la flexión. Permeabilidad.			
<p>Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.</p>				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	✓		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	✓		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	✓		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	✓		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	✓		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	✓		
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	✓		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	✓		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	✓		
Sugerencias:				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center;">  ----- Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. N° 166228 </div>				

Fuente: Propia.

ANEXO N°3. Guías de observación.

Figura 11.

Guía de observación para resistencia a la compresión.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Fecha de Emisión:
Responsable :	Fecha de Moldeado:
Obra :	Fecha de Recepción:
Estructura :	Fecha de Ensayo:
	f'c (kg/cm ²) :

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
Promedio							

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 12.

Guía de observación para resistencia a la flexión.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO - TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Fecha de Emisión:
Proyecto :	Fecha de Moldeo:
Muestra :	Fecha de Ensayo:
f'c (kg/cm ²) :	

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
Promedio								

NOTAS:

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022.
4. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
5. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 13.

Guía de observación para permeabilidad.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO - TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES :
PROYECTO :

MUESTRA :
FECHA :

2. DATOS DE LA MUESTRA

# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1							
Espécimen 2							

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE4 (1)	CE4 (2)	CE4 (1)	CE4 (2)	CE4 (1)	CE4 (2)	
0 min	0	0							
1 min	60	8							
5 min	300	17							
10 min	600	24							
20 min	1200	35							
30 min	1800	42							
1 hr	3600	60							
2 hr	7200	85							
3 hr	10800	104							
4 hr	14400	120							
5 hr	18000	134							
6 hr	21600	147							
1 día	86400	294							
2 día	172800	416							
3 día	259200	509							
4 día	345600	588							
5 día	432000	657							
6 día	518400	720							
7 día	604800	777							
8 día	691200	831							

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo


website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

ANEXO N°4. Certificados de ensayos en laboratorio

Figura 14.

Certificado del porcentaje de humedad del agregado fino.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
 NORMA DE ENSAYO NTP 339.185


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO
SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
FECHA DE ENSAYO : 08/06/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	107.2	106.3	
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	856.3	858.6	
Peso recipiente + muestra seca	gr	847.9	850.9	
Peso de muestra húmeda	gr	749.1	752.3	
Peso de muestra seca	gr	740.7	744.6	
Peso de agua	gr	8	8	
Contenido de humedad	%	1.1	1	1.1

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.


Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 15.

Certificado del peso unitario del agregado fino.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
 NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

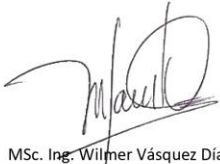
1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO
SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
FECHA DE ENSAYO : 08/06/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	21.680	21.780	21.640	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	23.660	23.680	23.680	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.300	15.400	15.260	
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.280	17.300	17.300	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,681	1,692	1,677	1,683
Peso unitario compactado	kg/m3	1,899	1,901	1,901	1,900

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MsC. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 16.

Certificado del peso específico y absorción del agregado fino.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION
 NORMA DE ENSAYO NTP 400.022


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO
SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
FECHA DE ENSAYO : 08/06/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	456.6	458.5	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1,443.7	1,443.7	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,723.1	1,724.2	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	461.8	463.7	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.50	2.50	2.50
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.53	2.53	2.53
Absorción	%	1.1	1.1	1.1

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

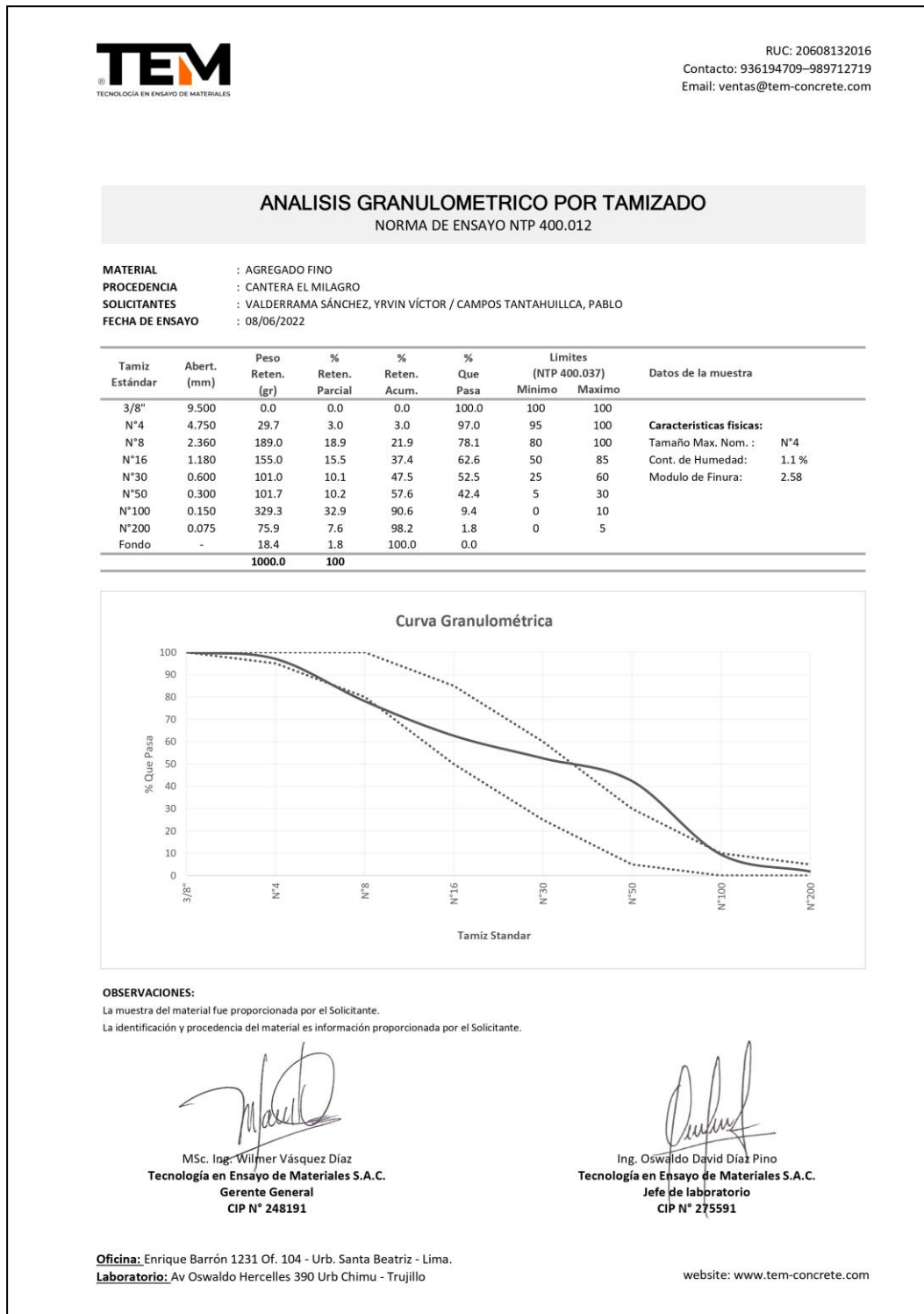
Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

101

Figura 17.




Certificado del análisis granulométrico del agregado fino.



Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 18.


Certificado del porcentaje de humedad del agregado grueso.

 <p>TEM TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES</p>	<p>RUC: 20608132016 Contacto: 936194709-989712719 Email: ventas@tem-concrete.com</p>																																								
<p>CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185</p>																																									
<p>1. INFORMACION GENERAL</p> <p>MATERIAL : AGREGADO GRUESO PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO FECHA DE ENSAYO : 09/06/2022</p>																																									
<p>2. RESULTADOS DEL ENSAYO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>U.M.</th> <th>Prueba 1</th> <th>Prueba 2</th> <th>Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Peso recipiente</td> <td>gr</td> <td>107.2</td> <td>106.3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente + muestra húmeda</td> <td>gr</td> <td>2,195</td> <td>2,151</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso recipiente + muestra seca</td> <td>gr</td> <td>2,176</td> <td>2,135</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra húmeda</td> <td>gr</td> <td>2,088</td> <td>2,044</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de muestra seca</td> <td>gr</td> <td>2,068</td> <td>2,029</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Peso de agua</td> <td>gr</td> <td>20</td> <td>15</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Contenido de humedad</td> <td>%</td> <td>0.9</td> <td>0.7</td> <td>0.8</td> </tr> </tbody> </table>		Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio	Peso recipiente	gr	107.2	106.3		Peso recipiente + muestra húmeda	gr	2,195	2,151		Peso recipiente + muestra seca	gr	2,176	2,135		Peso de muestra húmeda	gr	2,088	2,044		Peso de muestra seca	gr	2,068	2,029		Peso de agua	gr	20	15		Contenido de humedad	%	0.9	0.7	0.8
Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio																																					
Peso recipiente	gr	107.2	106.3																																						
Peso recipiente + muestra húmeda	gr	2,195	2,151																																						
Peso recipiente + muestra seca	gr	2,176	2,135																																						
Peso de muestra húmeda	gr	2,088	2,044																																						
Peso de muestra seca	gr	2,068	2,029																																						
Peso de agua	gr	20	15																																						
Contenido de humedad	%	0.9	0.7	0.8																																					
<p>OBSERVACIONES: La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante. La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.</p>																																									
 <p>MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C. Gerente General CIP N° 248191</p>	 <p>Ing. Oswaldo David Díaz Pino Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C. Jefe de laboratorio CIP N° 275591</p>																																								
<p>Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima. Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo</p>																																									
<p>website: www.tem-concrete.com</p>																																									

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 19.

Certificado del peso unitario del agregado grueso.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017


1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO
SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
FECHA DE ENSAYO : 09/06/2022


2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	19.200	19.200	19.340	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	21.100	21.140	21.160	
Peso de recipiente	kg	6.380	6.380	6.380	
Peso de muestra en estado suelto	kg	12.820	12.820	12.960	
Peso de muestra en estado compactado	kg	14.720	14.760	14.780	
Volumen del recipiente	m3	0.0091	0.0091	0.0091	
Peso unitario suelto	kg/m3	1,409	1,409	1,424	1,414
Peso unitario compactado	kg/m3	1,618	1,622	1,624	1,621

OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591




Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 20.

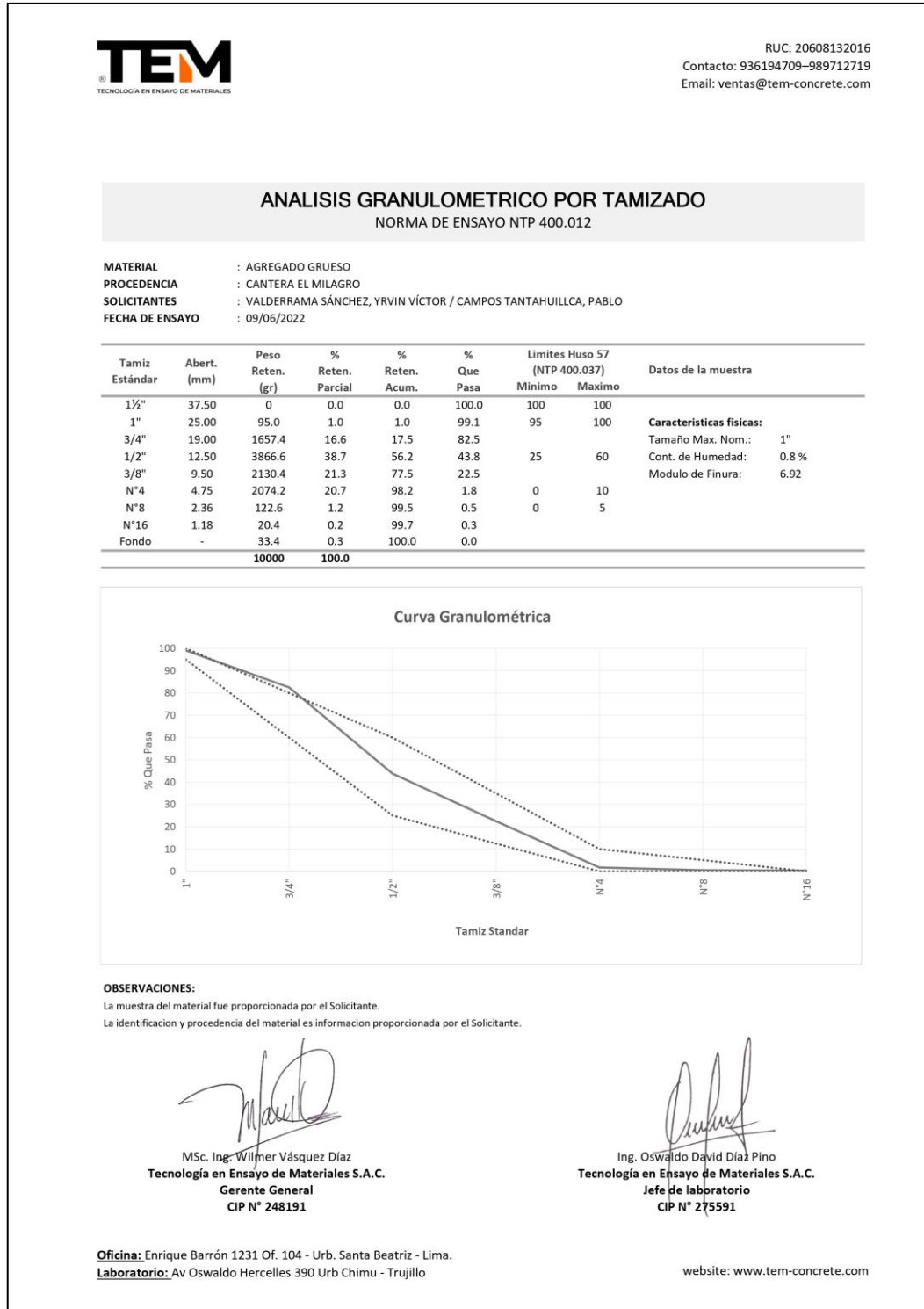
Certificado del peso específico y absorción del agregado grueso.

		RUC: 20608132016 Contacto: 936194709-989712719 Email: ventas@tem-concrete.com		
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION NORMA DE ENSAYO NTP 400.021				
1. INFORMACION GENERAL				
MATERIAL	:	AGREGADO GRUESO		
PROCEDENCIA	:	CANTERA EL MILAGRO		
SOLICITANTES	:	VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO		
FECHA DE ENSAYO	:	09/06/2022		
2. RESULTADOS DEL ENSAYO				
Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,599	2,533	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	2,677	2,609	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,611	1,558	
Peso específico base seca	gr/cm ³	2.44	2.41	2.43
Peso específico base SSS	gr/cm ³	2.51	2.48	2.50
Absorción	%	3.0	3.0	3.0
OBSERVACIONES:				
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.				
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.				
 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C. Gerente General CIP N° 248191		 Ing. Oswaldo David Díaz Pino Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C. Jefe de laboratorio CIP N° 275591		
Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima. Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo				
				website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 21.


Certificado del análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 22.

Certificado de los ensayos del concreto en estado fresco.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com


REGISTRO DE ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

1. INFORMACION GENERAL

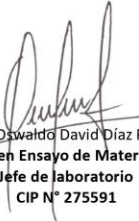
SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022

2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Descripción	Fecha	Temperatura (°C)	Asentamiento (in)	P.U.C. (kg/m ³)	Cont. Aire (%)
Concreto Patrón	17/06/2022	20.0	6.75	2,425	1.6
Concreto con 5% de porcelana reciclada	17/06/2022	20.5	6.25	2,429	1.6
Concreto con 10% de porcelana reciclada	17/06/2022	20.5	5.25	2,431	1.7
Concreto con 15% de porcelana reciclada	18/06/2022	21.0	4.00	2,435	1.9
Concreto con 20% de porcelana reciclada	18/06/2022	20.5	3.00	2,443	2.0



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo
website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 23.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 3 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 014-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	20-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P01	3	10.20	81.7	83.0	10.2	104	2
037-TEM-P02	3	10.20	81.7	85.2	10.4	106	2
037-TEM-P03	3	10.20	81.7	87.9	10.8	110	2
Promedio					10.4	107	

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 24.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 3 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 017-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto con 5% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	20-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P10	3	10.20	81.7	85.3	10.4	106	2
037-TEM-P11	3	10.25	82.5	94.7	11.5	117	2
037-TEM-P12	3	10.20	81.7	88.9	10.9	111	2
Promedio					10.9	111	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

109

Figura 25.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 3 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 020-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
 ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantahuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto con 10% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	20-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210

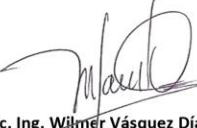
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P19	3	10.25	82.5	91.6	11.1	113	2
037-TEM-P20	3	10.20	81.7	85.8	10.5	107	2
037-TEM-P21	3	10.20	81.7	94.9	11.6	118	2
Promedio					11.1	113	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantahuilca, P.

110

Figura 26.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 3 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 023-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra:	Concreto con 15% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	21-06-22
		f'c (kg/cm²):	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P28	3	10.20	81.7	101.2	12.4	126	2
037-TEM-P29	3	10.25	82.5	88.4	10.7	109	2
037-TEM-P30	3	10.20	81.7	93.4	11.4	117	2
Promedio					11.5	117	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 27.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 3 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 026-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra :	Concreto con 20% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	21-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P37	3	10.20	81.7	93.8	11.5	117	2
037-TEM-P38	3	10.20	81.7	105.4	12.9	132	2
037-TEM-P39	3	10.20	81.7	100.5	12.3	125	2
				Promedio	12.2	125	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

112

Figura 28.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 7 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 015-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra:	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	24-06-22
		f'c (kg/cm2):	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P04	7	10.20	81.7	131.8	16.1	164	2
037-TEM-P05	7	10.20	81.7	120.7	14.8	151	2
037-TEM-P06	7	10.20	81.7	131.4	16.1	164	2
Promedio					15.7	160	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

113

Figura 29.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 7 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 018-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto con 5% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	24-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210

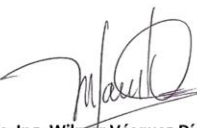
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P13	7	10.20	81.7	137.4	16.8	171	2
037-TEM-P14	7	10.25	82.5	133.2	16.1	165	2
037-TEM-P15	7	10.20	81.7	128.9	15.8	161	2
				Promedio	16.2	166	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 30.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 7 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 021-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra:	Concreto con 10% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	24-06-22
		f'c (kg/cm²):	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P22	7	10.20	81.7	137.8	16.9	172	2
037-TEM-P23	7	10.20	81.7	136.2	16.7	170	2
037-TEM-P24	7	10.20	81.7	133.4	16.3	166	2
Promedio					16.6	169	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

115

Figura 31.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 7 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 024-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente:	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra:	Concreto con 15% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	25-06-22
		f'c (kg/cm²):	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P31	7	10.20	81.7	145.8	17.8	182	2
037-TEM-P32	7	10.20	81.7	143.4	17.5	179	2
037-TEM-P33	7	10.20	81.7	136.3	16.7	170	2
				Promedio	17.4	177	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 32.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 7 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 027-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra :	Concreto con 20% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	25-06-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P40	7	10.20	81.7	146.2	17.9	182	2
037-TEM-P41	7	10.20	81.7	155.6	19.0	194	2
037-TEM-P42	7	10.20	81.7	144.0	17.6	180	2
Promedio					18.2	185	


NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

117

Figura 33.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 016-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	15-07-22
		f'c (kg/cm²) :	210

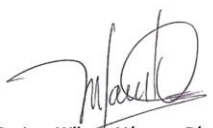
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P07	28	10.20	81.7	185.9	22.7	232	2
037-TEM-P08	28	10.20	81.7	179.0	21.9	223	2
037-TEM-P09	28	10.20	81.7	181.6	22.2	227	2
				Promedio	22.3	227	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

118

Figura 34.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de PR a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 019-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto con 5% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	15-07-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P16	28	10.20	81.7	177.8	21.8	222	2
037-TEM-P17	28	10.20	81.7	187.4	22.9	234	2
037-TEM-P18	28	10.20	81.7	189.2	23.2	236	2
Promedio					22.6	231	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

119

Figura 35.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de PR a 28 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 022-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantahuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	17-06-22
Muestra :	Concreto con 10% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	15-07-22
		f'c (kg/cm²) :	210

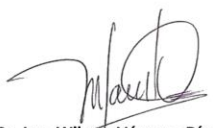
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P25	28	10.20	81.7	185.6	22.7	232	2
037-TEM-P26	28	10.20	81.7	184.2	22.5	230	2
037-TEM-P27	28	10.20	81.7	189.5	23.2	236	2
Promedio					22.8	233	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantahuilca, P.

120

Figura 36.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de PR a 28 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 025-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra :	Concreto con 15% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	16-07-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P34	28	10.20	81.7	184.0	22.5	230	2
037-TEM-P35	28	10.20	81.7	191.8	23.5	239	2
037-TEM-P36	28	10.20	81.7	196.5	24.0	245	2
Promedio					23.3	238	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 37.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de PR a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 028-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantahuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeado:	18-06-22
Muestra :	Concreto con 20% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	16-07-22
		f'c (kg/cm²) :	210


RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION

Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área Sección (cm ²)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Compresión (MPa)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Tipo de Fractura*
037-TEM-P43	28	10.19	81.6	202.6	24.8	253	2
037-TEM-P44	28	10.20	81.7	200.1	24.5	250	2
037-TEM-P45	28	10.19	81.6	188.4	23.1	236	2
Promedio					24.1	246	


NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantahuilca, P.

122

Figura 38.

Certificado de resistencia a la flexión del concreto patrón a 28 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 029-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente:	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto:	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeo:	23-06-22
Muestra:	Concreto patrón	Fecha de Ensayo:	21-07-22
f'c (kg/cm²):	210		

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
037-TEM-V01	28	15.2	15.2	49.0	31.9	4.5	45.4	Tercio central
037-TEM-V02	28	15.0	15.2	49.2	29.0	4.1	42.0	Tercio central
037-TEM-V03	28	15.1	15.4	49.2	29.0	4.0	40.6	Tercio central
Promedio						4.2	42.7	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantauhuilca, P.

123

Figura 39.

Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 5% de PR a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 030-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

Fecha de Emisión:	13-01-23
Fecha de Moldeo:	23-06-22
Fecha de Ensayo:	21-07-22


Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauilla, Pablo
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022
Muestra :	Concreto con 5% de porcelana reciclada
f_c (kg/cm ²) :	210

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
037-TEM-V04	28	15.0	15.2	49.4	28.5	4.1	41.4	Tercio central
037-TEM-V05	28	15.1	15.1	49.2	30.7	4.4	44.7	Tercio central
037-TEM-V06	28	15.0	15.0	49.0	29.4	4.3	43.5	Tercio central
Promedio						4.2	43.2	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 40.

Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 10% de PR a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 031-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantauhuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeo:	23-06-22
Muestra :	Concreto con 10% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	21-07-22
f_c (kg/cm²) :	210		

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
037-TEM-V07	28	15.0	15.2	49.0	31.8	4.5	45.8	Tercio central
037-TEM-V08	28	15.1	15.2	49.0	29.7	4.2	42.5	Tercio central
037-TEM-V09	28	14.8	15.1	49.0	26.0	3.8	38.5	Tercio central
Promedio						4.1	42.3	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 41.

Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 15% de PR a 28 días de curado.



TEM
TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 032-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantahuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022.	Fecha de Moldeo:	25-06-22
Muestra :	Concreto con 15% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	23-07-22
f_c (kg/cm²) :	210		

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
037-TEM-V10	28	15.0	15.2	49.2	27.5	3.9	39.8	Tercio central
037-TEM-V11	28	15.0	15.2	49.0	28.3	4.0	40.8	Tercio central
037-TEM-V12	28	15.0	15.4	49.4	31.4	4.4	44.5	Tercio central
Promedio						4.1	41.7	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantahuilca, P.

126

Figura 42.

Certificado de resistencia a la flexión del concreto con 20% de PR a 28 días de curado.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 033-23-TEM

Ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

NTP 339.078 - ASTM C78

Datos de Identificación del Cliente y Muestra


Cliente :	Valderrama Sánchez, Yrvin Víctor Campos Tantahuilca, Pablo	Fecha de Emisión:	13-01-23
Proyecto :	Influencia de la adición de porcelana reciclada como sustitución del agregado fino en la pérdida de trabajabilidad, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad para concretos de estructuras de retención de agua, Trujillo 2022	Fecha de Moldeo:	25-06-22
Muestra :	Concreto con 20% de porcelana reciclada	Fecha de Ensayo:	23-07-22
f_c (kg/cm²) :	210		

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA FLEXION


Código Identificación	Edad Ensayo (días)	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Longitud Tramo (cm)	Carga Máxima (KN)	Resistencia a la Flexión (MPa)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)	Ubicación de la Falla
037-TEM-V13	28	15.0	15.2	49.0	28.1	4.0	40.5	Tercio central
037-TEM-V14	28	15.0	15.2	49.2	30.8	4.4	44.6	Tercio central
037-TEM-V15	28	15.0	15.2	49.1	26.9	3.8	38.9	Tercio central
Promedio						4.1	41.3	

NOTAS:

- El muestreo, elaboración de testigos, transporte a laboratorio y curado han sido realizados por el solicitante o responsable.
- La identificación de probetas, resistencia especificada (f'_b), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° LFP-026-2022.
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados.



MSC. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 43.

Certificado de permeabilidad del concreto patrón.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 143-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL


SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILLCA, PABLO
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022
MUESTRA : CONCRETO PATRÓN
FECHA : 01/08/2022

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CP - 01	101.3	101.4	49.5	8065.9	850.6	12:00 p. m.
Espécimen 2	CP - 02	101.6	101.8	49.0	8120.1	829.4	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	CP (1)	CP (2)	
0 min	0	0	850.6	829.4	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	851.1	830.3	0.50	0.90	0.062	0.111	0.086
5 min	300	17	851.4	830.7	0.80	1.30	0.099	0.160	0.130
10 min	600	24	851.5	830.7	0.90	1.30	0.112	0.160	0.136
20 min	1200	35	851.6	830.8	1.00	1.40	0.124	0.172	0.148
30 min	1800	42	851.7	830.8	1.10	1.40	0.136	0.172	0.154
1 hr	3600	60	852.0	831.0	1.40	1.60	0.174	0.197	0.185
2 hr	7200	85	852.0	831.2	1.40	1.80	0.174	0.222	0.198
3 hr	10800	104	852.4	831.8	1.80	2.40	0.223	0.296	0.259
4 hr	14400	120	852.4	831.8	1.80	2.40	0.223	0.296	0.259
5 hr	18000	134	852.4	831.9	1.80	2.50	0.223	0.308	0.266
6 hr	21600	147	852.6	831.9	2.00	2.50	0.248	0.308	0.278
1 día	86400	294	852.6	832.1	2.00	2.70	0.248	0.333	0.290
2 día	172800	416	852.6	832.1	2.00	2.70	0.248	0.333	0.290
3 día	259200	509	852.7	832.1	2.10	2.70	0.260	0.333	0.296
4 día	345600	588	852.8	832.1	2.20	2.70	0.273	0.333	0.303
5 día	432000	657	852.8	832.1	2.20	2.70	0.273	0.333	0.303
6 día	518400	720	852.8	832.2	2.20	2.80	0.273	0.345	0.309
7 día	604400	777	852.8	832.3	2.20	2.90	0.273	0.357	0.315
8 día	691200	831	852.9	832.3	2.30	2.90	0.285	0.357	0.321



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591


Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 44.

Certificado de permeabilidad del concreto con 5% de PR.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 144-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILCA, PABLO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 5% DE PORCELANA RECICLADA


FECHA : 01/08/2022

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE1 - 01	101.9	101.6	50.5	8125.7	886.8	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE1 - 02	101.9	102.0	48.5	8164.9	813.7	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	CE1 (1)	CE1 (2)	
0 min	0	0	886.8	813.7	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	887.7	814.6	0.90	0.90	0.111	0.110	0.110
5 min	300	17	888.1	815.0	1.30	1.30	0.160	0.159	0.160
10 min	600	24	888.1	815.0	1.30	1.30	0.160	0.159	0.160
20 min	1200	35	888.2	815.1	1.40	1.40	0.172	0.171	0.172
30 min	1800	42	888.2	815.3	1.40	1.60	0.172	0.196	0.184
1 hr	3600	60	888.6	815.7	1.80	2.00	0.222	0.245	0.233
2 hr	7200	85	888.7	815.7	1.90	2.00	0.234	0.245	0.239
3 hr	10800	104	889.0	816.0	2.20	2.30	0.271	0.282	0.276
4 hr	14400	120	889.0	816.2	2.20	2.50	0.271	0.306	0.288
5 hr	18000	134	889.1	816.3	2.30	2.60	0.283	0.318	0.301
6 hr	21600	147	889.1	816.4	2.30	2.70	0.283	0.331	0.307
1 día	86400	294	889.1	816.5	2.30	2.80	0.283	0.343	0.313
2 día	172800	416	889.3	816.5	2.50	2.80	0.308	0.343	0.325
3 día	259200	509	889.3	816.7	2.50	3.00	0.308	0.367	0.338
4 día	345600	588	889.3	816.7	2.50	3.00	0.308	0.367	0.338
5 día	432000	657	889.4	816.7	2.60	3.00	0.320	0.367	0.344
6 día	518400	720	889.4	816.9	2.60	3.20	0.320	0.392	0.356
7 día	604400	777	889.4	816.9	2.60	3.20	0.320	0.392	0.356
8 día	691200	831	889.5	816.9	2.70	3.20	0.332	0.392	0.362



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo
website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 45.

Certificado de permeabilidad del concreto con 10% de PR.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 145-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILCA, PABLO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 10% DE PORCELANA RECICLADA


FECHA : 01/08/2022

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE2 - 01	102.0	101.7	49.9	8146.5	826.0	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE2 - 02	101.3	101.5	50.0	8080.2	856.5	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	CE2 (1)	CE2 (2)	
0 min	0	0	826.0	856.5	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	827.3	858.0	1.30	1.50	0.160	0.186	0.173
5 min	300	17	827.7	858.2	1.70	1.70	0.209	0.210	0.210
10 min	600	24	827.7	858.2	1.70	1.70	0.209	0.210	0.210
20 min	1200	35	827.8	858.4	1.80	1.90	0.221	0.235	0.228
30 min	1800	42	828.0	858.4	2.00	1.90	0.246	0.235	0.240
1 hr	3600	60	828.3	858.7	2.30	2.20	0.282	0.272	0.277
2 hr	7200	85	828.6	859.0	2.60	2.50	0.319	0.309	0.314
3 hr	10800	104	828.9	859.1	2.90	2.60	0.356	0.322	0.339
4 hr	14400	120	829.1	859.2	3.10	2.70	0.381	0.334	0.357
5 hr	18000	134	829.3	859.3	3.30	2.80	0.405	0.347	0.376
6 hr	21600	147	829.4	859.4	3.40	2.90	0.417	0.359	0.388
1 día	86400	294	829.5	859.5	3.50	3.00	0.430	0.371	0.400
2 día	172800	416	829.5	859.5	3.50	3.00	0.430	0.371	0.400
3 día	259200	509	829.5	859.7	3.50	3.20	0.430	0.396	0.413
4 día	345600	588	829.5	859.9	3.50	3.40	0.430	0.421	0.425
5 día	432000	657	829.5	859.9	3.50	3.40	0.430	0.421	0.425
6 día	518400	720	829.5	859.9	3.50	3.40	0.430	0.421	0.425
7 día	604800	777	829.5	859.9	3.50	3.40	0.430	0.421	0.425
8 día	691200	831	829.5	859.9	3.50	3.40	0.430	0.421	0.425



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191




Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo
 website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 46.

Certificado de permeabilidad del concreto con 15% de PR.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 146-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILCA, PABLO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 15% DE PORCELANA RECICLADA


FECHA : 01/08/2022

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE3 - 01	102.1	101.4	49.7	8133.7	841.1	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE3 - 02	101.2	101.4	48.8	8065.1	848.6	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	CE3 (1)	CE3 (2)	
0 min	0	0	841.1	848.6	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	842.5	850.1	1.40	1.50	0.172	0.186	0.179
5 min	300	17	842.9	850.7	1.80	2.10	0.221	0.260	0.241
10 min	600	24	842.9	850.7	1.80	2.10	0.221	0.260	0.241
20 min	1200	35	843.0	850.9	1.90	2.30	0.234	0.285	0.259
30 min	1800	42	843.5	850.9	2.40	2.30	0.295	0.285	0.290
1 hr	3600	60	843.6	851.3	2.50	2.70	0.307	0.335	0.321
2 hr	7200	85	843.9	851.7	2.80	3.10	0.344	0.384	0.364
3 hr	10800	104	844.1	852.0	3.00	3.40	0.369	0.422	0.395
4 hr	14400	120	844.3	852.3	3.20	3.70	0.393	0.459	0.426
5 hr	18000	134	844.6	852.6	3.50	4.00	0.430	0.496	0.463
6 hr	21600	147	844.9	852.8	3.80	4.20	0.467	0.521	0.494
1 día	86400	294	845.2	853.0	4.10	4.40	0.504	0.546	0.525
2 día	172800	416	845.2	853.0	4.10	4.40	0.504	0.546	0.525
3 día	259200	509	845.4	853.5	4.30	4.90	0.529	0.608	0.568
4 día	345600	588	845.4	853.5	4.30	4.90	0.529	0.608	0.568
5 día	432000	657	845.5	853.5	4.40	4.90	0.541	0.608	0.574
6 día	518400	720	845.6	853.5	4.50	4.90	0.553	0.608	0.580
7 día	604800	777	845.6	853.5	4.50	4.90	0.553	0.608	0.580
8 día	691200	831	845.6	853.5	4.50	4.90	0.553	0.608	0.580



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com


Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Valderrama Sánchez, Y.; Campos Tantahuilca, P.

131

Figura 47.

Certificado de permeabilidad del concreto con 20% de PR.



TECNOLOGÍA EN ENSAYO DE MATERIALES

RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 147-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
(ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : VALDERRAMA SÁNCHEZ, YRVIN VÍCTOR / CAMPOS TANTAHUILCA, PABLO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE PORCELANA RECICLADA COMO SUSTITUCIÓN DEL AGREGADO FINO EN LA PÉRDIDA DE TRABAJABILIDAD, RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y PERMEABILIDAD PARA CONCRETOS DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE AGUA, TRUJILLO 2022

MUESTRA : CONCRETO CON 20% DE PORCELANA RECICLADA


FECHA : 01/08/2022

2. DATOS DE LA MUESTRA


# de Espécimen	Código	Diámetro (mm)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Masa Inicial (g)	Hora
Espécimen 1	CE4 - 01	101.7	101.6	48.9	8115.3	850.3	12:00 p. m.
Espécimen 2	CE4 - 02	101.4	101.5	51.0	8078.6	854.4	12:00 p. m.

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

Tiempo	Tiempo (s)	s ^{1/2}	Masa (g)		Δ Masa Acumulada (g)		Absorción (mm)		Abs. Promedio (mm)
			CE4 (1)	CE4 (2)	CE4 (1)	CE4 (2)	CE4 (1)	CE4 (2)	
0 min	0	0	850.3	854.4	0.00	0.00	0.000	0.000	0.000
1 min	60	8	851.8	856.1	1.50	1.65	0.185	0.204	0.195
5 min	300	17	852.3	856.8	2.00	2.40	0.246	0.297	0.272
10 min	600	24	852.4	857.0	2.10	2.55	0.259	0.316	0.287
20 min	1200	35	852.6	857.3	2.30	2.90	0.283	0.359	0.321
30 min	1800	42	853.0	857.5	2.70	3.05	0.333	0.378	0.355
1 hr	3600	60	853.2	857.8	2.90	3.40	0.357	0.421	0.389
2 hr	7200	85	853.6	858.2	3.30	3.80	0.407	0.470	0.439
3 hr	10800	104	853.9	858.7	3.60	4.25	0.444	0.526	0.485
4 hr	14400	120	854.2	859.1	3.90	4.70	0.481	0.582	0.531
5 hr	18000	134	854.6	859.6	4.30	5.15	0.530	0.637	0.584
6 hr	21600	147	855.0	859.9	4.70	5.50	0.579	0.681	0.630
1 día	86400	294	855.4	860.3	5.10	5.85	0.628	0.724	0.676
2 día	172800	416	855.5	860.4	5.20	6.00	0.641	0.743	0.692
3 día	259200	509	855.8	861.1	5.50	6.65	0.678	0.823	0.750
4 día	345600	588	855.9	861.2	5.60	6.80	0.690	0.842	0.766
5 día	432000	657	856.1	861.2	5.80	6.80	0.715	0.842	0.778
6 día	518400	720	856.1	861.2	5.80	6.80	0.715	0.842	0.778
7 día	604400	777	856.2	861.4	5.90	6.95	0.727	0.860	0.794
8 día	691200	831	856.3	861.5	6.00	7.10	0.739	0.879	0.809



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

ANEXO N°5. Panel fotográfico.

Figura 48.

Fotografía del cuarteo del agregado fino.



Fuente: Propia.

Figura 49.

Fotografía del cuarteo del agregado grueso.



Fuente: Propia.

Figura 50.

Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado fino.



Figura 51.

Fotografía del ensayo de peso unitario del agregado grueso.



Figura 52.

Fotografía del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Figura 53.

Fotografía del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.



Figura 54.

Fotografía del ensayo de porcentaje de humedad del agregado fino.



Figura 55.

Fotografía del ensayo de porcentaje de humedad del agregado grueso.



Figura 56.

Fotografía del ensayo de análisis granulométrico de los agregados.



Figura 57.

Porcelana reciclada a ser utilizada en la elaboración de mezclas.



Figura 58.

Fotografía del ensayo de asentamiento del concreto.



Figura 59.

Fotografía del ensayo de peso unitario del concreto.



Figura 60.

Fotografía del ensayo de temperatura del concreto.



Figura 61.

Fotografía del ensayo de contenido de aire del concreto.



Figura 62.

Fotografía de la elaboración de probetas.



Figura 63.

Fotografía de la elaboración de vigas.



Figura 64.

Fotografía de ensayo de compresión de probetas.



Figura 65.

Fotografía de la rotura de probetas.

