



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE
ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO
RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly

ASESOR:

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Desarrollo de materiales compuestos

Tecnología del concreto

CHICLAYO - PERÚ

2021

SUSTENTACIÓN DE TESIS

TÍTULO:

“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”.

Presentada como requisito para optar el **Título Profesional de INGENIERO Civil**, y sustentada por:

BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly
BACHILLER EN INGENIERÍA CIVIL

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL
ASESOR

Aprobada por los siguientes Miembros de Jurado:

.....
PRESIDENTE

.....
SECRETARIO

.....
VOCAL

Fecha de Sustentación:

Dedicatoria

Este informe de investigación está especialmente dedicado a mi querido padre, cuya persona ha sido un pilar importante en la planificación y conclusión de mi investigación, y a mi amada madre, que me ha estado motivando durante todo este tiempo. Ellos me ayudaron y brindaron el apoyo necesario para completar con éxito mi carrera universitaria.

BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly

Agradecimiento

Doy gracias a Dios por permitirme lograr mis metas, gracias a mis profesores, técnicos de laboratorio y colegas por formar parte de este proyecto.

El autor

Declaratoria de autenticidad

Yo, **BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly**, adscrita a la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo, Ingenierías y Arte & Diseño de la Universidad Particular de Chiclayo, identificada con DNI 75405557, con la tesis titulada **“Evaluación de las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado, Lambayeque - 2020”**.

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría.
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsos, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Particular de Chiclayo.

Chiclayo, 01 de abril del 2021

Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly
DNI: 75405557

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Particular de Chiclayo presentamos ante ustedes la Tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**, con el objetivo principal de evaluar las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado, se utilizarán mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con 6 distintos porcentajes de sustitución de porcelanato reciclado por arena gruesa. (0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%).

En cumplimiento con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Índice

Página de Jurado	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Índice.....	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del Problema	14
1.3. Hipótesis	14
1.4. Objetivos.....	14
II. BASES TEÓRICAS	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. Marco teórico	21
2.3. Definición de términos.....	26
III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1. Variables.....	30
3.2. Operacionalización de las Variables.....	30
3.3. Metodología	30
3.4. Tipo de estudio	30
3.5. Diseño	31

3.6.	Población, muestra y muestreo.....	31
3.7.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.8.	Métodos de análisis de datos.....	32
3.9.	Aspectos éticos.....	33
IV.	RESULTADOS	34
4.1.	Descripción de resultados	34
V.	DISCUSIÓN.....	58
VI.	CONCLUSIONES.....	62
VII.	RECOMENDACIONES	68
VIII.	PROPUESTA	69
8.1.	Generalidades.....	69
8.2.	Análisis	69
8.3.	Diseño	69
8.4.	Implementación	69
8.5.	Costo y presupuesto	70
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
X.	ANEXOS.....	75

RESUMEN

Hoy en día un problema medioambiental que no se puede subestimar es la creciente cantidad de residuos de distinta naturaleza. Ciertamente, una solución respetuosa con el medio ambiente es utilizar los residuos de forma indirecta o directa para la producción de concreto o mortero, que tienden a ser los materiales de construcción con más demanda en el mundo.

Por ello en este proyecto de investigación se presenta un innovador diseño de mezcla, por lo tanto, se tiene por objetivo principal evaluar las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado como arena gruesa, se utilizarán mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con 6 distintos porcentajes de sustitución de porcelanato reciclado por arena gruesa. (0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%) destinados a la evaluación del comportamiento físico (mortero en estado fresco) y mecánico (mortero en estado endurecido, en un lapso de 7, 14 y 28 días.

Se puede decir que por los resultados obtenidos de físico – mecánicos. el mortero con reemplazo de 20% de porcelanato reciclado en dosificación de cemento-arena 1:3, fue el que alcanzo mayores valores estando de acorde y a su vez superando a los límites establecidos de la Norma Técnica Peruana y el Reglamento Nacional de Edificación para la elaboración de morteros.

Palabras claves: Porcelanato reciclado, compresión axial, mortero, resistencia.

ABSTRACT

Today an environmental problem that cannot be underestimated is the increasing amount of waste of a different nature. Certainly an environmentally friendly solution is to use the waste indirectly or directly for the production of concrete or mortar, which tend to be the most in-demand building materials in the world.

For this reason, in this research project an innovative mixture design is presented, therefore, the main objective is to evaluate the properties of the setting mortar made with recycled porcelain as coarse sand, mortar mixtures of three different designs will be used (1: 3, 1: 4 and 1: 5), with 6 different percentages of substitution of recycled porcelain for coarse sand. (0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100%) destined to the evaluation of physical (mortar in fresh state) and mechanical (mortar in hardened state) properties, in a period of 7, 14 and 28 days.

It can be said that by the results obtained from physical -mechanical. The mortar with replacement of 20% recycled porcelain in a cement-sand 1: 3 dosage, was the one that reached the highest values, being in accordance and at the same time exceeding the established limits of the Peruvian Technical Standard and the National Building Regulations for the preparation of mortars.

Keywords: Recycled porcelain, axial compression, mortar, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

La reutilización y el reciclaje de la construcción de los residuos de demolición son uno de los principales problemas en todo el mundo, la industria de la construcción está tratando de resolver la escasez de agregados naturales en algunas partes del mundo y las políticas ambientales actuales han hecho que el reciclar y reutilizar los materiales sea considerada como una solución muy atractiva y económica para los proyectos de construcción.

El actual proyecto de investigación con el propósito de obtener el título en Ingeniería Civil, hace hincapié en el mejoramiento de las propiedades de los morteros a utilizarse en obras de construcción, teniendo por finalidad evaluar el comportamiento de morteros con distintas cantidades de reemplazo del agregado fino natural por agregado fino en este caso constituido por porcelanato reciclado molido, para obtener el diseño de mortero más óptimo, que permita reducir el empleo de agregados naturales, y de esta manera mermar el desbordamiento creciente de los recursos extraídos de las canteras.

La conducta que presente el mortero reciclado se evaluará por medio de diversos análisis de las características mecánicas de los tipos diferentes de mezclas diseñados con el motivo de adquirir el diseño de una proporción de reemplazo óptimo de agregado fino natural por agregado de porcelanato reciclado, teniendo consideración de que los resultados obtenidos se sitúen dentro de las variables estipuladas por la normativa de nuestro país.

1.1. Realidad problemática.

A nivel Internacional

(Li et al, 2019) En la actualidad se está frecuentando la reutilización de los residuos cerámicos en el reemplazo del cemento y de áridos del concreto. Entre estos residuos, a lo largo del pulido de material cerámico se produce un polvo. Este polvo fino se agrega como sustituto del cemento, el cual minimiza la cantidad de desechos cerámicos vertidos, la demanda de cemento y la presencia negativa del carbono producto de la elaboración del concreto.

(Zhuo et al, 2019) Actualmente la construcción de edificios, los paneles y baldosas cerámicas son materiales de construcción indispensable lo cual está asociado con grandes cantidades de residuos cerámicos y con el propósito de lidiar con estos desechos, que en su mayoría simplemente se arrojan a vertederos se opta por reutilizar algunos cerámicos para la producción de concreto mediante la adopción del método de sustitución del cemento o método de sustitución agregados.

(ZahraKeshavarz et al, 2019) Los avances recientes en la ingeniería de la construcción han hecho posible el diseño de estructuras seguras y atrajeron una atención cada vez mayor hacia el uso del concreto por sus propiedades beneficiosas impulsando muchos esfuerzos destinados a mejorar las propiedades físicas y químicas del concreto. Esto es así mientras un número creciente de industrias está produciendo productos de desecho que justifican ser reutilizados para evitar su vertido en el medio ambiente. Una forma de reducir la acumulación proveniente de materiales de desecho en el medio ambiente es utilizarlos como materiales sustitutos útiles en el concreto.

(Guoyang et al, 2020) Se informa que anualmente se producen aproximadamente 1,4 millones de toneladas de residuos cerámicos a partir de la fabricación de cerámica en un solo país. Como la mayor parte de este desperdicio no puede ser reciclado por la industria cerámica, una gran cantidad es desechado en vertederos. Esto equivale a grandes pérdidas económicas de miles de millones anuales y una enorme cantidad de vertederos han detenido su disposición en diversos países.

(Reige et al, 2021) Con el desarrollo de la industria cerámica y la renovación de edificios antiguos, los residuos de cerámica están aumentando drásticamente en el proceso de producción. Entre los residuos cerámicos, el porcelanato es un material que presenta una alta dureza y una gran cantidad de minerales silicatos, lo que le confiere un buen esqueleto y actividad puzolánica.

A nivel nacional

(El Comercio, 2017) A nivel nacional, en el Perú, en el año 2018, se reportó que el porcentaje de los residuos provenientes del rubro de la construcción fue un 3.58% del total de todos los residuos sólidos. En Lima, capital del Perú, que es el departamento con más demanda constructiva, se produce cada día aproximadamente 3,0000 m³ de desmonte proveniente de diferentes obras de construcción, es decir, unas 19,000 toneladas (El Comercio, 2017).

(MINSA, 2018) El año 2016, en todo el Perú, se generó un total de 7'007.680 toneladas de desechos sólidos provenientes de distintos municipios urbanos, de los cuales solo el 1.9% del total de residuos sólidos con índices de ser reaprovechables fueron reciclados. (ministerio del ambiente, 2018).

Es de suma importancia tomar acciones respecto a la manera de minimizar la carga de escombros en las ciudades, tomando como referencia modelos implementados y que han dado buenos resultados en diferentes países. Se trabajará en esta investigación con el mortero, ya que en él se puede incorporar para su elaboración agregados finos provenientes del reciclado de porcelanato. No sin antes evaluar sus propiedades, respecto a los parámetros estipulados en las normas, para así poder recomendar su utilización en construcciones futuras.

1.2. Formulación del Problema.

¿Cómo influye en las propiedades del mortero de asentado, la utilización de porcelanato reciclado?

1.3. Hipótesis

La utilización de porcelanato reciclado en la elaboración de mortero de asentado, influye en sus propiedades.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar los ensayos del agregado fino natural y el obtenido del porcelanato reciclado, contenido de humedad (ASTM C136), ensayo granulométrico (ASTM C136), peso unitario suelto y compactado (ASTM C29) y absorción, peso específico (ASTM C128).

- Analizar el flujo de cada uno de los diseños de mezcla de mortero y de los seis diferentes porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C1437.
- Hallar el contenido de aire en el mortero diseñados con distintas mezclas y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C642.
- Obtener el peso unitario de las probetas de mortero de cada uno de los diseños de mezcla y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C642.
- Determinar la resistencia de cada mortero a la compresión y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C109.

II. BASES TEORICAS.

2.1. Antecedentes.

A nivel Internacional.

(Bolaños, 2015) En su libro de investigación titulado “ Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón.”, cuyo objetivo estudia la caracterización del concreto elaborado con materiales reciclados en comparación de los materiales tradicionales, según los resultados en el día 28 el concreto con agregados cerámicos obtuvo el valor de 140.2 kg/cm² de resistividad ante la compresión comparando con el concreto tradicional (210 kg/cm²), concluyendo finalmente que la cerámica como componente del hormigón no logra adquirir los valores que se necesitan para mejorar el comportamiento del concreto, no obstante gracias a su conservadora resistencia, se puede considerar en la elaboración de elementos no estructurales.

(German, 2019) En su libro de investigación titulado “ Mortero de fraguado rápido, con cerámicos sanitarios reciclados y polímero super-absorbente”, cuyo objetivo es diseñar morteros de acelerada fragua, con la incorporación del reciclado de cerámicos sanitarios y polímeros super-absorbentes (gel de sílice), para ser usado en el recubrimiento de mampostería, según los resultados al utilizar 100% de residuos de cerámica sanitaria reciclada, en el día 28 se obtuvo resistividad ante la compresión de 238.05 kg/cm² y al adicionar gel de sílice en un contenido del 0.5%, el esfuerzo de compresión aumentó a 265.90 kg/cm² y el módulo de rotura a 57.62 kg/cm², presentando un fraguado más rápido con una reducción del 46% en comparación de un mortero convencional, concluyendo que la influencia de la cerámica reciclada y el gel de sílice en la elaboración del mortero influyen de manera efectiva superando las propiedades normadas de un mortero convencional.

(Andrade et al , 2021) En su libro de investigación titulado “ Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones”, cuyo objetivo es elaborar un diseño de mortero (120 kg/cm²) de acelerada fragua, adicionado con cerámicos reciclado y fibra de coco para revestimientos interiores, según los resultados la proporción : 1 cemento, 70% de arena, 30% de cerámica reciclada y 2 % de fibra de coco para elaboración del mortero, en el día 7 obtuvo una resistencia a la compresión y flexión de 75 kg/cm² y 7.52 Mpa, y en el día 28 alcanzó valores de 123.97 kg/cm² y 12.40 Mpa respectivamente además obtuvo un porcentaje de retención de agua del 63%, se concluye que el diseño de mezcla del mortero expuesto cumple con los requisitos normados para ser utilizado en revestimientos interiores como un mortero tipo S.

(Chicaiza et al, 2017) En su libro de investigación titulado “Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto de un porcentaje del cemento para la fabricación de morteros”, cuyo objetivo diseñar un mortero reemplazando un porcentaje del peso cemento con polvo procedente del reciclaje de cerámicos, según los resultados al día 28 de fraguado, los distintos porcentajes de polvo de cerámica reciclada adicionada en el mortero como sustituto del cemento, obtuvo los siguientes valores de resistividad ante la compresión : 3% (35.16 MPa), 5% (36.07 MPa), 7% (36.01 MPa), 10% (36.55 MPa) y 15% (31.01 MPa), mientras que el mortero sin presencia de polvo de cerámica reciclada obtuvo el valor de 34.330 MPa, se concluye que el mortero diseñado con porcentajes menores al 10% de polvo de cerámica reciclada como reemplazo en peso del cemento cumple eficientemente mejorando las propiedades mecánicas del mortero.

A nivel Nacional.

(Villarroel, 2017) En su libro de investigación titulado “Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo, Trujillo 2017”, cuyo objetivo es determinar el comportamiento mecánico y físico del mortero adicionado con porcelanato molido en distintos porcentajes, según los resultados la sustitución del porcelanato en proporciones del 75% al 90% como agregado fino alcanzó cifras de esfuerzo a la compresión que oscilan los 340 kg/cm² y 342 kg/cm², con un porcentaje de absorción de agua en 9.7% a 8.8% y finalmente la densidad obtenida fue de 1877 kg/m³ a 1872 kg/m³, concluyendo que el reemplazo del agregado fino en un 75 % al 90% por porcelanato reciclado otorga efectos positivos en el comportamiento físico y mecánico del mortero.

(Ruiz, 2020) En su libro de investigación titulado “Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018”, cuyo objetivo principal estudia la resistividad ante la compresión e incluida la propiedad de absorción del mortero en sustitución del agregado fino por cerámica, tejas de arcilla y ladrillos reciclados, según los resultados el mortero con reemplazo del agregado fino en 10 % y 20% por cerámica obtuvo resistencias a la compresión de 257.88 kg/cm² y 235.36 kg/cm² y en el mismo orden, los porcentajes de absorción respecto al agua arrojaron valores de 10.98% y 10.08% respectivamente a comparación del mortero patrón que su coeficiente de esfuerzo a la compresión y porcentaje de absorción fue de 303.88 kg/cm² y 16.22% respectivamente, se concluye que los morteros experimentales a pesar de tener una mejor capacidad de absorción y no superar el esfuerzo a compresión del concreto patrón, logran cumplir con los requisitos mínimos exigidos por la norma E.070 (140 kg/cm²) dando viabilidad a su uso en el sector construcción.

(Castillo, 2018) En su libro de investigación titulado “ Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicas en la resistencia a la compresión de un concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, teniendo por objetivo definir la resistividad del concreto ante la compresión reemplazando el árido grueso en porcentajes del 50% y 75% por desechos de baldosas a base de cerámica para lograr un concreto convencional ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$), según los resultados en relación al porcentaje absorción, las baldosas cerámicas retuvieron 7.35% de agua mientras que el agregado natural retuvo un 0.58%, la resistencia del concreto ante la compresión reemplazando el árido grueso en porcentajes de 50% y 75% por residuos de baldosas a base de cerámica, este diseño alcanzó valores de 237.77 kg/cm^2 y 219.62 kg/cm^2 respectivamente no logrando superar a la probeta patrón que arrojó el valor de 241.23 kg/cm^2 , se concluye que las baldosas a base de cerámica son un material de elevada porosidad y que su utilización en reemplazo del 50% del árido grueso tiende a ser opción viable en el sector constructivo ya que cumple con los requisitos normados para elaborar un concreto de diseño 210 kg/cm^2 .

(Heredia, 2019) En su libro de investigación titulado “Resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$; incorporando cerámico en 3% y 5% en reemplazo de agregado grueso”, cuyo objetivo es definir la alteración del esfuerzo de un concreto ante la compresión diseñado con 3% y 5% de cerámico reciclado como sustituyente de árido grueso, según los resultados al día 28, la resistividad del concreto ante la compresión sin presencia de cerámico es de 343.38 kg/cm^2 , mientras que para el concreto con 3% y 5% diseñado con cerámico reciclado es de 310.00 kg/cm^2 y 317.84 kg/cm^2 respectivamente, concluyendo que la presencia de cerámico en reemplazo del árido grueso no genera un aumento en la resistividad del concreto ante la compresión, más bien ocasiona una disminución de esta propiedad, sin embargo debido a que la reducción es mínima aún se considera ser factible para formar parte de proyectos de construcción.

(Rodriguez, 2018) En su libro de investigación titulado “Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado, Huaraz – 2016”, cuyo objetivo es definir la resistividad del concreto ante la compresión diseñado con reemplazo del árido pétreo en porcentajes del 25% y 50% por cerámico proveniente del reciclaje en el distrito de Huaraz, según los resultados en el día 28, la prueba a la compresión del probeta patrón arrojó un valor 212.35 Kg/cm² mientras que la probeta de concreto diseñada con el 25% y 50% en reemplazo de piedra triturada por cerámico reciclado logró valores de 189.40 kg/cm² y 182.60 kg/cm², se concluye que el reemplazo del cerámico reciclado como árido pétreo tiene un comportamiento mecánico deficiente, sin embargo es una opción confiable para diseños no estructurales.

(Rojas, 2019) En su libro de investigación titulado “Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019”, cuyo objetivo es definir qué forma influyen los desechos cerámicos en reemplazo porcentual del cemento sobre el comportamiento mecánico del concreto, según los resultados la resistencia obtenida de las probetas con porcentajes del 5%, 10 %, 15 %, 20 % y 25 % a base de residuos de cerámica en reemplazo del peso del cemento fueron de 227 Kg/cm², 247 Kg/cm², 241 Kg/cm², 225 Kg/cm² y 195 kg/cm² mientras que el concreto patrón arrojó un valor de 242.13 Kg/cm², se concluye que la adición óptima es del 10% de cerámico triturado en reemplazo del cemento debido a que fue el porcentaje que mayor oposición presentó ante la resistencia del concreto a la compresión mientras que las otras adiciones disminuyeron los valores estudiados.

2.2. Marco teórico.

2.2.1 Mortero

El mortero es un material esencial de la construcción, usualmente se obtiene de la combinación del cemento, cal, agregados finos (arena), agua y varios tipos de aditivos. Se utiliza en la construcción de mampostería para unir la mampostería o las unidades estructurales, así como para rellenar y sellar los espacios entre la piedra, los ladrillos y los bloques de cemento aplicados en la construcción.

Propiedades Del Mortero

Propiedades En Estado Plástico

Consistencia

Esta propiedad determina la manejabilidad del mortero. La consistencia correcta se alcanza en obra por medio la incorporación adecuada de agua que cambia en función respectiva de la granulometría del mortero, cantidad de áridos finos, incorporación de aditivos, porcentaje de absorción del agua y del entorno ambiental dónde se realiza el mortero.

Adherencia

Esta propiedad se presenta tanto en el mortero en estado fresco como en el estado endurecido, pese a diversas causas consiste en la capacidad de absorción que presenta el mortero frente tensiones o tangenciales a la superficie base de la interfase del mortero. En conclusión, se relaciona a la resistencia ante el desprendimiento del mortero sobre la base de apoyo.

Cohesión

La cohesión es la capacidad que presenta el mortero de mantener sus partículas unidas entre sí.

Retención de agua

Es la capacidad que presenta el concreto bajo succión para retener agua de la mezcla. Esta característica le otorga al usuario el tiempo necesario para situar y estabilizar el ladrillo sin que la mezcla se endurezca. Esta propiedad aumenta a través de mayor contenido de cal, aire contenido, adición de áridos finos dentro de los parámetros de gradación autorizados, o el uso de aditivos retenedores de agua. El mortero en mampostería se endurece debido a la pérdida de agua mediante el proceso de fragua natural del cemento. Esta reacción depende del clima, el proceso se acelera con el calor y se retarda con el frío.

Trabajabilidad

Es una propiedad de la mezcla del mortero en estado fresco o endurecido. En conclusión, es la facilidad que presenta una mezcla para su colocación y compactación sobre una superficie sin presentar indicios de segregación

Densidad

Esta propiedad del mortero se relaciona directamente con la densidad característica de cada material que forma parte la mezcla, incluyendo el porcentaje de aire.

Absorción de agua

Esta propiedad define la permeabilidad ante el agua del mortero es decir si el mortero es permeable absorberá hacia dentro este compuesto generando la presencia de manchas por humedad debido a la filtración. Asimismo, gracias a la succión exterior del agua se facilita el tránsito de componentes o partículas indeseables para mantener la durabilidad del mortero y evitar acontecimientos como la presencia de eflorescencias.

Propiedades En Estado Endurecido

Densidad

Esta propiedad del mortero endurecido depende principalmente de la densidad que posean los componentes (áridos finos, cementos, adiciones etc.). De igual manera también se considera decisivo el volumen y la granulometría que ocupen estos componentes en la etapa de dosificación.

Resistencia a la compresión

Se define como la capacidad de un mortero de soportar cargas y esfuerzos, generalmente se utiliza como criterio principal para seleccionar el tipo de mortero, ya que la resistencia a la compresión es relativamente fácil de medir y da resultados consistentes y reproducibles. Es útil como verificación de cambios brutos en las propiedades y proporciones de los componentes del mortero.

Resistencia a la flexión

También conocida como "módulo de ruptura". Esta propiedad es una medida de la resistencia del mortero ante la tracción. Bajo la prueba de resistencia a la flexión, se determina la capacidad del material para resistir fallas cuando hay flexión y se aplica una carga.

Resistencia a la Tensión

Esta propiedad se define como la resistencia a la tensión longitudinal, medida por la mayor carga en peso por unidad de área que tira en la dirección de la longitud que una sustancia determinada puede soportar sin desgarrarse.

Módulo de Elasticidad

Esta propiedad se define como la deformación unitaria de un material tras ser sometido a un esfuerzo. Asimismo, es un claro índice de la rigidez que posee un material al aplicarle una carga sobre su estructura.

Clasificación de los morteros.

El mortero es el componente que une a las unidades de mampostería y proporciona estabilidad estructural a la pared u otra estructura. Hay cuatro distintos tipos principales de mezcla de mortero: N, O, S y M. Cada tipo tiene un diseño de mezcla distinto de cemento, arena y cal con el fin de producir características de desempeño específicas como flexibilidad, propiedades de unión y resistencia a la compresión. El tipo más adecuado de mezcla de mortero para cualquier proyecto depende de la aplicación y las diversas especificaciones de diseño para la construcción de mampostería.

Mezcla de mortero tipo N.

El mortero tipo N, en su mayoría se recomienda para las fachadas y por encima del nivel del suelo que implique estar en exposición al exterior. Esta clase de mezcla se caracteriza por tener una resistencia media ante la compresión y su dosificación se basa en 1:1:6 (cemento, cal, arena). Esta mezcla se considera para uso general, eficiente para instalaciones donde la carga sea rasante, en interiores y exteriores. Así mismo es considerada la mezcla predilecta en su uso de mampostería a base de piedra blanda.

Mezcla de mortero tipo S.

Este tipo de mezcla ofrece una alta resistencia a la compresión y tracción, este tipo de mortero es el más empleado en proyectos por debajo o a nivel del suelo. Es muy eficaz para resistir la presión generada por el suelo. El Tipo S es la alternativa más común para en las aplicaciones por debajo del nivel del suelo, como, por ejemplo; muros de contención, pozos de inspección, cimientos de mampostería y alcantarillas, así mismo también su utilidad en proyectos a nivel como patios de ladrillo y pasillos. Aunque esta clase de mortero tiene reducida resistencia ante la compresión a menudo se altera su dosificación para alcanzar mayores valores.

Mezcla de mortero tipo M.

Este tipo de mezcla requiere en su diseño cemento Portland en mayor cantidad y se recomienda su utilización para cargas de mayor y aplicaciones bajo rasante, incluidos muros de contención, cimientos, y entradas de vehículos. Esta clase de mortero posee características de sellado y adhesión deficientes, lo que lo hace no recomendable para aplicaciones exteriores. Se prefiere usar esta mezcla en estructuras de piedra natural porque otorga una resistencia parecida a la de los pétreos.

Mezcla de mortero tipo K.

El mortero tipo K rara vez se usa para la restauración de estructuras nuevas. El esfuerzo a la compresión que ofrece es muy débil. Debido a este factor, este tipo de mezcla generalmente se usa para dar mantenimiento a la mampostería de edificaciones antiguas que necesitan una mezcla de singularidades específicas que no sean notablemente más resistentes que la mampostería presente.

Porcelanato

El porcelanato es un material utilizado mayormente en el sector construcción, Por lo común su presentación viene en forma de azulejo o de panel rectangular. La porcelana y otros materiales cerámicos tienen diversos usos en la ingeniería, especialmente en la ingeniería cerámica

Debido a que se cuece a una temperatura tan alta, es muy duro y no poroso. Tiene un aspecto translúcido porque la vitrificación a temperaturas más altas es más completa. Esto significa que la pieza de porcelana tiene una calidad más parecida al vidrio.

Propiedades del porcelanato

Resistencia a la tracción

La capacidad de un material o estructura para soportar cargas que tienden a alargarse se conoce como resistencia máxima a la tracción.

Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es una propiedad que presenta el porcelanato definido como la resistencia en la que este material comienza a sufrir cambios plásticos en su forma, por otra parte, el límite de elasticidad es el instante donde inicia la deformación no lineal (plástica + elástica).

Dureza

En la ciencia de los materiales, la dureza es la capacidad de resistir la hendidura de la superficie (deformación plástica localizada) y el rayado

Conductividad térmica

Las propiedades de traspaso de calor que presenta un material sólido se miden por medio de una propiedad de nombre conductividad térmica la cual es una medida centrada en la capacidad que presenta una sustancia para trasladar calor mediante un material conductivo.

2.3. Definición de términos.

Cemento.

Este material es un polvo fino de color grisáceo compuesto de la trituración de minerales (piedra caliza y arcilla) que cumplen la función de aglutinadores. Este material se fabrica desde la diversidad de distintos materiales, sin embargo, no se puede usar solo.

En la actualidad, la clase más utilizada es el cemento portland y es conocido por disposición de piedra caliza y lutitas.

Tipos De Cemento.

- **Tipo I.-** Utilizado usualmente para propósitos frecuentes donde no es necesario que el cemento presente características específicas.
- **Tipo II.-** Cemento de resistencia moderada contra el ataque de sulfatos.

- **Tipo III.-** Cemento característico por su alta resistencia inicial, lo que implica adquiere la resistencia requerida a más temprana edad en comparación del cemento Tipo I, lo que permite que el encofrado se retire en menor tiempo.
- **Tipo IV.-** Cemento con bajo calor de hidratación y generalmente se da uso en proyectos de construcción abundante. Alcanza la resistencia requerida en un lapso de tiempo más lento que el resto de cementos.
- **Tipo V.-** Cemento de alta resistencia ante el ataque de sulfatos, esto se debe a que tiene un desarrollo más lento de la resistencia en comparación de los demás tipos de cementos.

Agregado Fino.

Conocidos también como áridos o arenas, el agregado fino es un material que tiene un tamaño definido de 4,75 mm o menos. Es decir, áridos que pueden pasar a través de un tamiz número 4, con un tamaño de malla de 4,75 mm. Los agregados finos incluyen cosas como arena, limo y arcilla. La piedra triturada y la grava triturada también pueden incluirse en esta categoría. Normalmente, los áridos finos se utilizan para mejorar la trabajabilidad de la mezcla del concreto y el mortero.

Tipos de Agregado fino.

- **Natural:** agregados extraídos de fuentes naturales, como lechos de ríos, canteras y minas.
- **Procesados:** también llamados 'agregados artificiales' o agregados de 'subproductos', comúnmente se toman de desechos industriales o de ingeniería y luego se tratan para formar agregados de construcción para concreto de alta calidad. Los agregados procesados comunes incluyen escoria industrial, así como arcilla quemada. Los agregados procesados se utilizan para mezclas de concreto livianas y de alta densidad.

Propiedades de los Agregados finos.

Peso Unitario

El peso unitario (o peso unitario con varilla seca) es una medida del peso de un volumen específico de agregados clasificados y se utiliza para monitorear agregados consistencia y en el proceso de dosificación de la mezcla.

Los pesos unitarios consistentes son un buen indicador de uniformidad en la gradación agregada y características.

Peso Especifico

El peso específico de los agregados se utiliza en el procedimiento de dosificación de la mezcla para calcular los pesos de los agregados necesarios para el procesamiento por lotes en función de su volumen en la mezcla del mortero.

Los cambios en la gravedad específica son indicativos de cambios en las características de los agregados.

Absorción

La absorción se utiliza para realizar ajustes en el agua de mezcla requerida en función del estado de humedad de los agregados durante el procesamiento por lotes y es la capacidad del agregado para empapar la mezcla el agua, disminuyendo así la trabajabilidad del mortero.

La absorción también es necesaria para tener en cuenta la cantidad de agua de mezcla que se absorbido por los agregados en una mezcla del mortero cuando están más secos que la superficie saturada seca

Granulometría.

La granulometría es la medida de la distribución del tamaño en una colección de granos. También se denomina prueba de distribución del tamaño de partículas. A menudo se caracteriza por el porcentaje de partículas con ciertos rangos de diámetro (en micrómetros).

El análisis granulométrico es un procedimiento básico en el transcurso de la caracterización de materiales particulados y puede determinarse mediante numerosos métodos, entre los que destaca el densímetro y los métodos de difracción láser. Sin embargo, estas técnicas se basan en distintos principios físicos que pueden generar diferentes resultados generando dudas.

Módulo De Finura.

Para determinar el módulo de finura, se suman los valores acumulados porcentuales retenidos y divide la suma por 100. Este proceso debe repetirse tanto para los tamaños de agregados gruesos como finos. Una vez determinado el módulo de finura de cada tamaño, se pueden combinar mediante una ecuación especial para determinar las proporciones necesarias para crear el hormigón deseado.

El módulo de finura permite predecir de manera efectiva la cantidad de agua necesaria para mezclar el concreto. También pinta una imagen precisa de la trabajabilidad del concreto, que se mide en términos de valor de asentamiento. En términos generales, cuanto mayor sea el módulo de finura, mayor será el valor de asentamiento o, en otras palabras, más rígido será el mortero.

Agua.

Es un elemento de gran relevancia en la calidad para la elaboración del mortero y cumple dos funciones:

- Origina una reacción química necesaria al hidratar al cemento.
- Brinda ayuda a la trabajabilidad del mortero. (proporción de agua y cemento)

Aditivos.

Son componentes distintos al cemento, los agregados y el agua que se adición al diseño del concreto antes o durante la elaboración de la mezcla.

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Variables

La variable independiente es el **Porcelanato reciclado**, que se sustituirá en las mezclas, para producir ciertos efectos en las **Propiedades del mortero de asentado**, siendo ésta la variable dependiente.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla 1

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICES	TECNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
VI: PORCELANATO RECICLADO	Porcentaje de Porcelanato	0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%	granulometría, peso específico absorción, humedad	Kg	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		PORCELANATO					
VD: PROPIEDADES DEL MORTERO DE ASENTADO	Ensayo de resistencia	Resistencia a la compresión axial	Rotura a la compresión	Kg/cm ²	Observación	Guía de observación	Recolección de datos y muestreo

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Metodología

El método de evaluación de este proyecto es experimental, la razón es debido a que implica la manipulación sistemática de la variable independiente que es el porcelanato reciclado con el fin de determinar si su influencia causa cambios en la otra variable que son las propiedades del mortero de asentado basándose en los resultados de los ensayos correspondientes.

3.4. Tipo de estudio

De acuerdo con el fin, la tesis proyectada se clasifica como una Investigación Cuantitativa, porque se realiza una recolección y análisis de

datos en laboratorio con lo que se contestará a las preguntas de la investigación y se intentará probar la hipótesis.

3.5. Diseño

El diseño de la investigación que se utilizará es el Cuasi-Experimental, porque se realizarán ensayos en el laboratorio para comprobar cuál de los porcentajes de sustitución del porcelanato reciclado en la elaboración del mortero de asentado es el mejor.

El procedimiento consistirá en recopilación de información sobre el tema, usos de laboratorio para realizar los ensayos normalizados, recolección de información de campo, análisis de los resultados adquiridos otorgado por el laboratorio de ensayos.

3.6. Población, muestra y muestreo.

La población que se utilizará es la de mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con 6 distintos porcentajes de sustitución de porcelanato reciclado por arena gruesa. (0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%).

Las muestras se distribuyen de la siguiente manera:

- En el ensayo de flujo, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado, y que cada muestra de mortero pesa 1 kg en estado plástico, y a la vez planteándose realizar 4 de cada diseño según estipula la norma ASTM C1437, tenemos en total 72 kg. ($3 \times 6 \times 1 \times 4 = 72$ kilogramos).
- En el ensayo de absorción y densidad, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado y a la vez planteándose realizar 4 muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según estipula la norma ASTM C642. En total se elaborarán 72 probetas. ($3 \times 6 \times 4 = 72$ probetas).

- En el ensayo de compresión, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado y a la vez planteándose realizar 4 muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según estipula la norma ASTM C109. En total elaboraremos 72 probetas ($3 \times 6 \times 4 = 72$ probetas).

3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección.

Observación: Se estudiaron las características de las propiedades de mortero elaborados con porcelanato reciclado en sustitución porcentual del árido fino, y se tomará nota de cada resultado parcial obtenido.

Análisis de Documentos: Se consideró la información de tesis, libros, revistas científicas, normas técnicas, etc., tomando en cuenta que exista relación con el presente proyecto.

Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

Se desarrolló recurriendo a distintos formatos en base a cada tipo de ensayo.

Se utilizarán los formatos para los siguientes ensayos:

- 1) Para el ensayo en base a la granulometría del árido fino.
- 2) Para el ensayo en base al contenido de humedad del árido fino.
- 3) Para el ensayo en base a la absorción del árido fino.
- 4) Para el ensayo en base al peso unitario del árido fino.
- 5) Para el ensayo en base al peso específico del árido fino.
- 6) Para anotar la resistencia mecánica de cubos de mortero.
- 7) Para anotar las principales características del mortero.

3.8. Métodos de análisis de datos.

Métodos de recolección de datos.

Deductivo: En vista de que, tras tener una definición de la variable dependiente e independiente y los indicadores correspondientes, se requirió elaborar una hipótesis para obtener información de la influencia del porcelanato en el comportamiento del mortero.

Inductivo: En vista del análisis y registro de cada estudio hecho en el laboratorio, con la finalidad de elaborar un análisis íntegro y su distribución para conseguir un comportamiento óptimo del mortero.

Análisis: Debido a que es necesario descomponer detalladamente el objeto de investigación en partes para tener una noción sobre los beneficios y desventajas.

3.9. Aspectos éticos.

La presente investigación está respaldada éticamente por todos los valores arrojados de las pruebas experimentales.

IV.RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados.

4.1.1 Ensayos elaborados al porcelanato reciclado

4.1.1.1. Granulometría y módulo de fineza del porcelanato reciclado.

Tabla 2

Granulometría del agregado fino por tamizado.

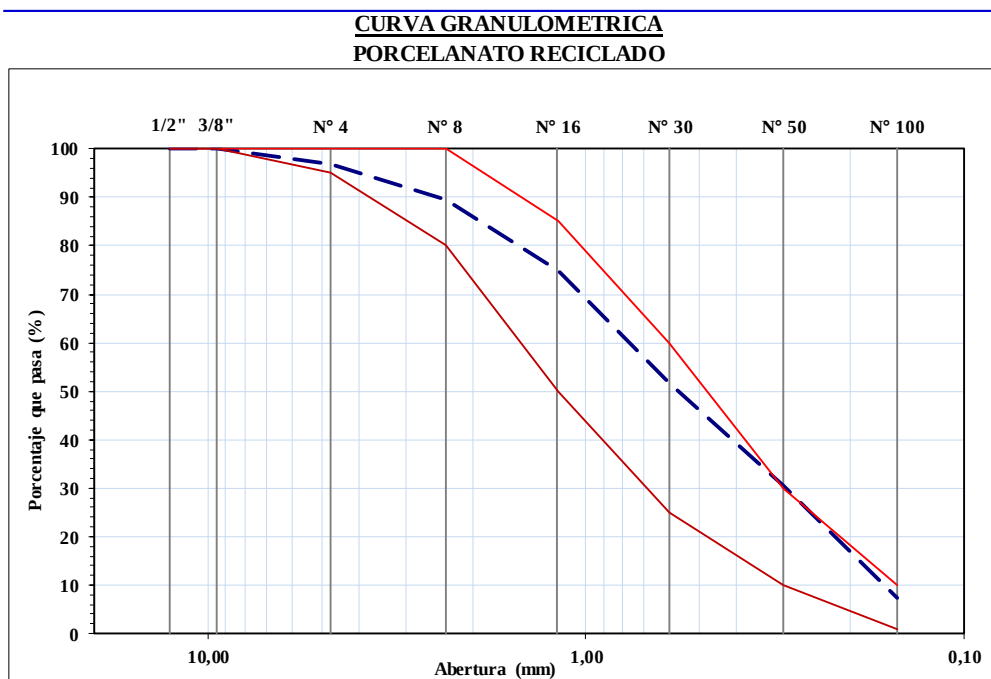
Malla		Peso	%	% Acumulado	% Acumulado
Pulg.	(mm.)	Retenido	Retenido	Retenido	Que pasa
1/2"	12,700	0,00	0,000	0,000	100,000
3/8"	9,520	0,00	0,000	0,000	100,000
Nº 4	4,750	12,80	3,125	3,125	96,875
Nº 8	2,360	30,27	7,390	10,515	89,485
Nº 16	1,180	60,10	14,672	25,187	74,813
Nº 30	0,600	95,23	23,249	48,436	51,564
Nº 50	0,300	85,70	20,922	69,359	30,641
Nº 100	0,150	94,81	23,146	92,505	7,495
FONDO		30,70	7,495	100,000	0,000

Módulo de fineza = **2,491**

Abertura de malla de referencia = **4,750**

Fuente: Elaboración propia.

Figura 1. Curva granulométrica del porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia

En base a la figura 1, se logra demostrar que el porcelanato reciclado se ubica dentro de límites estipulados en la NTP 400.012 (AGREGADOS). Obteniéndose como resultado respecto al módulo de fineza, el valor de 2.491, según indica la tabla 2.

4.1.1.2. Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y el porcentaje de absorción del porcelanato reciclado

Tabla 3

Peso específico y porcentaje de absorción del porcelanato reciclado.

AGREGADO FINO - PORCELANATO RECICLADO			
I. DATOS			
1.- Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500,0	
2.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980,0	
3.- Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670,0	
4.- Peso del agua	(gr)	310,0	
5.- Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	654,0	
6.- Peso del frasco	(gr)	170,0	
7.- Peso de la muestra secada al horno	(gr)	484,0	
8.- Volumen del frasco	(cm ³)	500,0	
II .- RESULTADOS			
1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2,547	
2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2,632	
3.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2,782	
4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	3,31	

Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo respecto al peso específico del porcelanato reciclado se obtuvo el resultado 2.547 (kg/m³) y 3.31% respecto al porcentaje de absorción, verificándose en la tabla 3.

4.1.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos del porcelanato reciclado.

Tabla 4

Peso unitario suelto del porcelanato reciclado.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4346	4351
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1274	1279
Constante o Volumen	(m ³)	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	455.68	457.47
Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		457
Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)		454

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5

Peso unitario compactado del porcelanato reciclado.

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	4768	4783
Peso del recipiente	(gr.)	3072	3072
Peso de muestra	(gr.)	1696	1711
Constante o Volumen	(m ³)	0.002796	0.002796
Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	606.62	611.98
Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)		609
Peso unitario seco compactado (Promedio)	(kg/m ³)		605

Fuente: Elaboración propia.

En el ensayo respecto al peso unitario suelto del porcelanato reciclado se adquirieron los resultados de 454 (kg/m³), y en base al peso unitario compactado de seco el valor fue de 605 (kg/m³).

4.1.1.6. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable del porcelanato reciclado.

Tabla 6

Contenido de humedad del porcelanato reciclado.

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD			
		A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.)	341.42	343.59
2. Peso de muestra seca	(gr.)	339.95	341.81
3. Peso de recipiente	(gr.)	87.80	89.25
4. Contenido de humedad	(%)	0.58	0.70
5. Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.64	

Fuente: Elaboración propia.

Tras realizado el ensayo, se adquirió como resultado un porcentaje de 0.64 respecto al contenido de humedad procedente del porcelanato reciclado.

4.1.2 Ensayos del agregado fino

4.1.2.1. Ensayos del agregado fino de la Cantera La Victoria – Pátapo

4.1.2.1.1. Granulometría y módulo de fineza.

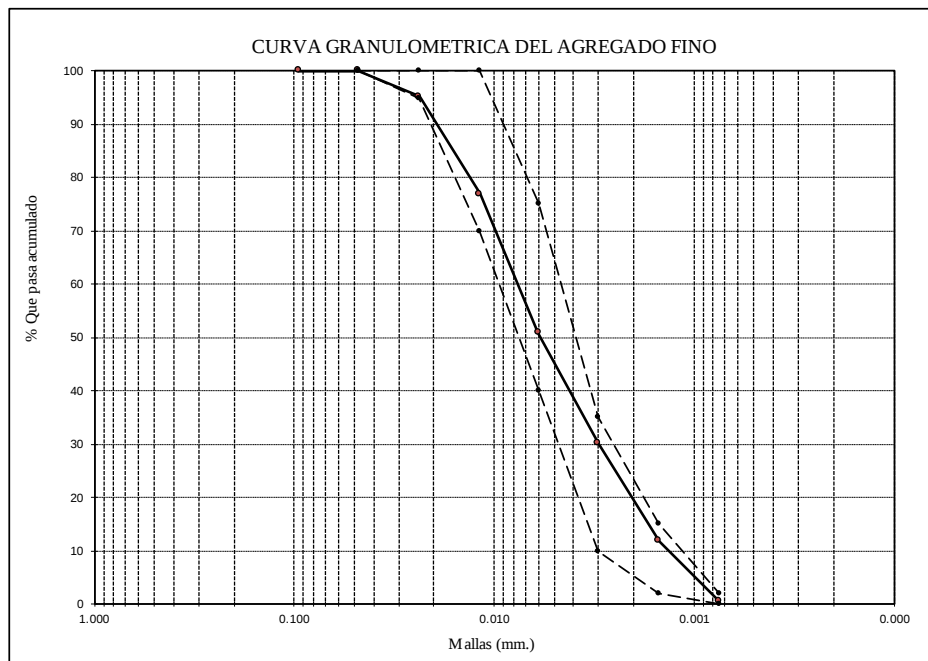
Tabla 7

Granulometría del agregado fino por tamizado.

MALLAS		PESO RETENIDO	%	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO	Parametros Arena Gruesa
PULGADAS	MILIMETROS					
3/8"	9.500	0	0	0	100	-
Nº4	4.750	0	0.0	0.0	100.0	100
Nº8	2.360	28.63	4.8	4.8	95.2	95-100
Nº16	1.180	109.81	18.3	23.1	76.9	70-100
Nº30	0.600	156.77	26.1	49.2	50.8	40-75
Nº50	0.300	124.54	20.8	70.0	30.0	10-35
Nº100	0.150	109.73	18.3	88.2	11.8	2-15
Nº200	0.075	67.14	11.2	99.4	0.6	0-2
FONDO		3.38	0.6	100.0	0.0	-
MODULO DE FINEZA				2.353		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Elaboración propia

En base a la figura 2, se logra demostrar que el agregado fino se ubica dentro de límites estipulados en la NTP 400.012 (AGREGADOS). Obteniéndose como resultado respecto al módulo de fineza, el valor de 2.353 según indica la tabla 7.

4.1.2.1.2. Método de ensayo normalizado por la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Tabla 8

Peso específico y absorción del agregado fino

I. DATOS								
1.-	Peso de la arena superficialmente seca	(gr)	500.0					
2.-	Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco + peso del agua	(gr)	980.0					
3.-	Peso de la arena superficialmente seca + peso del frasco	(gr)	670.0					
4.-	Peso del agua	(gr)	310.0					
5.-	Peso de la arena secada al horno + peso del frasco	(gr)	661.0					
6.-	Peso del frasco	(gr)	170.0					
7.-	Peso de la muestra secada al horno	(gr)	491.0					
8.-	Volumen del frasco	(cm ³)	500.0					
II .- RESULTADOS								
1.-	PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.584					
2.-	PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	(gr/cm ³)	2.632					
3.-	PESO ESPECIFICO APARENTE	(gr/cm ³)	2.713					
4.-	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.83					

Fuente: Elaboración propia

Respecto al ensayo del peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino, los resultaron arrojaron un peso específico de 2584 (kg/m³) y así mismo un % de absorción valorado en 1.83, según indica la tabla 8.

4.1.2.1.3. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

Tabla 9

Peso unitario suelto del agregado fino.

1.- PESO UNITARIO SUELTO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7397	7457
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4359	4419
Volumen del molde	(m ³)	0.00283	0.00283
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1540.08	1561.27
Peso unitario suelto (Promedio)	(kg/m ³)	1551	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Peso unitario compactado del agregado fino.

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO			
		A	B
Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	7942	7953
Peso del recipiente	(gr.)	3038	3038
Peso de muestra	(gr.)	4904	4915
Volumen del molde	(m ³)	0.002830	0.002830
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1732.63	1736.52
Peso unitario compactado (Promedio)	(kg/m ³)	1735	

Fuente: Elaboración propia

Respecto al ensayo del peso unitario del agregado fino, los resultados arrojaron un peso unitario suelto seco de 1551 (kg/m³) y así mismo un peso unitario compactado seco valorado en 1735 (kg/m³), según indica la tabla 9 y 10.

4.1.2.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

Tabla 11

Contenido de humedad del agregado fino.

3.- CONTENIDO DE HUMEDAD

	A	B
1. Peso de muestra húmeda	(gr.) 950.00	950.00
2. Peso de muestra seca + recipiente	(gr.) 1037.00	1028.00
3. Peso de recipiente	(gr.) 94.00	85.00
4. Contenido de humedad	(%) 0.74	0.74
5. Contenido de humedad (promedio)	(%) 0.74	

Fuente: Elaboración propia

Realizado el ensayo, el agregado fino presenta un porcentaje de 0.74 respecto al contenido de humedad.

4.1.3 Diseño de mezcla del mortero.

4.1.3.1 *Diseño de mezclas del mortero sustituido con porcelanato reciclado.*

Tabla 12

Diseño de mezclas del mortero 1:3, sustituido con porcelanato reciclado.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	PR
MEZCLA PATRON:			1	:	3	0
MEZCLA CON PORCELANATO RECICLADO	M-1	20%	1.00	:	2.40	0.6
	M-2	40%	1.00	:	1.80	1.2
	M-3	60%	1.00	:	1.20	1.8
	M-4	80%	1.00	:	0.60	2.4
	M-5	100%	1.00	:	0.00	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13

Diseño de mezclas del mortero 1:4, sustituido con porcelanato reciclado.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	PR
MEZCLA PATRON:			1	:	4	0
MEZCLA CON PORCELANATO RECICLADO	M-1	20%	1.00	:	3.20	0.8
	M-2	40%	1.00	:	2.40	1.6
	M-3	60%	1.00	:	1.60	2.4
	M-4	80%	1.00	:	0.80	3.2
	M-5	100%	1.00	:	0.00	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Diseño de mezclas del mortero 1:5, sustituido con porcelanato reciclado.

DOSIFICACIÓN DE MEZCLA - MORTERO EN VOLUMEN						
			C		A	PR
MEZCLA PATRON:			1	:	5	0
MEZCLA CON PORCELANATO RECICLADO	M-1	20%	1.00	:	4.00	1
	M-2	40%	1.00	:	3.00	2
	M-3	60%	1.00	:	2.00	3
	M-4	80%	1.00	:	1.00	4
	M-5	100%	1.00	:	0.00	5

Fuente: Elaboración propia

En las tablas 12, 13 y 14 se logra visualizar las distintas proporciones respecto a los porcentajes de sustitución 20%, 40%, 60%, 80% y 100% con porcelanato reciclado como arena gruesa para ser incluido en las diferentes dosificaciones diseñadas de mezclas.

4.1.4. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

4.1.4.1 Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

4.1.4.1.1 Fluidez

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de porcelanato reciclado,

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 15

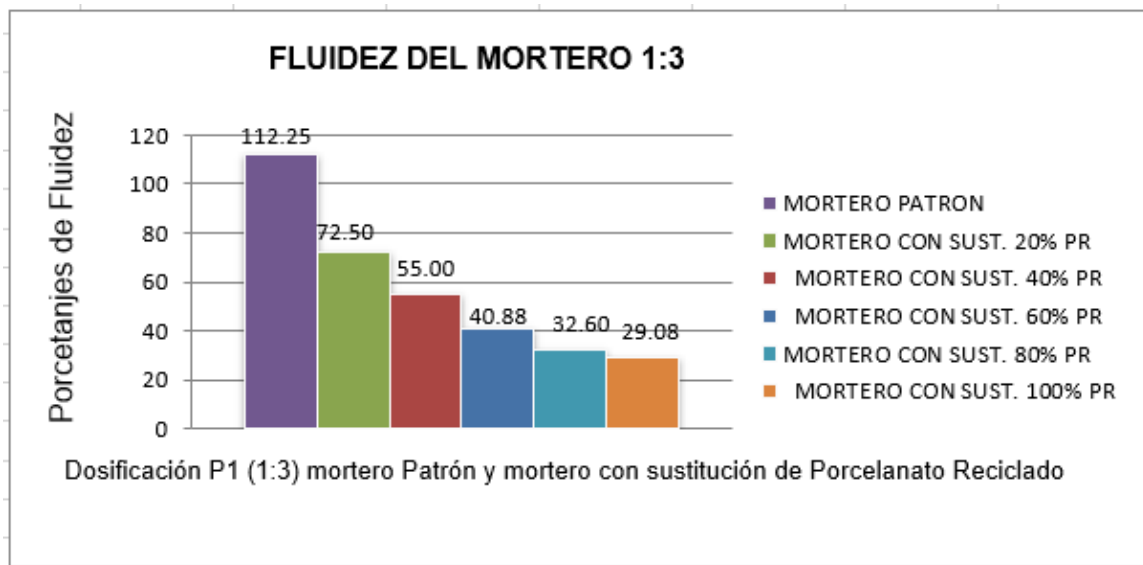
Fluidez del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MORTERO P1 1 : 3					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1.00	3.00	0.00	112.25	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1.00	2.40	0.60	72.50	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1.00	1.80	1.20	55.00	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1.00	1.20	1.80	40.88	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1.00	0.60	2.40	32.60	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1.00	0.00	3.00	29.08	%

Fuente: Elaboración propia

La fluidez que presentó el mortero patrón (1:3), fue de 112.25%, con 20% de sustitución con porcelanato reciclado arrojó 72.50%, con 40% de PR fue 55%, con 60% de PR fue 40.88%, con 80% de PR fue de 32.60 y por último con 100% de PR fue de 29.08%, como se observa en la tabla 15.

Figura 4. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 4, los morteros en sustitución de porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben una reducción de fluidez de 64.59%, 49%, 36.42%, 29.04% y 25.91% respectivamente, en comparación del mortero patrón 1:3 (sin PR).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 16

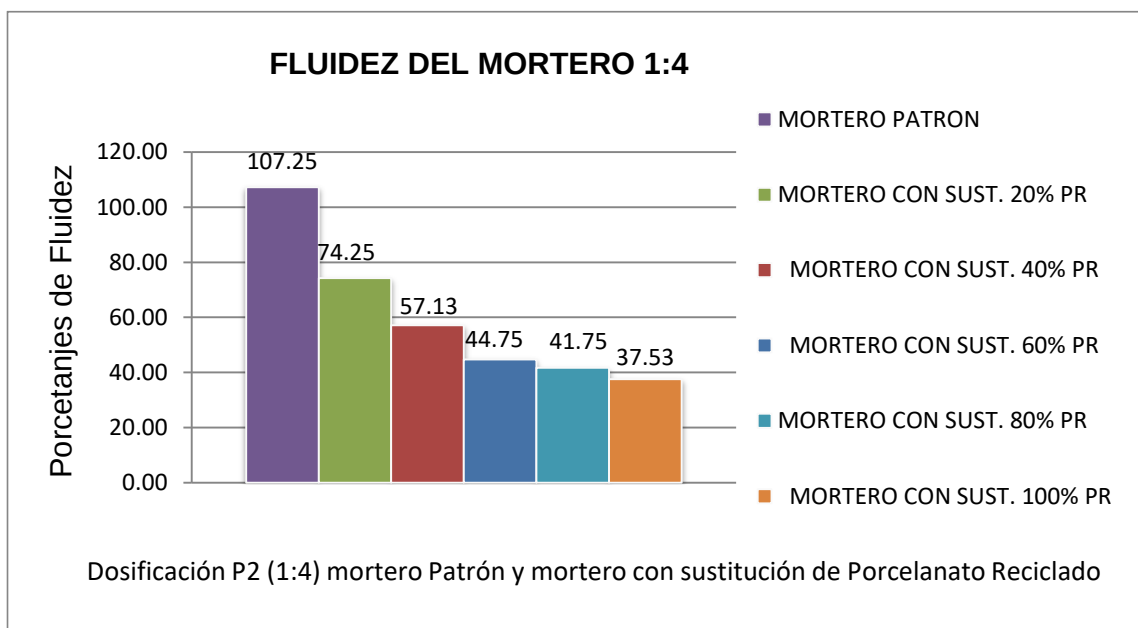
Fluidez del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MORTERO P2 1 : 4					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1.00	4.00	0.00	107.25	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1.00	3.20	0.80	74.25	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1.00	2.40	1.60	57.13	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1.00	1.60	2.40	44.75	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1.00	0.80	3.20	41.75	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1.00	0.00	4.00	37.53	%

Fuente: Elaboración propia.

La fluidez que presentó el mortero patrón (1:4), fue de 107.25%, con 20% de sustitución con porcelanato reciclado arrojó 74.25%, con 40% de PR fue 57.13%, con 60% de PR fue 44.75%, con 80% de PR fue de 41.75% y por último con 100% de PR fue de 37.53%, como se observa en la tabla 16.

Figura 5. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 5, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, exhiben una reducción de fluidez de 69.23%, 53.27%, 41.72%, 38.93% y 34.99% respectivamente, en comparación al mortero patrón 1:4 (sin PR).

A.3 Dosificación 1:5

Tabla 17

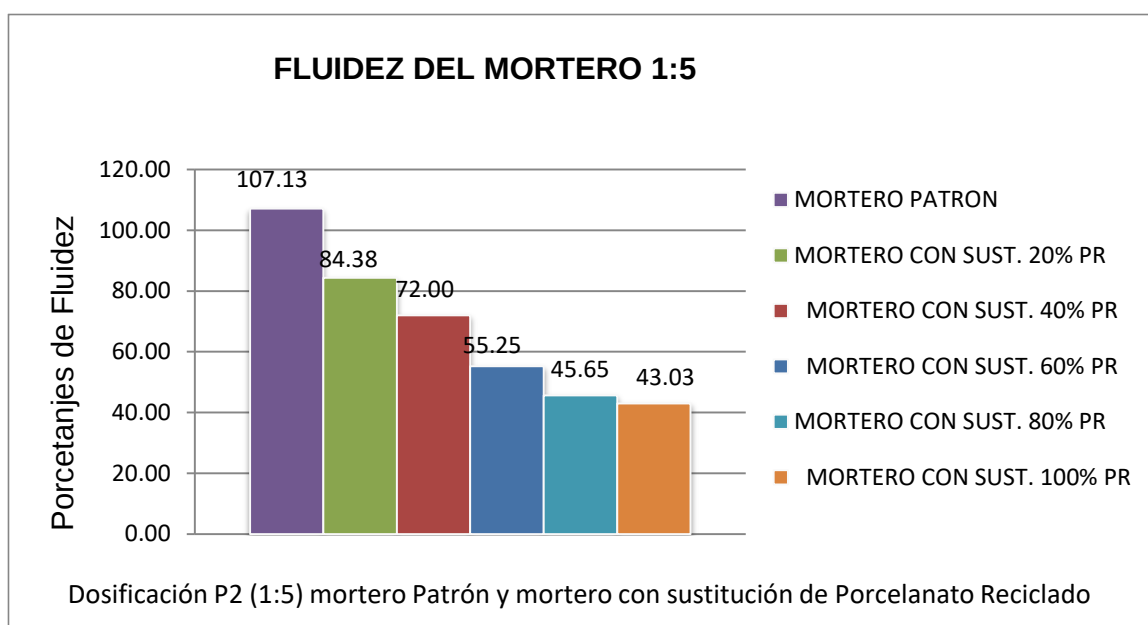
Fluidez del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con porcelanato reciclado

MORTERO P3 1 : 5					
MUESTRA	DOSIFICACIÓN			FLUIDEZ (%)	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1,00	5,00	0,00	107,13	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1,00	4,00	1,00	84,38	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1,00	3,00	2,00	72,00	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1,00	2,00	3,00	55,25	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1,00	1,00	4,00	45,65	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1,00	0,00	5,00	43,03	%

Fuente: Elaboración propia.

La fluidez que presentó mortero patrón (1:5), fue de 107.13%, el mortero con 20% de sustitución con porcelanato reciclado obtuvo 84.38%, con 40% de PR fue 72.00%, con 60% de PR fue 55.25%, con 80% de PR fue de 45.65% y por último con 100% de PR fue de 43.03%, como se observa en la tabla 17.

Figura 6. Resultado en barras del ensayo de fluidez de la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 6, los morteros con presencia de PR en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben una reducción de fluidez de 78.76%, 67.21%, 51.57%, 42.61% y 40.17% respectivamente, en relación al mortero patrón 1:5 (sin PR).

4.1.4.1.2. Contenido de aire.

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de porcelanato reciclado.

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 18

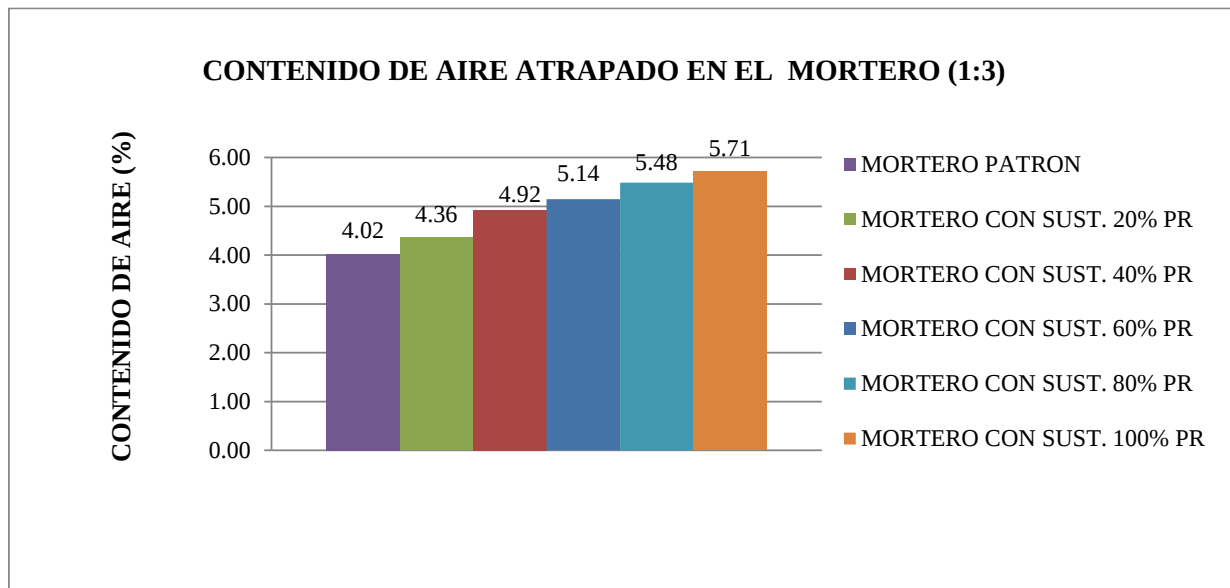
Contenido de aire en el mortero patrón P1 (1:3) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1	3.00	0	4.02	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1	2.40	0.60	4.36	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1	1.80	1.20	4.92	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1	1.20	1.80	5.14	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1	0.60	2.40	5.48	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1	0.0	3.00	5.71	%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el contenido de aire que presentó el mortero patrón (1:3) fue de 4.02%, con 20% de sustitución de porcelanato reciclado obtuvo 4.36%, con 40% de PR fue 4.92%, con 60% de PR fue 5.14%, con 80% de PR fue 5.48%, y por último con 100% de PR fue 5.71% como se observa en la tabla 18.

Figura 7. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 7, los morteros con presencia de PR en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben un aumento respecto al contenido de aire atrapado de 8.46%, 22.39%, 27.86%, 36.32% y 42.04% en comparación al mortero patrón (sin PR).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 19

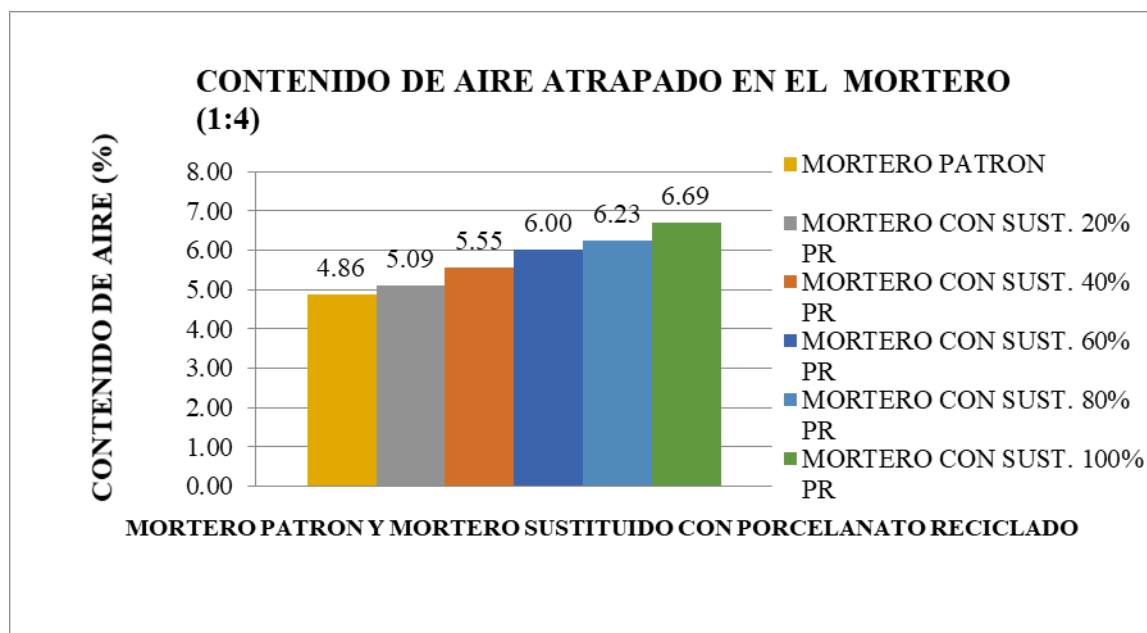
Contenido de aire en el mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1	4.00	0	4.86	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1	3.20	0.80	5.09	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1	2.40	1.60	5.55	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1	1.60	2.40	6.00	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1	0.80	3.20	6.23	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1	0.00	4.00	6.69	%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el contenido de aire que presentó el mortero patrón (1:4) fue de 4.02%, con 20% de sustitución de porcelanato reciclado obtuvo 4.36%, con 40% de PR fue 4.92%, con 60% de PR fue 5.14%, con 80% de PR fue 5.48%, y por último con 100% de PR fue 5.71% como se observan en la tabla 19.

Figura 8. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8, los morteros con presencia de PR en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben un aumento en el contenido de aire atrapado de 4.73%, 14.20%, 23.46%, 28.19% y 37.65% en comparación al mortero patrón (sin PR).

A.3. Dosificación 1:5

Tabla 20

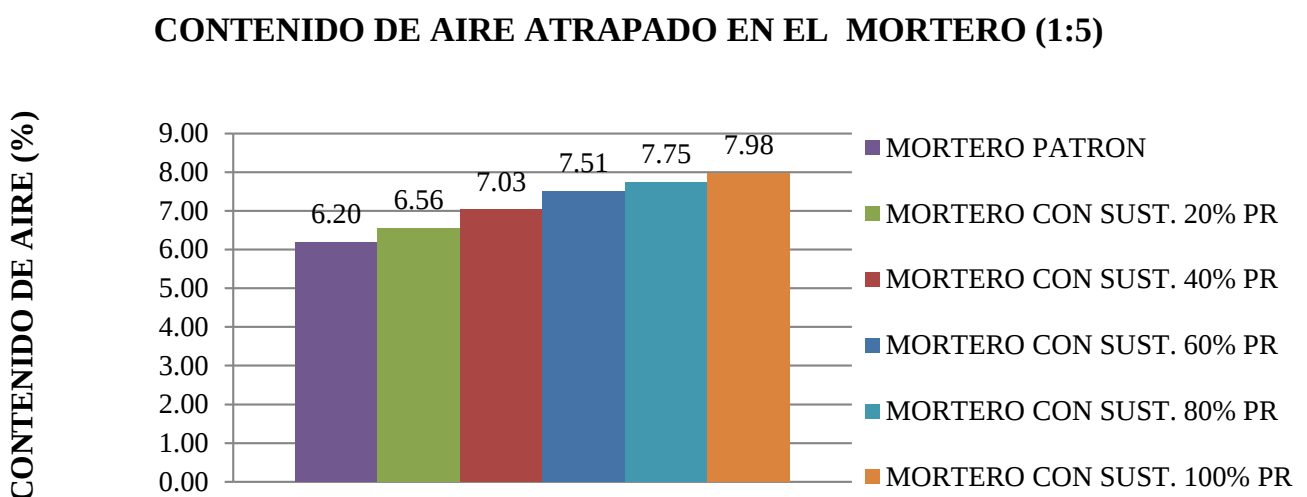
Contenido de aire en el mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO EN EL MORTERO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO PATRON	1	5.00	0	6.20	%
MORTERO CON SUST. 20% PR	1	4.00	1.00	6.56	%
MORTERO CON SUST. 40% PR	1	3.00	2.00	7.03	%
MORTERO CON SUST. 60% PR	1	2.00	3.00	7.51	%
MORTERO CON SUST. 80% PR	1	1.00	4.00	7.75	%
MORTERO CON SUST. 100% PR	1	0.00	5.00	7.98	%

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el contenido de aire que presentó el mortero patrón (1:5) fue de 6.20%, el mortero con 20% de sustitución de porcelanato reciclado arrojó 6.56%, con 40% de PR fue 7.03%, con 60% de PR fue 7.51%, con 80% de PR fue 7.75%, y por último con 100% de PR fue 7.98% como se observa en la tabla 19.

Figura 9. Resultado en barras del ensayo de contenido de aire en la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 8, los morteros con presencia de PR en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben un aumento en el contenido de aire atrapado de 7.90%, 13.39%, 21.13%, 25.00% y 28.71% en comparación al mortero patrón (sin PR).

4.1.4.1.3. Peso unitario.

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de porcelanato reciclado.

A.1. Dosificación 1:3

Tabla 21

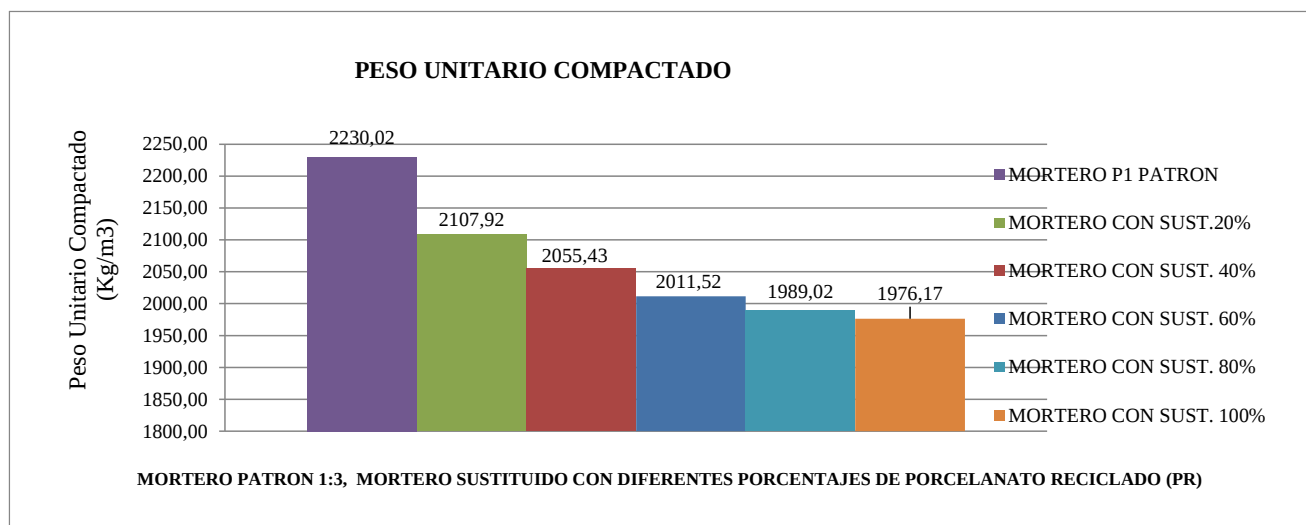
Peso unitario compactado del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO P1 PATRON	1	3,00	0	2230,02	Kg/m3
MORTERO CON SUST.20%	1	2,40	1,60	2107,92	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 40%	1	1,80	1,20	2055,43	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 60%	1	1,20	1,80	2011,52	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 80%	1	0,60	2,40	1989,02	Kg/m3
MORTERO CON SUST. 100%	1	0	3,00	1976,17	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el peso unitario compactado que presentó el mortero patrón (1:3) fue de 2230.02 kg/m³, el mortero con 20% de sustitución de porcelanato reciclado arrojó 2107.92 kg/m³, con 40% de PR fue 2055.43 kg/m³, con 60% de PR fue 2011.52 kg/m³, con 80% de PR fue 1989.02 kg/m³, con 100% fue 1976.17 kg/m³.

Figura 10. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 10, los morteros con presencia de PR en diversas proporciones de 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben una reducción en el peso unitario compactado de 122.1 kg/m³, 174.59 kg/m³, 218.5 kg/m³, 241 kg/m³, 253.85 kg/m³ en comparación al mortero patrón (sin PR).

A.2. Dosificación 1:4

Tabla 22

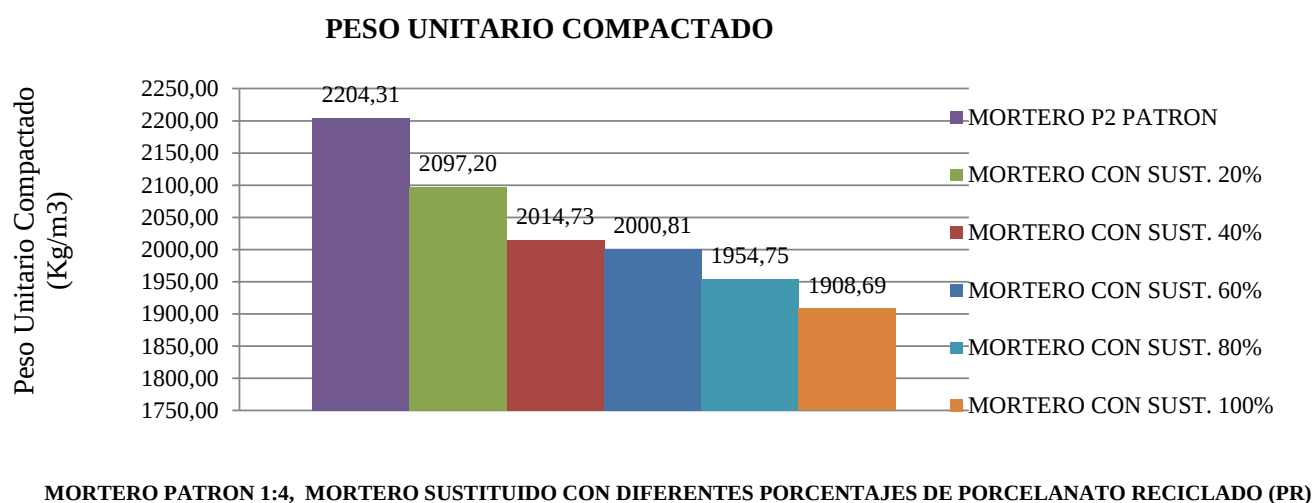
Peso unitario compactado del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO P2 PATRON	1	4	0	2204,31	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 20%	1	3,20	0,80	2097,20	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 40%	1	2,40	1,60	2014,73	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 60%	1	1,60	2,40	2000,81	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 80%	1	0,80	3,20	1954,75	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 100%	1	0	4	1908,69	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el peso unitario compactado que presentó el mortero patrón (1:3) fue de 2204.02 kg/m³, con 20% de sustitución de porcelanato reciclado arrojó 2097.20 kg/m³, con 40% de PR fue 2014.73 kg/m³, con 60% de PR fue 2000.81 kg/m³, con 80% de PR fue 1954.75 kg/m³, con 100% fue 1908.69 kg/m³.

Figura 11. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:4), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 11, los morteros con presencia de PR en diversas proporciones de 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben una reducción en el peso unitario compactado de 107.11 kg/m³, 189.58 kg/m³, 203.5 kg/m³, 249.56 kg/m³, 295.62 kg/m³ en comparación al mortero patrón (sin PR).

A.3. Dosificación 1:5

Tabla 23

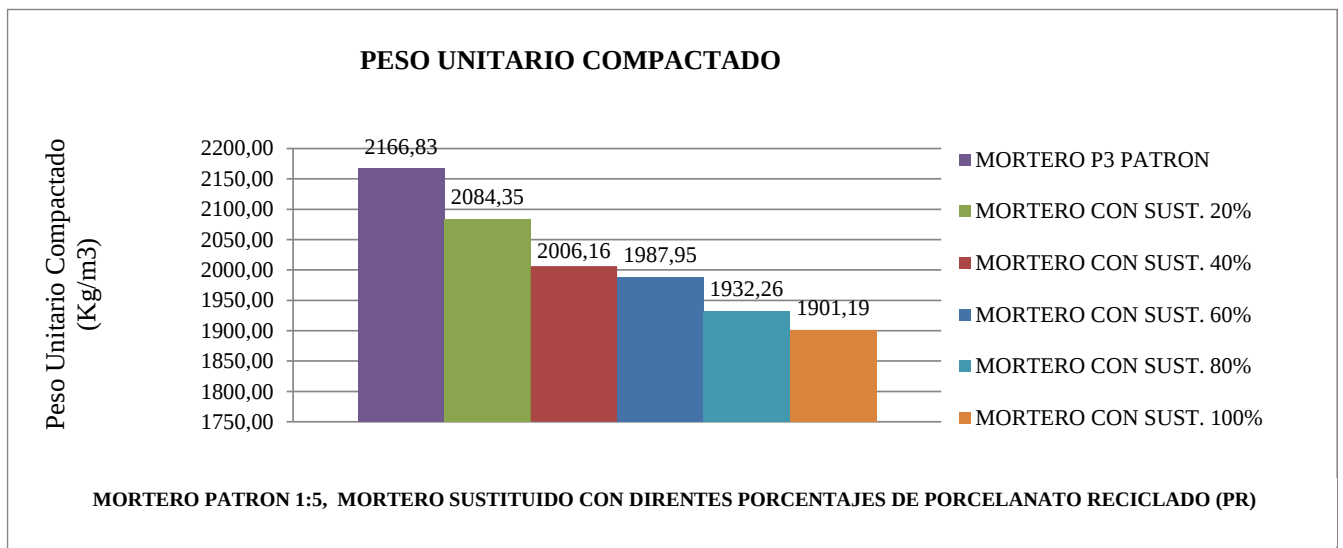
Peso unitario compactado del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			PESO UNITARIO COMPACTADO	
	CEMENTO	ARENA	PR		
MORTERO P3 PATRON	1	5	0	2166,83	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 20%	1	4	1	2084,35	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 40%	1	3	2	2006,16	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 60%	1	2	3	1987,95	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 80%	1	1	4	1932,26	Kg/m ³
MORTERO CON SUST. 100%	1	0	5	1901,19	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que el peso unitario compactado que presentó el mortero patrón (1:5) fue de 2166.83 kg/m³, con 20% de sustitución de porcelanato reciclado arrojó 2084.35 kg/m³, con 40% de PR fue 2006.16 kg/m³, con 60% de PR fue 1987.95 kg/m³, con 80% de PR fue 1932.26 kg/m³, con 100% fue 1901.19 kg/m³.

Figura 12. Resultado en barras del ensayo de peso unitario compactado en la dosificación P1 (1:5), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 12, los morteros con presencia de PR lado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% exhiben una reducción en el peso unitario compactado de 82.48 kg/m³, 160.67 kg/m³, 178.88 kg/m³, 234.57 kg/m³, 265.64 kg/m³ en comparación al mortero patrón (sin PR).

4.1.4.2. Propiedades mecánicas del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

4.1.4.2.1 Resistencia a la compresión.

A. Mortero patrón y mortero con sustitución de porcelanato reciclado.

A.1. Dosificación 1:3

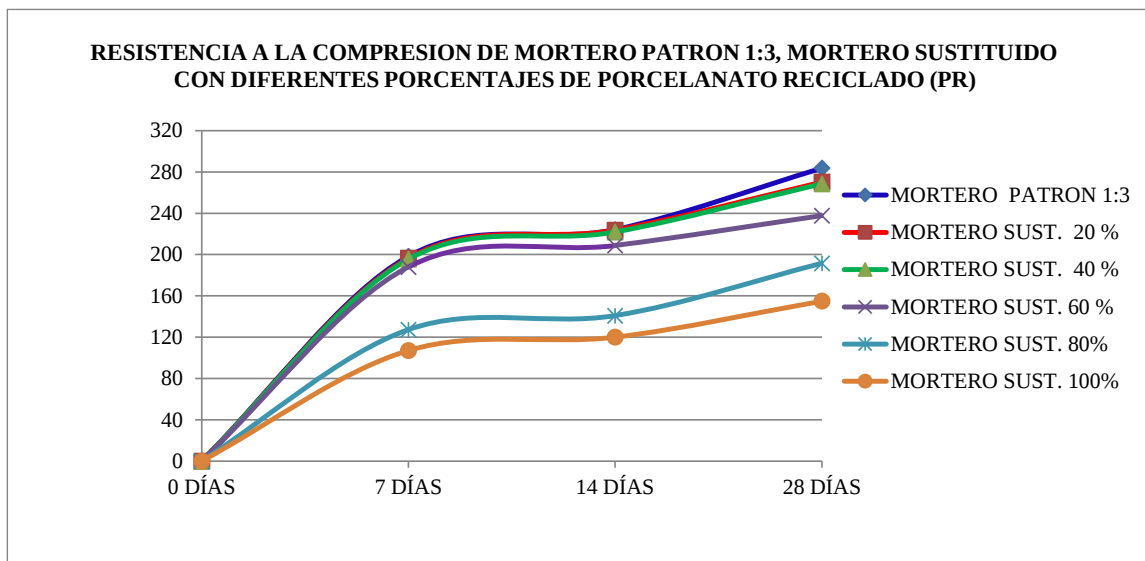
Tabla 24

Resistencia a la compresión del mortero patrón P1(1:3) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
	Cemento	Arena	PR	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:3	1	3	0	0	198,23	224,14	283,61
MORTERO SUST. 20 %	1	2,40	0,60	0	196,62	223,68	270,12
MORTERO SUST. 40 %	1	1,80	1,20	0	195,43	221,77	268,45
MORTERO SUST. 60 %	1	1,20	1,80	0	187,95	208,74	237,61
MORTERO SUST. 80%	1	0,60	2,40	0	127,21	140,80	191,45
MORTERO SUST. 100%	1	0	3	0	107,08	120,05	154,94

Fuente: Elaboración propia.

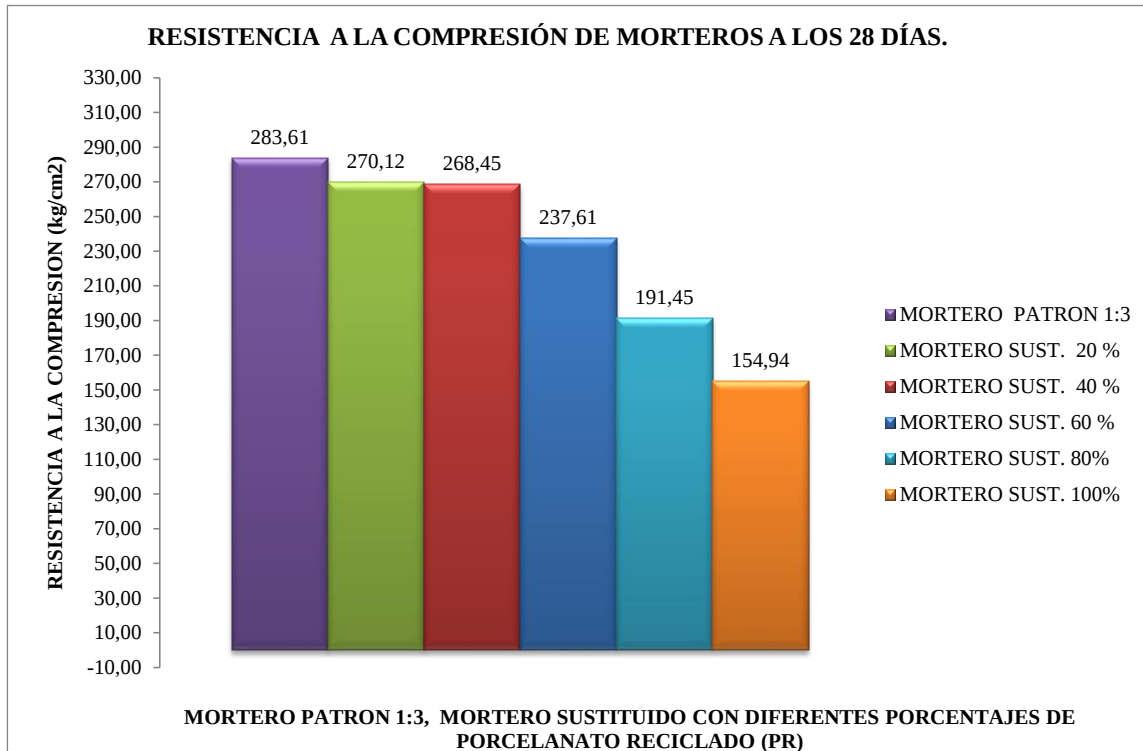
Figura 13. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado: Dosificación P1 (1:3).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 13, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, presentan una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:3.

Figura 14. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P1 (1:3), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 14, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% presentan una disminución en la resistencia a la compresión de 4.76%, 5.34%, 16.72%, 32.49% y 45.37% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:3 (sin PR), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

A.2. Dosificación 1:4

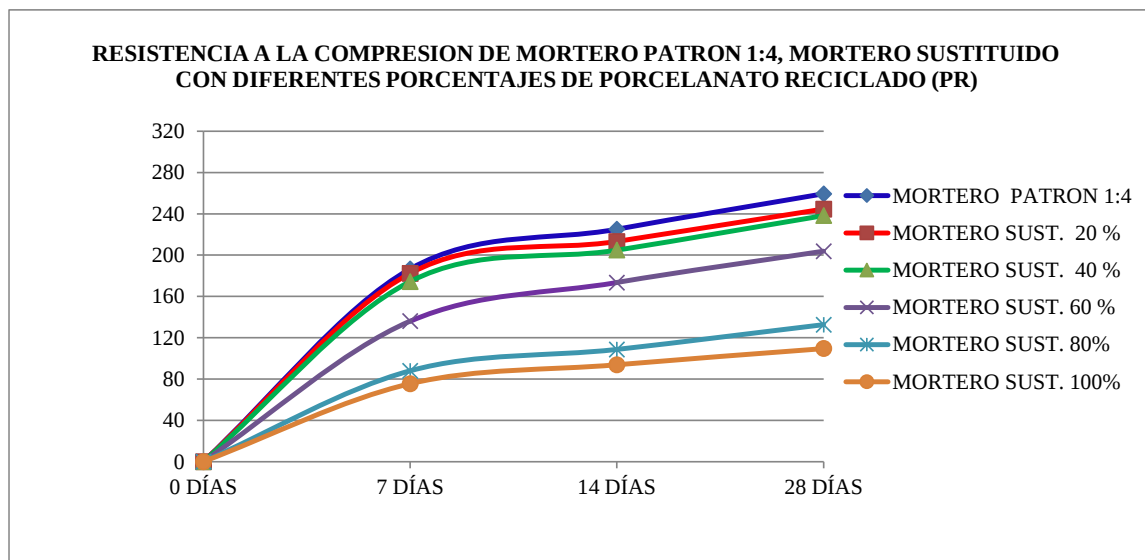
Tabla 25

Resistencia a la compresión del mortero patrón P2 (1:4) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)			
	Cemento	Arena	PR	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:4	1	4	0	0	186,51	224,97	259,30
MORTERO SUST. 20 %	1	3,20	0,80	0	182,20	213,11	244,47
MORTERO SUST. 40 %	1	2,40	1,60	0	174,45	204,85	238,32
MORTERO SUST. 60 %	1	1,60	2,40	0	136,00	173,45	203,74
MORTERO SUST. 80%	1	0,80	3,20	0	87,93	108,63	132,61
MORTERO SUST. 100%	1	0	4	0	75,49	93,84	109,48

Fuente: Elaboración propia.

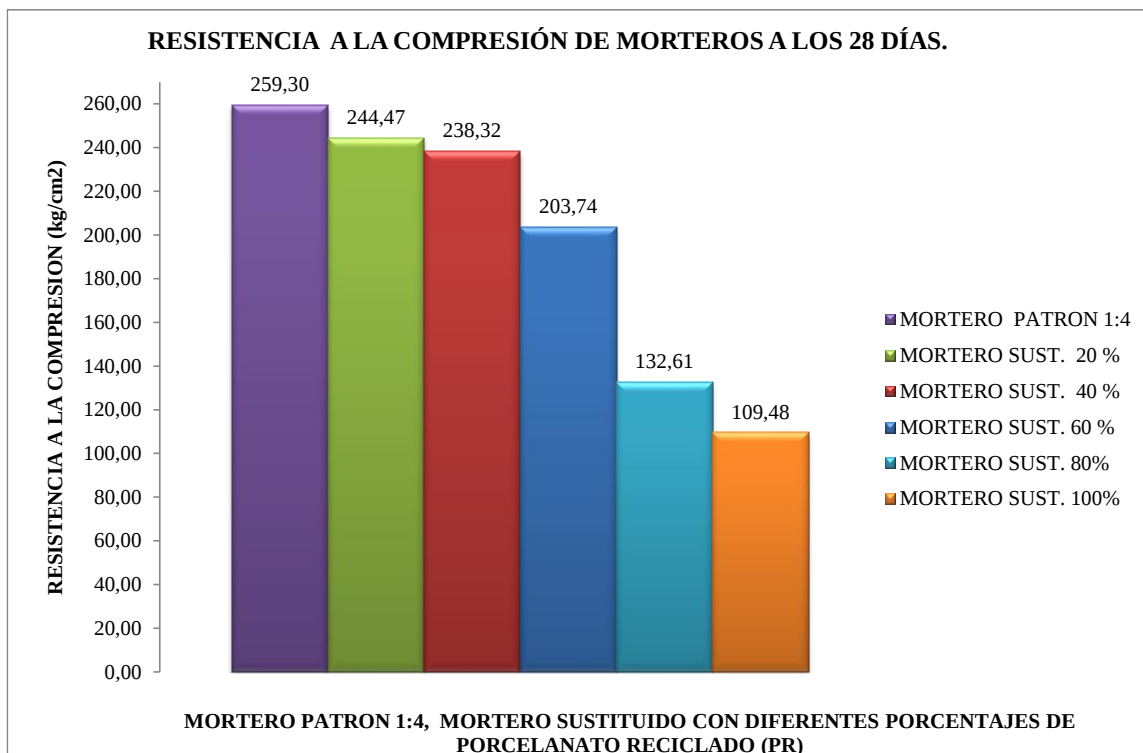
Figura 15. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado: Dosificación P2 (1:4).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 15, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, todas estas presentan una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:4.

Figura 16. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P2 (1:4), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 16, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% presentan una disminución en la resistencia a la compresión de 5.72%, 8.09%, 21.43%, 48.86% y 57.78% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:4 (sin PR), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

A.3. Dosificación 1:5

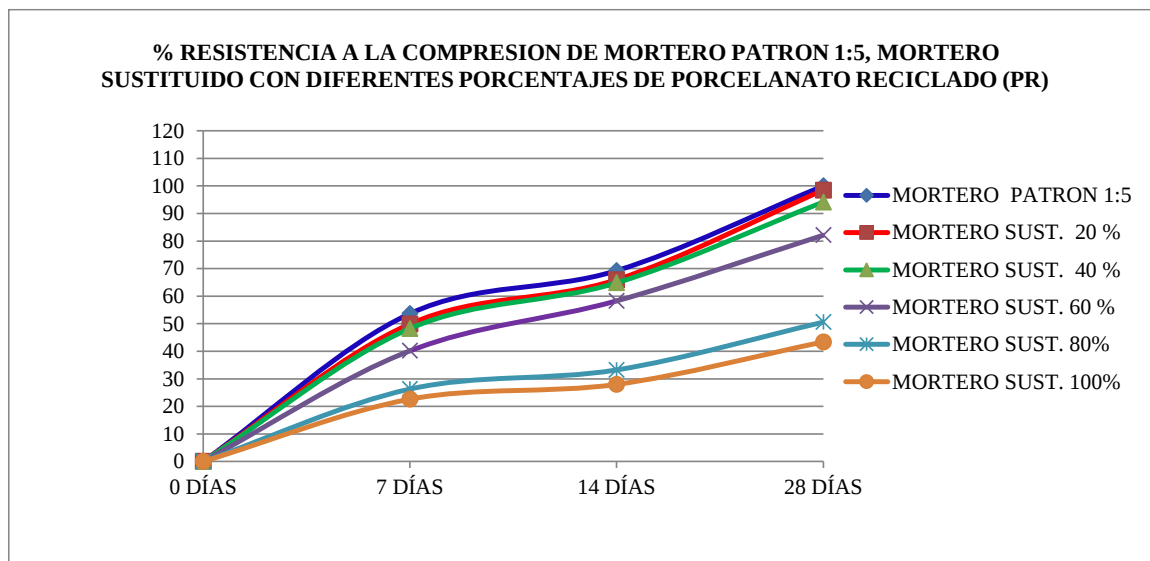
Tabla 26.

Resistencia a la compresión del mortero patrón P3 (1:5) y mortero sustituido con porcelanato reciclado.

MUESTRA	DOSIFICACIÓN			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)			
	Cemento	Arena	PR	0 DÍAS	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
MORTERO PATRON 1:5	1	5	0	0	101,79	131,38	189,71
MORTERO SUST. 20 %	1	4	1	0	94,64	125,10	186,71
MORTERO SUST. 40 %	1	3	2	0	91,50	122,97	178,59
MORTERO SUST. 60 %	1	2	3	0	76,21	110,57	155,81
MORTERO SUST. 80 %	1	1	4	0	49,91	63,09	95,97
MORTERO SUST. 100 %	1	0	5	0	42,89	53,09	82,30

Fuente: Elaboración propia.

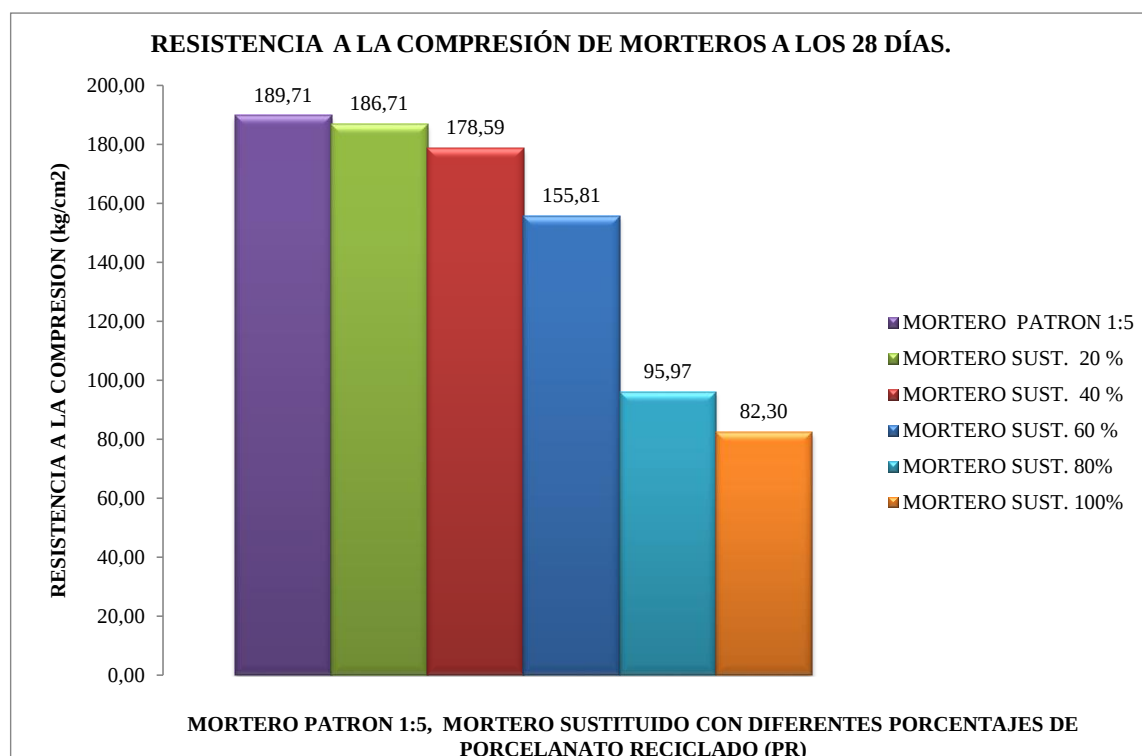
Figura 17. Resistencia a la compresión del mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado: Dosificación P3 (1:5).



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 17, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100%, todas estas presentan una disminución en su resistencia a la compresión para todas las edades con respecto al mortero patrón 1:5.

Figura 18. Resultado en barras del ensayo de resistencia a la compresión en la dosificación P3 (1:5), mortero patrón y sustituido con porcelanato reciclado.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 18, los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 20%, 40%, 60%, 80% y 100% presentan una disminución en la resistencia a la compresión de 1.58%, 5.86%, 17.87%, 49.41% y 56.62% respectivamente, siendo el mortero patrón 1:5 (sin PR), quien presenta mayor resistencia a la compresión del mortero a los 28 días.

V. DISCUSIÓN.

5.1. Discusión de resultados.

5.1.1. *Ensayos del agregado fino y del porcelanato reciclado.*

5.1.1.1 *Granulometría y módulo de fineza.*

El RNE E.070 indica que no deberá quedar retenida más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas. El módulo de fineza debe estar comprendido entre 1.6 y 2.5, por lo tanto, la granulometría el porcelanato reciclado (M.F.= 2.491) y el agregado fino (M.F.= 2.353) utilizados en este proyecto, se encuentran dentro de los límites establecidos por el RNE.

5.1.1.2. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino y porcelanato reciclado.*

Según la NTP 400.022 AGREGADOS, indica que el peso específico del agregado fino debe estar comprendido entre 2400 kg/m³ y 2900 kg/m³. El peso específico del agregado fino y el porcelanato reciclado obtenido en esta investigación fue de 2584 kg/m³ y 2547 kg/m³, encontrándose entre los rangos establecidos. En el caso de la absorción si encuentra entre los rangos estipulados en la Norma que van desde 0% - 5%, siendo la absorción del agregado fino 1.83% y 3.31%.

5.1.1.3. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados.*

La NTP 400.017 AGREGADOS, señala que el peso unitario aproximado del agregado fino comúnmente usado varía entre 1200 a 1750 kg/m³. El peso unitario suelto seco y compactado seco del agregado fino resulto 1551 kg/m³ y 1735 kg/m³ respectivamente, mientras que en el porcelanato reciclado los valores oscilaron valores de 454 kg/m³ y 605 kg/m³ respecto al peso unitario seco y compactado.

5.1.1.4. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

La NTP 339.185 AGREGADOS, señala que el contenido de humedad evaporable del agregado fino varía entre 0 a 100%. En este caso se obtuvo un contenido de humedad evaporable de 0.74% para el agregado fino y 0.64 para el porcelanato reciclado, ubicándose dentro de los parámetros requeridos.

5.1.2. Diseño de mezclas del mortero.

Las proporciones especificadas se seleccionaron de acuerdo con el tipo de uso del mortero (Muros portantes y No portantes), indicados en el artículo 6 del RNE E.070.

Las relaciones agua/cemento para las proporciones 1:3, 1:4 y 1:5 fueron 0.77, 0.83 y 1.05 respectivamente.

5.1.3. Propiedades físico – mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

5.1.3.1. Propiedades físicas del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

Los resultados del presente acápite no tienen comparación con otros estudios, debido a que no existen investigaciones referenciales sobre estas propiedades.

5.1.3.1.1. Fluidez.

La NTP 334.057 CEMENTOS, indica que la fluidez óptima debe estar en el rango de $100 \pm 5\%$, por lo tanto, los morteros Patrones 1:3, 1:4 y 1:5 cumplen con lo estipulado en la norma. En el caso de los morteros con sustitución de porcelanato reciclado, la fluidez disminuye conforme se le añade más porcentaje de porcelanato reciclado a la mezcla, en comparación al mortero patrón,

5.1.3.1.2. Contenido de aire.

Los resultados obtenidos para el contenido de aire del mortero patrón y mortero modificado con porcelanato reciclado (sustitución) cumplen con el parámetro establecido por la NTP 399,610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Especificación normalizada para morteros, la cual indica que el porcentaje máximo de contenido de aire para mortero – cemento Tipo “M” es de 12%.

5.1.3.1.3 Peso unitario

Mediante el ensayo de Peso unitario del concreto fresco según la NTP 339.046 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Los resultados de peso unitario en el mortero decrecen por la incorporación del porcelanato reciclado a la mezcla, sea sustituyendo en comparación con el mortero patrón: por lo que se deduce que a mayor volumen de porcelanato reciclado disminuye el peso unitario.

5.1.3.2 Propiedades mecánicas de la mezcla del mortero patrón y modificado con porcelanato reciclado.

5.1.3.2.1 Resistencia a la compresión.

Según la norma NTP 399.610 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, se clasifica a los morteros patrón y modificados con porcelanato reciclado (sustitución y adición) como mortero tipo “M”, los morteros que alcanzaron resistencias mayores que 175.4 kg/cm² (valor indicado en la especificación normalizada para morteros) fueron:

En dosificación 1:3, las muestras que lograron resistencias a la compresión mayores a 175.4 kg/cm², fueron el mortero patrón (283.61 kg/cm²) y con sustitución del 20% de PR (270.12 kg/cm²), 40% de PR (268.45 kg/cm²), 60% de PR (237.61 kg/cm²) y 80% de PR (191 kg/cm²), que alcanzaron resistencias a la

compresión, mientras que el mortero con sustitución del 100% que alcanzo el valor de 154.94 kg/cm² no logrando cumplir con la resistencia requerida.

En dosificación 1:4, las muestras que lograron resistencias a la compresión mayores a 175.4 kg/cm², fueron el mortero patrón (259.30 kg/cm²) y con sustitución del 20% de PR (244.47 kg/cm²), 40% de PR (238.32 kg/cm²), 60% de PR (203.74 kg/cm²), excepto los morteros con sustitución de 80% y 100% de PR, que alcanzaron valores de 132.61 kg/cm² y 109.48 kg/cm² respectivamente.

En dosificación 1:5, las muestras que lograron resistencias a la compresión mayores a 175.4 kg/cm², fueron el mortero patrón (189.71 kg/cm²) y con sustitución del 20% de PR (186.71 kg/cm²), 40% de PR (178.59 kg/cm²), excepto los morteros con sustitución de 60%, 80% y 100% de PR, que alcanzaron valores de 155.81 kg/cm², 95.97 kg/cm² y 82.30 kg/cm² respectivamente.

VI. CONCLUSIONES

- Conforme a los resultados adquiridos del laboratorio respecto a los ensayos de granulometría realizados, se observa que el porcelanato reciclado es un material que se encuentra dentro los rangos de gradación estándar que establece la NTP 400.012 respecto a la granulometría de los agregados, concluyéndose que el porcelanato reciclado si es apto para ser utilizado como agregado grueso en la elaboración de morteros.
- Se concluye que conforme aumente el porcentaje del porcelanato reciclado como agregado fino en la elaboración del mortero, se apreciará una reducción en la trabajabilidad obteniéndose una mezcla de carácter menos fluido y manejable.
- En base al contenido de aire atrapado del mortero patrón y del mortero con presencia de porcelanato reciclado, se aprecia en base a los resultados, que el máximo contenido de aire adquirido fue de 7.98% (100% de PR en dosificación 1:5), concluyéndose que el porcelanato reciclado cumple satisfactoriamente con los parámetros estipulados por la NTP 399,610, la cual establece que, para morteros tipo M, los porcentajes de aire adquirido no deberán superar al 12%.
- En base al peso unitario del mortero, tras presenciarse que los morteros sustituidos con porcelanato reciclado en proporciones del 0%, 20%, 40% y 60%, 80% y 100% exhiben una reducción en el peso unitario, se concluye que cuando aumente la presencia del porcelanato reciclado, menor será el peso unitario del mortero.
- Respecto al ensayo de resistencia a la compresión, se concluye que el porcentaje óptimo a utilizar en un proyecto debe ser del 20% de porcelanato reciclado en dosificación de 1:3, cuyo diseño alcanzo el valor de 270.12

kg/cm² superando considerablemente los límites respecto a la resistividad de compresión que estipula la NTP para morteros (175.4 kg/cm²).

VII. RECOMENDACIONES

- Es recomendable al momento de realizar los ensayos correspondientes se consideren los procedimientos y alcances que establecen la NTP y el RNE con la finalidad de obtener resultados precisos.
- Se recomienda que, en las dosificaciones de sustitución de porcelanato reciclado, sea seleccionada una relación agua/cemento óptimo, con el fin de consolidar una fluidez que permita cumplir con los valores requeridos por la norma y se encuentre entre los límites de $110 \pm 5\%$.
- Es recomendable no usar altos porcentajes de porcelanato reciclado en la elaboración del mortero debido a que el aumento de su presencia tiende a subir el porcentaje de aire, haciendo dificultosa la trabajabilidad de la mezcla.
- Es recomendable que para ostentar un peso unitario óptimo tomar en cuenta los porcentajes promedios trabajados en esta investigación.
- En base a las propiedades físicas y mecánicas del mortero con presencia de porcelanato reciclado, es recomendable utilizar la proporción del 20% con sustitución de PR, debido a que este porcentaje mejora las capacidades del mortero en estado fresco y endurecido en comparación de un mortero tradicional.

VIII. PROPUESTA

8.1. Generalidades

Esta investigación se plantea como objetivo principal definir las propiedades del mortero de asentado elaborado con la sustitución parcial de la arena natural por porcelanato reciclado como arena gruesa en el departamento de Lambayeque, de igual forma diferenciar el esfuerzo a compresión axial entre las probetas del mortero patrón sin presencia de porcelanato y el mortero con el reemplazo de porcelanato en porcentajes del 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en las respectivas edades de ensayo; día 1, día 3, día 7 y día 28, teniendo como consideración que todo resultado esté en concordancia al Reglamento Nacional de Edificaciones.

8.2. Análisis

Partiendo de la importancia de la investigación de los morteros, se han iniciado estudios sobre su uso en la construcción en diversas partes del mundo, lo que permite destinar considerables recursos para su investigación. Sin embargo, si bien la información sobre estas cuestiones es muy reducida, son muy importantes y tienen el potencial de contribuir en el campo de la construcción.

8.3. Diseño

El diseño de la investigación que se utilizará es el Cuasi-Experimental, porque se realizarán ensayos en el laboratorio para comprobar cuál de los porcentajes de sustitución del porcelanato reciclado en la elaboración del mortero de asentado es el mejor.

El procedimiento consistirá en recopilación de información sobre el tema, usos de laboratorio para realizar los ensayos normalizados, recolección de información de campo, análisis de los resultados adquiridos otorgado por el laboratorio de ensayos.

8.4. Implementación

La implementación requerida para el presente proyecto de investigación se realizará en un laboratorio de materiales, donde se elaborará cada ensayo correspondiente en consideración de las normas estipuladas en el RNE.

8.5. Costo y presupuesto

Tabla 27. Costo y presupuesto para investigación

Nº	BIENES	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Ensayos de laboratorio (incluye materiales)	Global	8000.00	8000.00
TOTAL				8000.00
Nº	SERVICIOS	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	Pasajes y movilización	Global	500.00	500.00
2	Impresiones	5 millares	100.00	500.00
3	Internet	500	1.00	500.00
4	Empastados	5	90.00	450.00
5	Anillados	10	5.00	50.00
TOTAL				2000.00
TOTAL : BIENES y SERVICIOS				10,000.00 nuevos soles

Fuente: Elaboración propia

Financiamiento.

Este proyecto será financiado por el autor de esta investigación.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade O. y Jouve D. (2021) Mortero de fraguado rápido, con fibra de coco y cerámica reciclada para enlucidos interiores de edificaciones. Universidad Laica Vicente Rocafuerte. Guayaquil – Colombia. Obtenido de:
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/4528/1/T-ULVR-3684.pdf>
- Arka R. (2018) Definition of mortar and it's different types. Blog Construction Cost. Obtenido de:
<https://constrblog.wordpress.com/2018/01/06/definition-of-mortar-and-its-different-types/>
- ASTM C270-08a. Standard Specification for Mortar for Unit Masonry.
- ASTM C29 – 17. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate.
- ASTM C642 - 13 Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete.
- ASTM C1437-01 Standard Test Method for Flow of Hydraulic Cement Mortar
- Bolaños S. (2015) Estudio del uso de materiales reciclados como hormigones, cerámicas y otros productos de derrocamiento o desperdicio de obra como agregados para un hormigón. Universidad Internacional de Ecuador. Quito-Ecuador. Obtenido de:
<https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2197/1/T-UIDE-1246.pdf>
- Building Solutions (2019) Concrete vs Cement: Understanding the Fundamentals. Obtenido de:
<https://www.buildingsolutions.com/industry-insights/concrete-vs-cement-fundamentals>.

- Castillo J. (2018) Sustitución de 50% y 75% de agregado grueso por desperdicio de baldosas cerámicas en la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm². Universidad San Pedro. Huaraz – Perú Obtenido de: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5439>

- Chairez (2015) Propiedades de los morteros. Instituto Tecnológico de Nogales. Obtenido de:
https://www.academia.edu/22146762/Propiedades_de_los_Morteros

- Chicaiza C. y Guerra G. (2017) Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto de un porcentaje del cemento para la fabricación de morteros. Universidad Central Del Ecuador. Quito – Ecuador. Obtenido de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/13045>

- El Comercio (2017). En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos. Obtenido de:
<https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>

- German E. y Solis G. (2019) Mortero de fraguado rápido, con cerámicos sanitarios reciclados y polímero super-absorbente. Universidad de las Fuerzas Armadas. Sangolqui – Ecuador. Obtenido de:
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/15744/T-ESPE-040691.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Guoyang L., Zepeng F., Zengqing S., Pengfei L., Zhen L., Dawei W. y Oeser M. (2020) Improving the polishing resistance of cement mortar by using recycled ceramic. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344920301178>

- Heredia C. (2019) Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm²; incorporando cerámico en 3% y 5% en remplazo de agregado grueso. Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú. Obtenido de: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22271>

- Hintons (2018) Classification of Aggregates. Obtenido de:
<https://www.hintonswaste.co.uk/news/classification-of-aggregates/>

- Keshavarz Z., Mostofinejad D. (2019) Porcelain and red ceramic wastes used as replacements for coarse aggregate in concrete. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061818326989>

- Ministerio del ambiente (2018) En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. Obtenido de:
<https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>

- Li L., Zhuo Z., Zhu J., Chen J., Kwan A. (2019) Reutilizing ceramic polishing waste as powder filler in mortar to reduce cement content by 33% and increase strength by 85%. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591019305352>

- McPhee C. (2015) Chapter 12 - Geomechanics Tests. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780444635334000123>

- Osorio J. (2019) ¿Qué Es El Módulo De Elasticidad En El Concreto? Obtenido de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>

- Reig L., Soriano L., Borrachero M., Monzó J. y Payá J. (2021) Potential use of ceramic sanitary ware waste as pozzolanic material. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317521000492>

- Rodríguez A. (2016) Resistencia de un concreto con sustitución del agregado pétreo en 25% y 50% por material cerámico reciclado. Universidad San Pedro. Huaraz – Perú. Obtenido de:
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5463>

- Rojas A. (2019) Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019. Universidad Privada del Norte. Trujillo – Perú. Obtenido de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21287#:~:text=En%20conclusi%C3%B3n%2C%20la%20adici%C3%B3n%20de,c%3D%20210%20kg%2Fcm2>.
- Ruiz E. (2020) Resistencia a compresión y capacidad de absorción del mortero al reemplazar agregado fino por ladrillo, cerámica y teja de arcilla reciclados – Cajamarca, 2018. Universidad Privada del Norte. Cajamarca – Perú. Obtenido de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24744/Ruiz%20Hernandez%2c%20Elfer.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- S, Prabath. (2017). Difference Between Ceramic and Porcelain. Difference Between Similar Terms and Objects. Obtenido de:
<http://www.differencebetween.net/object/difference-between-ceramic-and-porcelain/>.
- Santana G., Brasileiro C., Azeredo G., Ferreira H., Neves G. y Ferreira H., (2019) A comparative study of particle size distribution using analysis of variance for sedimentation and laser diffraction methods. Obtenido de:
<https://www.scielo.br/j/ce/a/3Q3SBPCBQfsWJsKGY4w86cq/?lang=en>
- Southport Concrete Corp. (2018) The role of fineness modulus. Obtenido de: <https://www.southportconcreteco.com/the-role-of-fineness-modulus>
- Villarroel J. (2017) Evaluación del porcelanato reciclado y dosificación en mortero de asentado sobre la resistencia a compresión, absorción, densidad y flujo. Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú. Obtenido de:
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10191>

- Zhuo Z., Li L., Chen J., Kwan A. (2020) Adding ceramic polishing waste as paste substitute to improve sulphate and shrinkage resistances of mortar. Obtenido de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032591019310782>

X. ANEXOS

- A. Operacionalización de variables
- B. Matriz de consistencia
- C. Panel fotográfico
- D. Certificado de laboratorio



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE
ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO
RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO A
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

**AUTOR:
Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly**

**ASESOR:
Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

**CHICLAYO - PERÚ
2021**

Tabla 28. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADORES	SUB INDICADORES	INDICES	TÉCNICAS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
VI: PORCELANATO RECICLADO	Porcentaje de Porcelanato	0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%	granulometría, peso específico absorción, humedad	Kg	Observación	Guía de observación	Recolección de datos
		PORCELANATO					
VD: PROPIEDADES DEL MORTERO DE ASENTADO	Ensayo de resistencia	Resistencia a la compresión axial	Rotura a la compresión	Kg/cm2	Observación	Guía de observación	Recolección de datos y muestreo

Fuente: Elaboración propia



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE
ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO
RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO B
MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**AUTOR:
Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly**

**ASESOR:
Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

**CHICLAYO - PERÚ
2021**

Tabla 29. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVO GENERAL	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	PRESUPUESTO
"Evaluación de las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado, Lambayeque - 2020".	A nivel nacional, en el Perú, en el año 2018, se reportó que el porcentaje de los residuos provenientes del rubro de la construcción fue un 3.58% del total de todos los residuos sólidos. En Lima, capital del Perú, que es el departamento con más demanda constructiva, se produce cada día aproximadamente 3,0000 m3 de desmonte proveniente de diferentes obras de construcción, es decir, unas 19,000 toneladas (El Comercio, 2017).	La utilización de porcelanato reciclado en la elaboración de mortero de asentado, influye en sus propiedades	-Evaluar las propiedades del mortero de asentado elaborado con porcelanato reciclado.	Tipo de estudio: Cuantitativa. Diseño: Cuasi-experimental	Observación: Se estudió las características de las propiedades de mortero elaborados con porcelanato reciclado en reemplazo porcentual del agregado fino, y se anotarán los resultados parciales que se obtengan. Análisis de Documentos: Se tuvo en cuenta libros, tesis, revistas, normas técnicas, etc., relacionados al tema que se investigó.	s/ 10,000.00
	FORMULACION DEL PROBLEMA	JUSTIFICACION	OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLES: independiente: Porcelanato reciclado Variable dependiente: Propiedades del mortero de asentado.	METODO DE ANALISIS DE DATOS Enfoque cuantitativo	FINANCIAMIENTO: Propio
	¿Cómo influye en las propiedades del mortero de asentado, la utilización de porcelanato reciclado?	Teórica. La utilización de porcelanato reciclado en sustitución del agregado fino para el diseño de mortero de asentado, se justifica plenamente con aspectos ambientales. El crecimiento constante de las actividades de construcción, remodelación y demolición en las ciudades genera grandes volúmenes de residuos, que en la actualidad se han convertido en un problema grave de contaminación ambiental. Metodológica. Se justifica en la necesidad de incrementar la eficiencia en el consumo de materiales de construcción y de energía, disminuyendo el uso de materiales no renovables, por ello es que resulta oportuno estudiar materiales para su reciclaje, como es el caso del porcelanato, para la elaboración de mortero, ya que es uno de los materiales que causa mayor impacto ambiental. Práctica. La utilización en la construcción del mortero elaborado con agregado fino constituido de porcelanato reciclado, permite disminuir el volumen de residuos sólidos a disponer, la demanda de material de cantera y las emisiones de CO2 y de esta manera aumentamos el ciclo de vida de los materiales de construcción, en este caso del porcelanato.	-Realizar los ensayos del agregado fino natural y el obtenido del porcelanato reciclado, contenido de humedad (ASTM C136), ensayo granulométrico (ASTM C136), peso unitario suelto y compactado (ASTM C29) y absorción, peso específico (ASTM C128). -Analizar el flujo de cada uno de los diseños de mezcla de mortero y de los seis diferentes porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C1437. -Hallar el contenido de aire en el mortero diseñados con distintas mezclas y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C642. -Obtener el peso unitario de las probetas de mortero de cada uno de los diseños de mezcla y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C642. -Determinar la resistencia de cada mortero a la compresión y de los seis distintos porcentajes de porcelanato reciclado, según la norma ASTM C109.	Población. La población que se utilizará es la de mezclas de mortero, de tres diferentes diseños (1:3, 1:4 y 1:5), con 6 distintos porcentajes de sustitución de porcelanato reciclado por arena gruesa. (0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100%). Muestra. Las muestras se distribuyen de la siguiente manera: - En el ensayo de flujo, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado, y que cada muestra de mortero pesa 1 kg en estado plástico, y a la vez planteándose realizar 4 de cada diseño según estipula la norma ASTM C1437, tenemos en total 72 kg. (3 x 6 x 1 x 4 = 72 kilogramos). - En el ensayo de absorción y densidad, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado y a la vez planteándose realizar 4 muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según estipula la norma ASTM C642. En total elaboraremos 72 probetas. (3 x 6 x 4 = 72 probetas). - En el ensayo de compresión, al analizarse 3 tipos de diseños de dosificaciones de C: A, y trabajar con 6 diferentes porcentajes de sustitución de arena gruesa por porcelanato reciclado y a la vez planteándose realizar 4 muestras de cada diseño, que son cubos de 5 cm de lado según estipula la norma ASTM C109. En total elaboraremos 72 probetas (3 x 6 x 4 = 72 probetas).	ASPECTOS ETICOS: Ética de la recolección de datos. La aplicación de los formatos para estudios de los ensayos basados en la NTP. Las entrevistas realizadas están orientadas al tema en estudio, sin ambigüedades. Ética de la publicación Seguros de contar con los resultados óptimos producto de nuestra investigación, tomando en cuenta las Normas Técnicas Peruanas (NTP) en mi estudio, procederé a dar por terminado mi informe final de Tesis, el mismo que servirá para posteriores estudios. Ética de la aplicación La presente investigación generará beneficios sociales, económicos y ambientales, dependiendo de quién se da derecho para utilizar los resultados de la investigación.	PROGRAMACION: 6 meses Inicio: Agosto 2020 Término: Enero 2021

Fuente: Elaboración propia



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE
ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO
RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO C
PANEL FOTOGRÁFICO**

AUTOR:

Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly

ASESOR:

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

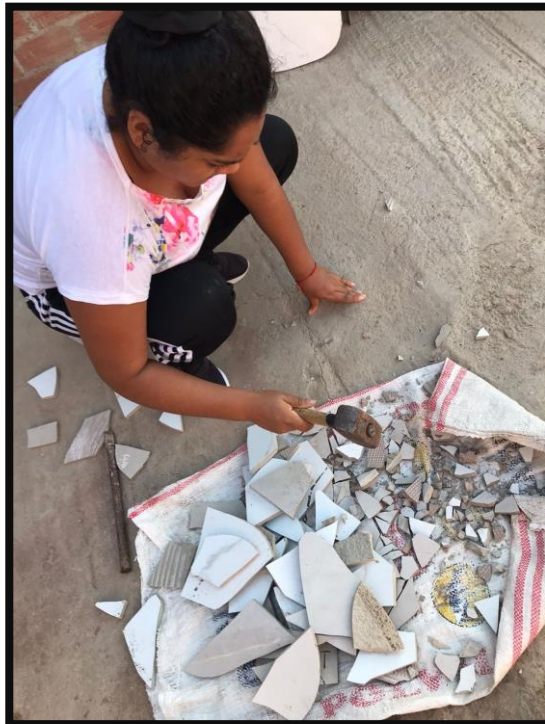
**Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

CHICLAYO - PERÚ

2021



Fotografía 01 - Recolección de porcelanato reciclado



Fotografía 02 - Pulverización de porcelanato reciclado



Fotografía 03 - Obtención del porcelanato triturado



Fotografía 04 - Proceso de tamizado del porcelanato triturado



Fotografía 05 - Proceso de tamizado del agregado grueso



Fotografía 06 - Colocación de los agregados en el horno por 24 horas.



Fotografía 07 - Ensayo de peso específico del agregado



Fotografía 08 - Ensayo de absorción del agregado fino

Ensayo de fluidez



Fotografía 09 - Molde llenado con mortero



Fotografía 10 - Retiro del molde



Fotografía 11 - Sacudimiento de la mesa de flujo



Fotografía 12 - Molde para cubos de mortero



Fotografía 13 - Llenado de moldes con mortero



Fotografía 14 - Cubos de mortero desmoldados y rotulados individualmente



Fotografía 15 – Medición de las aristas de los cubos

ENSAYO DE COMPRESIÓN DEL MORTERO CON PORCELANATO RECICLADO



Fotografía 16 - Cubo de mortero en la compresora



Fotografía 17 - Rotura de cubos de mortero



Fotografía 18 - Rotura de cubos de mortero



**FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO,
INGENIERÍAS Y ARTE & DISEÑO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE
ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO
RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**

**ANEXO D
CERTIFICADO DE LABORATORIO**

AUTOR:

Bach. BALAREZO ESPINOZA, María Luskelly

ASESOR:

Ing. CASTOPE CAMACHO, MIGUEL

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**Desarrollo de materiales compuestos
Tecnología del concreto**

CHICLAYO - PERÚ

2021



HESA CONSULTORES S.R.L.

CONSULTORIA, ELABORACION DE EXPEDIENTES TECNICOS, EJECUCION Y SUPERVISION DE OBRAS, ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS (LABORATORIO), DISEÑO DE CONCRETO, ASFALTO Y CANTERAS, TRABAJOS DE TOPOGRAFIA.



CERTIFICADO DE LABORATORIO:

Mediante el presente certificado la empresa **HESA CONSULTORES SAC**, con RUC **20601614759**, y domicilio legal en calle AREQUIPA N.º 365 – pueblo joven TUPAC AMARU – CHICLAYO – LAMBAYEQUE; por intermedio de don **JORGE MANUEL LLICAN JACINTO**, identificado con DNI 45736473; Técnico de laboratorio general, y don **JULIO CESAR QUIROZ AYASTA**, identificado con reg. CIP 45539, en su calidad de **JEFE DE LABORATORIO**.

Certifica que doña **BALAREZO ESPINOZA, Maria Luskelly** identificada con DNI 75405557, egresada de la carrera de ingeniería de civil, de la prestigiosa Universidad de Particular de Chiclayo, ha realizado sus ensayos de laboratorio en nuestras instalaciones para su proyecto de tesis **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL MORTERO DE ASENTADO ELABORADO CON PORCELANATO RECICLADO, LAMBAYEQUE - 2020”**.

Durante las fechas entre los meses de abril y mayo del 2021.

Se expide el presente certificado para fines que crea conveniente.

CHICLAYO, 15 DE JUNIO DEL 2021


JORGE LLICAN JACINTO
TÉCNICO LABORATORISTA


Ing. Julio Cesar Quiroz Ayasta
INGENIERO CIVIL
CIP N° 45539