



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL



TESIS

COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO

PRESENTADA POR:

JORGE LUCIO ONOFRE CHURA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

PUNO, PERÚ

2023

NOMBRE DEL TRABAJO

**COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO
DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE
VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFTAL
ATO D**

AUTOR

JORGE LUCIO ONOFRE CHURA

RECUENTO DE PALABRAS

15507 Words

RECUENTO DE CARACTERES

80566 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

86 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.1MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 20, 2023 9:09 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 20, 2023 9:13 PM GMT-5

● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 9% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)


Georges Florencio Clerena Peredo
ING. GEOLOGO
R.S.B. CIP. N° 84380





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

TESIS



COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFTALATO DE POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO

PRESENTADA POR:

JORGE LUCIO ONOFRE CHURA

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

APROBADA POR EL JURADO SIGUIENTE:

PRESIDENTE:

Dr. JUAN MAYHUA PALOMINO

PRIMER MIEMBRO:

D.Sc. EMILIANO SATURNINO GUEVARA GUERRA

SEGUNDO MIEMBRO:

M.Sc. RENE JUSTO QUISPE FLORES

ASESOR DE TESIS:

Dr. GEORGES FLORENCIO LLERENA PEREDO

Puno 27 de noviembre de 2023

ÁREA: Ciencias de la Ingeniería

TEMA: Aplicaciones Energéticas

LÍNEA: Recursos naturales y medio ambiente



DEDICATORIA

El presente trabajo dedico esencialmente a nuestro creador Dios, por concederme salud y vida en este tiempo tan significativo de mi formación personal, así también a mi querida madre al demostrarme siempre su cariño, a mi esposa y mis hijos por el apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Escuela de Pos Grado y Maestría en Tecnologías de Protección Ambiental.

A mis jurados de tesis: Dr. Juan Mayhua Palomino, Dr. Emiliano Saturnino Guevara Guerra, MSc. René Justo Quispe Flores

A mi asesor MSc. George Florencio Llenera Peredo, por las sugerencias realizadas.

A mis familiares, amigos que directa o indirectamente apoyaron en el actual trabajo de investigación.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	v
INDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	i
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico	3
1.1.1 El concreto	3
1.1.2 Cemento	4
1.1.3 Agua	7
1.1.4 Agregados	8
1.1.5 Plástico PET (Tereftalato de polietileno)	10
1.1.6 Reciclaje de plástico	13
1.1.7 Propiedades del concreto fresco	14
1.2 Antecedentes	17
1.2.1 Internacionales	18
1.2.2 Nacionales	19
1.2.3 Locales	21

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema	25
2.2 Enunciados del problema	26
2.2.1 Problema general	26
2.2.2 Problemas específicos	26
2.3 Justificación	26
2.4 Objetivos	27



2.4.1 Objetivo general	27
2.4.2 Objetivos específicos	27
2.5 Hipótesis	27
2.5.1 Hipótesis general	27
2.5.2 Hipótesis específicas	27
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1 Lugar de estudio	29
3.2 Población	30
3.3 Muestra	30
3.4 Método de investigación	30
3.4.1 Diseño de investigación	30
3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos	30
3.5.1 Materiales y procedimiento experimental	30
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS Y DICUSIÓN	
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	63



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
1. Compuestos Químicos Del Cemento	4
2. Principales Tipos De Cemento Portland	5
3. Porcentajes De Los Compuestos Del Cemento	6
4. Límite Permisible	8
5. Límites De Granulometría Del Agregado Fino	9
6. Composición Química Del Pet	12
7. Clases De Mezcla Según Su Asentamiento	16
8. Análisis Granulométrico Por Tamizado En Agregado Fino	35
9. Peso Unitario Suelto Del Agregado Grueso	37
10. Peso Unitario Compactado Del Agregado Grueso	37
11. Dosificación En Obra	40
12. Porcentaje De Peso Del Tereftalato De Polietileno	41
13. La Dosificación De La Mezcla De Concreto En Porcentajes De Agregado Del Tereftalato Polietileno Picado	49
14. La Dosificación De La Mezcla De Concreto En Kg De Agregado Del Tereftalato Polietileno Picado	49
15. Características Del Concreto Con El Aditivo De Pet A Un Tiempo De 7 Días	50
16. Características Del Concreto Con El Aditivo Pet A Los 14 Días	51
17. Características Del Concreto Con El Aditivo Pet A Los 28 Días	51
18. Resistencia A La Compresión Del Concreto A Los 7 Días	52
19. Resistencia A La Compresión Del Concreto A Los 14 Días	53
20. Resistencia A La Compresión Del Concreto A Los 28 Días	54
21. Resistencia A La Compresión Del Concreto A Los 7, 14 Y 28 Días	56

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Cono de Abrams	15
2. Representación prueba de compresión axial	17
3. Mapa de ubicación de la zona de estudio	29
4. Cantera de agregados río Cutimbo	31
5. Ensayo de agregados, preparación de muestras agregado grueso y fino.	32
6. Análisis Granulométrico por Tamizado en agregado grueso	33
7. Curva granulométrica agregado grueso.	34
8. Curva granulométrica agregado fino.	36
9. Medición de Slump	38
10. Lavado de hojuelas de Tereftalato de Polietileno	39
11. Secado de hojuelas de Tereftalato de Polietileno	40
12. Rotulado de briquetas para sumergir en poza de agua	43
13. Curado por inmersión de briquetas por 7 días, 14 días y 28 días en poza de curado	44
14. Medición de diámetros de las briquetas con equipo vernier precisión de ± 0.05 mm	44
15. Prueba de resistencia de las briquetas a compresión uniaxial.	46
16. Rotura de briquetas a los 14 días, 2% falla por fisura tipo falla 3	46
17. Rotura de briquetas a los 14 días, 2% falla por fisura tipo 3	48
18. Esquema de los Modelos de Fractura-Fallas Típicos en cilindros de concreto según ASTM C39	48
19. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días	52
20. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días	54
21. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	55
22. Resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días	56



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
1. Resultados De Los Ensayos De Los Agregados	64
2. Resultados Del Ensayo Químicos De Materiales (Inia)	67
3. Panel Fotográfico	70



ACRÓNIMOS

%	: Porcentaje
°C	: Grados Celsius
ACI	: American Concrete Institute
AF	: Agregado fino
AG	: Agregado grueso
ANOVA	: Análisis de varianza
ASTM	: American Society for Testing and Materials
CE	: Concreto experimental
CP	: Concreto patrón
F'c	: Resistencia a la compresión
F'cr	: Resistencia promedio a la compresión del concreto requerida
FRC	: Fibras recubierta de caucho
Kg/cm²	: Kilogramos por centímetro cuadrado
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MPa	: Mega pascales
N°	: Número
NTP	: Norma técnica peruana
PET	: Tereftalato de polietileno
RNE	: Reglamento nacional de edificaciones
TPP	: Tereftalato de polietileno picado

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo determinar el comportamiento físico mecánico del concreto en construcción de viviendas incorporando tereftalato de polietileno picado, en la ciudad de Puno. Determinar la resistencia físico mecánica, aguante a la compresión del concreto incorporado PET 2%,4%,6%,8% en relación al concreto patrón 210 Kg/cm². La investigación es cuantitativa, de tipo experimental. La metodología está basada en las Normas NTP339.033, ASTM C39, comité 211 (ACI) se utilizaron materiales de acuerdo a los análisis granulométricos cumpliendo las especificaciones técnicas, para la mezcla del concreto se utilizó: Cemento tipo I, diseñando con concreto patrón de 210 Kg/cm², concreto de prueba con incorporación de PET según porcentajes designado al peso, para el diseño se utilizó cemento general incorporando agregados, agua potable y hojuelas picado de PET. Se procesaron probetas de concreto simple y concreto tradicional, se efectuó el ensayo de compresión, luego de 7, 14, 28 días de curado. Los resultados obtenidos en el laboratorio IGC Company, la resistencia a la compresión del concreto es de 2% a los 28 días con una fuerza de 38545 Kg/ cm² de fuerza, mientras que el parámetro más bajo indica que a los 7 días se alcanza 17647 Kg/ cm² de fuerza con el 8% del PET. Agregando a los 7,14 y 28 días un 4% del aditivo, se presenta los siguientes valores 23985, 32074, 36115 Kg/cm² de fuerza. Cuando se agrega el 6% del aditivo, a los 7,14 y 28 días se indican los siguientes valores 2159, 29784, 34910 Kg/ cm² de fuerza.

Palabras clave: Concreto, comportamiento físico mecánico, resistencia a la compactación, tereftalato de polietileno.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the physical mechanical behavior of concrete in housing construction incorporating chopped polyethylene terephthalate in Puno city. Determine the physical mechanical resistance, compressive strength of the PET incorporated concrete about 2%,4%,6%,8% in relation to the standard concrete 210 kg/cm². The research is quantitative and of experimental type. The methodology was based on the NTP339.033, ASTM C39, Committee 211 (ACI) Standards, materials were used according to the granulometric analysis, complying with the technical specifications. For the concrete mix were used: cement type one, designing with 210 kg/cm² pattern concrete, test concrete with incorporation of PET according to percentages designated to the weight of the aggregate, for the design was used general cement incorporating aggregates, drinking water and chopped PET flakes. Specimens of simple concrete and traditional concrete were processed, the compression test was done after 7, 14, 28 days of curing. The results obtained that optimize the compressive strength of the concrete are 2% at 28 days with a force of 38545 Kg/cm², while the lowest parameter indicates that at 7 days 17647 Kg/cm² of force is reached. strength with 8% of PET. Adding 4% of the additive at 7, 14 and 28 days, the following values are presented: 23985, 32074, 36115 Kg/cm² of force. When 6% of the additive is added, at 7,14 and 28 days the following values are indicated: 2159, 29784, 34910 Kg/cm² of force.

Keywords: Concrete, mechanical physical behavior, polyethylene terephthalate, resistance to compaction.




Dr. Julio Cesar Sardon Huayta
DOCENTE UNA - PUNO

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la incorporación de aditivos y materiales mejorados en la mezcla de concreto ha sido objeto de investigación y desarrollo para lograr estructuras más duraderas, resistentes y sostenibles.

En los últimos años, se ha prestado especial atención a la incorporación de tereftalato de polietileno picado (TPP) en el concreto, debido a sus propiedades beneficiosas. El TPP es un polímero reciclado proveniente de botellas de plástico, el cual se procesa y se mezcla con el cemento y los agregados para formar una mezcla homogénea.

A nivel mundial, diversas investigaciones han expuesto que la incorporación de TPP al concreto, mejora su resistencia a la tracción, ductilidad y la durabilidad. Además, el TPP actúa como un agente de refuerzo en la matriz de concreto, lo que reduce la formación de grietas y mejora la capacidad de carga de las estructuras. Estas propiedades han despertado el interés de la industria de la construcción en todo el mundo, con el objetivo de construir viviendas más seguras y sostenibles. En países como Estados Unidos, Canadá, Alemania y Japón han realizado investigaciones y experimentos para evaluar los efectos del TPP en el comportamiento del concreto. Los resultados han sido alentadores, mostrando un aumento significativo en la resistencia y la durabilidad de las estructuras de concreto.

En el ámbito nacional, la incorporación de TPP en la construcción de viviendas también ha ganado relevancia. En muchos países, incluido el nuestro, se ha promovido la utilización de materiales reciclados y sostenibles en la industria de la construcción como parte de los esfuerzos por reducir el impacto ambiental y fomentar la economía circular.

En la actualidad en la provincia de Puno la población desecha toneladas de botellas de plástico tereftalato de polietileno (PET) de esta manera surge la idea de investigar de cómo agregar el material en la construcción de viviendas, mediante el diseño de mezcla.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar comportamiento físico-mecánico del concreto en la construcción de viviendas, incorporando tereftalato de polietileno picado en la ciudad de Puno. Se revisarán estudios a nivel internacional, así como investigaciones y avances realizados a nivel nacional, con el fin de comprender los beneficios y desafíos asociados a esta práctica constructiva.



La presente investigación denominada está constituida en seis capítulos precisados de la siguiente manera:

Capítulo I: Se realizó la revisión literaria, en reciprocidad al marco teórico conjuntamente con los antecedentes internacionales, nacionales y locales, aspectos teóricos y conceptos elementales referentes al estudio, que permitirá una excelente comprensión de la teoría y práctica en el presente tema de investigación.

Capítulo II: Contiene el planteamiento del problema, objetivos de la investigación, la formulación de hipótesis y justificación de la investigación.

Capítulo III: Se detalla la metodología de la investigación, incluyendo el lugar de estudio, población, muestra y técnicas con instrumentos que se manejaron para la recolección de datos y desarrollar el procesamiento de los equivalentes.

Capítulo IV: Resultados obtenidos y el análisis de los mismos, según la hipótesis y objetivos planteados.

Capítulo V: Se desarrolló las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Capítulo VI: Se presenta las referencias bibliográficas utilizadas en el presente trabajo de investigación y finalmente los anexos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 Marco teórico

1.1.1 El concreto

Se describe al concreto a la mezcla del cemento agregando material granular, arena fina, arena gruesa y agua, que se consolida acorde a la resistencia química incorporado con cemento.

En cuanto a la proporción de cada uno de los materiales incorporando en cada mezcla, va depender de su resistencia cuando se obtenga la evidencia en los trabajos de ingeniería. Continuamente en los techados la firmeza de las columnas será superior a la resistencia en los cimientos y pisos falsos.

El concreto viene a ser un producto artificial compuesto que se le denomina pasta, dentro de la cual se encuentran partículas empapadas de un medio ligado que se denomina agregado (Rivva, 2004).

El concreto es un material compuesto en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados, aire y opcionalmente de aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción (Pasquel, 1998).

1.1.1.1 Componentes de concreto

El concreto es un elemento de la construcción heterogéneo que está compuesto por distintos compuestos; principalmente lo componen: el agua, cemento, agregado fino y agregado grueso de acorde a la unidad del concreto (Rivva, 1992).

También al concreto se le puede incrementar opcionalmente aditivos, un compuesto plástico y moldeable, que posteriormente adquiere propiedades resistentes y aislantes (Pasquel, 1998).

1.1.2 Cemento

Se describe como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad convenida de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables (Rivva, 2004).

1.1.2.1 Compuestos químicos.

Los componentes químicos del cemento principalmente presentan cuatro componentes químicos esenciales que forman. Este proceso de asociación del material primordial da comienzo a la formación del Clinker conformado silicatos cálcicos, ferritos y aluminatos cálcicos de manera complicada, el cual conforman cuatro componentes fundamentales que lo contentan el 90% de su peso general del cemento, observándose en la tabla. 1

Tabla 1

Compuestos químicos del cemento

Compuesto	Fórmula
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_3\text{S}$
Silicato bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 = \text{C}_2\text{S}$
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_3 = \text{C}_3\text{A}$
Ferroaluminato tricálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{C}_4\text{AF}$

Fuente: Naturaleza y materiales del concreto (Rivva, 2004).

1.1.2.2 Tipos de cemento

Los componentes del cemento varían de acuerdo al comportamiento hidratado es por eso que se genera diversos tipos de cemento para necesidades y trabajos específicos

Tabla 2

Principales tipos de cemento portland

Tipo	Astm	Descripción
Tipo IP	C 150-84	Portland común
Tipo II	C 150-84	Portland de módica tenacidad a los sulfatos y ponderado calor a la absorción
Tipo III	C 150-84	Portland con endurecimiento rápido
Tipo IV	C 150-84	Portland con menor calor de hidratación
Tipo V	C 150 – 84	Portland con resistencia a los sulfatos
Tipo IP	C 585 – 83 ^a	Portland puzolánico 15% a 40% de puzolana

Fuente: Norma ASTM, 150.

1.1.2.3 Principales compuestos

El cemento está compuesto por un polvo seco de sílice, cal, alúmina, óxido de hierro y oxido de magnesio; se fortifica cuando se le incorpora agua. Los morteros naturales amigables, de mediana resistencia, se adquieren a través de la pulverización de la roca caliza. El cemento Pórtland se consigue del Clinker aumentando solo yeso natural.

Entre las características del cemento se pueden mencionar las siguientes; es homogéneo, fino, hidráulico, flexible, durable, resistente, adhesivo, macizo y aislante, condiciones que permiten una considerable variedad de usos diarios que dan forma a nuestro mundo.

Tabla 3

Porcentajes de los compuestos del cemento

Fórmula	Porcentajes
C3S	30% a 60%
C2S	15% a 37%
C3A	7% a 15%
C4AF	8% a 10%

Fuente: Naturaleza y materiales del concreto, Pag.50 (Rivva, 2004).

Los compuestos químicos por tanto no se presentan como aislados, sino en etapas que componen ciertas impurezas, desde luego que las proporciones inducidas de estos agregados muestran excelente indagación referente a las propiedades del cemento.

Según Abanto (2013), detalla esencialmente que los agregados primordiales que contiene el cemento beneficia en su procedimiento y cuando pasa del estado flexible al endurecido durante el transcurso de su hidratación, donde tenemos:

- **Silicato Tricálcico(C3S)**

También nombrado como Alita, ciclo importante en la formación de los clinker Portland, la reacción y el componente es de 73.7% de cal, 26.3% ácido silícico. La reacción que muestra esta unidad con el agua es el desprendimiento de buena cantidad de calor denominado como hidratación. La tenacidad tiene correlación claramente en equilibrio con la temperatura de hidratación (Abanto ,2013).

- **El Silicato Bicálcico (C2S)**

También denominado velita, el silicato bicálcico es el principal compuesto que causa la resistencia del cemento, dada a su lenta velocidad de endurecimiento, su estabilidad química es bastante buena para generar concretos fuertes y resistentes al ataque de los sulfatos y es muy recomendable.

- **El Aluminato Tricálcico (C3A)**

El compuesto químico denominado también como C3A o Celita, al añadir yeso al cemento durante el transcurso de la trituration forma un fraguado y se puede controlar el proceso. El Aluminato Tricálcico puede ser débil a la reacción de cloruros y sulfatos, esto debido al proceso de alineación de sales tipo cloroaluminatos y sulfoaluminatos estas sales son de forma expansiva, consiguiendo originar agrietamiento y desintegración del concreto (Abanto, 2013).

- **Aluminoferrita Tricálcica (C4AF)**

Este compuesto es semejante al C3A (Aluminato tricálcico) corresponde a su rapidez de absorción e hidratación exhibe y tiene una disminución de resistencia. Los cementos con este compuesto poseen contextos de empleo específicos en todos aquellos temas de durabilidad frente a los agresores químicos que las resistencias mecánicas.

1.1.3 Agua

El agua es un líquido se usa básicamente en la elaboración del concreto tiene que ser limpia sin contaminantes de óxidos, insumos orgánicos, lubricantes, y otras sustancias que podrían ser nocivos tanto para el concreto como corrosivo para el acero. Abanto (2013), detalla que al agregar agua para la elaboración del concreto es un componente muy fundamental, el cual está vinculado directamente con la trabajabilidad, resistencia y propiedades del concreto cuando llega a endurecer.

1.1.3.1 Ensayos de Agua

Se refiere a los ensayos normalizados para poder determinar y medir la calidad del agua al utilizarse, y son los siguientes:

- Calcio. Magnesio en el Agua. De acuerdo a la NTP. 339.088.2014 Norma ASTM D-15
- Cloruros. De acuerdo a la Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-512
- Sulfatos. De acuerdo a la Norma NTP. 339.076.2009 ASTM D-516
- PH del Agua. De acuerdo a la Norma NTP. 339.088.2014 ASTM D-1239
- Acidez y alcalinidad. De acuerdo a la NTP. 339.088.2014 y Norma ASTM D-1067
- Elementos y Partículas disueltos en el agua. NTP.339.071.2009 ASTM D-1888.

Tabla 4

Límite permisible

Descripción	Límite Permisible
Límites de suspensión	5000 ppm máximo
Materia Orgánica	3 ppm máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	100 ppm máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm máximo
Cloruros (ión Cl)	1000 ppm máximo
PH	5 a 8 máximo

Fuente: Norma Peruana NTP 339.088.2014. ASTM D-123

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana la calidad del agua, el PH tiene que estar entre un rango de 5,8 y 8,2, además todas las deducciones de los resultados alcanzados tienen que estar en un rango. Agua con contenidos de sulfatos mayores a 3,000 ppm perjudican la resistencia del hormigón (ASTM C-94).

1.1.4 Agregados

Los materiales pueden ser de origen natural o artificial representan la mayor cantidad del volumen del concreto, debe estar comprendido bajo parámetros de granulometría uniforme, se clasifican en agregados gruesos y agregados finos según al tamaño que son fijados por las normas técnicas peruanas (NTP). Los agregados también llamados áridos, son elementos del concreto inertes que al ser mezclado con algún aglomerante y el agua forman una pasta que son los concretos y morteros (Abanto, 2013).

1.1.4.1 Clasificación de los Agregados por su Gradación:

a) Agregados Gruesos

El agregado grueso puede ser grava, roca chancada que permanece retenido por su tamaño en el tamiz N° 4 (4.75 mm) procedente de la descomposición geológica ya sea forma natural o mecánica donde pueda cumplir con los términos señalados en la Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, 2014).

b) Agregados Finos

Se considera como agregados finos a la arena o roca natural finamente desintegrada, de dimensiones reducidas que deben de pasar la malla – tamiz 3/8” (9.5mm) y que cumplan los parámetros establecidos según las especificaciones del reglamento para agregados de concreto, Norma Técnica Peruana (NTP 400.037, 2014).

Tabla 5

Límites de granulometría del agregado fino

Malla	% Que Pasa
3/8”	100
N° 4	95 - 100
N° 8	80 - 100
N° 16	50 - 85
N° 30	25 - 60
N° 50	10 - 30
N° 100	2 - 10

Fuente: Norma NTP 400.037

Peso Unitario

Norma N.T.P. 400.017

La pesadez unitaria del concreto dependerá bastante de su gravedad específica de los agregados, la porción del aire se va sostener durante la composición de mezcla, además las propiedades incorporadas en el agregado se determinarán el importe del líquido- agua a destinar en el ensayo.

El proceso del peso unitario durante el preparado del agregado variará con el contenido de su humedad. El agregado grueso con el acrecimiento del contenido de humedad desarrollará un incremento del volumen y peso unitario del concreto, sin embargo, el adherido fino las ampliaciones serán más distantes del

ambiente del saturado someramente seco pueden reducir su peso unitario del concreto establecido, esto es necesario que la capa superficial de agua como líquido origina que las partículas sean agrupadas favoreciendo la compactación con el aumento del volumen.

“En determinados tipos de obras. La selección de las proporciones de la mezcla de concreto es efectuada fundamentalmente para obtener alta densidad. En estos casos, empleando agregados especiales” (Rivva, 1992).

1.1.5 Plástico PET (Tereftalato de polietileno)

El tereftalato de polietileno conocido como PET, es el material caracterizado por ser muy liviano, por poseer un alto grado en transparencia, brillo, retiene el sabor, su fórmula pertenece a la de un poliéster aromático, es un material resistente, también es 100% material reciclable y posee una resistencia mecánica a la compresión. Donde ha llevado a desalojar a demás materiales, ejemplo, el PVC, el mismo que muestra una demanda muy considerable a nivel mundial. Perteneciendo al agrupamiento de materiales primas sintéticos, denominados “poliésteres”. (Whinfield, Dickson *et al.*, 1941).

El PET fue presentado y descubierto, por un grupo de científicos europeos - ingleses donde lo registraron como un polímero para la elaboración de productos en fibras en el año 1941. Es un plástico donde los fabricantes de mecanismos han establecido una gran voluntad en lo comercial y técnico en su uso. Este tipo de material promovió a ser utilizado en la fabricación de fibras para la industria textil. Es el polímero ó plástico donde las grandes fabricantes de máquinas han laborado el mayor esfuerzo en su respectivo uso comercial. (Whinfield, Dickson *et al.*, 1941).

El PET en su elaboración inicia desde el uso del hidrocarburo: petróleo, gas y aire. El módulo de PET está mencionado en kilogramo y tiene una textura de procedentes de petróleo en un rango de 64%, aire un 13% de gas natural un 23% petróleo. Al iniciar con el petróleo en estado crudo se obtiene el paraxileno y ello nos sirve para dar aire al ácido tereftalico (Alesmar, Rendón, & Korody, 2008).

1.1.5.1 Ventajas del tereftalato de polietileno

El PET es flexible posee una baja densidad, lo que alcanza trascender un óptimo uso. Una de sus particularidades es que estos son blandos pueden ser aislantes eléctricos, por donde no se consigue conducir corriente eléctrica, de la misma forma tiende a hacer un buen aislante térmico, sin embargo, se debe tener mucho cuidado ya que pueden alcanzar a dañarse si se mantiene a temperaturas elevadas. Los plásticos son materiales resistentes a condiciones ambientales: temperaturas y tensiones. En tal sentido es utilizado para la fabricación de botellas y ser utilizados en bebidas para el consumo humano (WordPress, 2017).

1.1.5.2 Desventajas del tereftalato de polietileno

Entre las dificultades que muestra el PET es el mal manejo del reciclado, ocasionando una gran contaminación de las grandes empresas fabricantes de plásticos. Los inconvenientes ambientales producidos por el material que se encuentran mayormente en el medio ambiente, fallecimiento de la fauna silvestre, inundaciones y decrecimiento de vida en los rellenos sanitarios. Estos materiales predestinados para su quema provocan y causan gran contaminación por generar gases tipo invernadero, que perturban principalmente a la salud humana por la exposición de estos gases tóxicos, la acumulación final de estas cenizas contamina el agua superficial y subterránea por infiltración en el suelo y roca.

A pesar que se logra reciclarse el material, y cuando se recicla el material se debe retornar a utilizar como un empaque de líquidos de consumo humano. Otro dato que se considera como una desventaja es que estos empaques llegan a parar a vertederos, un material que no es natural que al parecer nunca desaparecerá (WordPress, 2017).

1.1.5.3 Característica del PET

El PET tiene diversas características como elevada pureza, mecánica, eléctrica, resistencia y química tenacidad. De acuerdo a su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química. Con el fin de que cumplan diversas especificaciones técnicas por lo que este material alcanzó un desarrollo significativo en la producción de diversos envases, que principalmente tenemos la producción de botellas, láminas, flejes y bandejas (Morales, 2017).

El polímero consecuentemente no se extiende y no tiende a ser afectado por los ácidos ni gases atmosféricos, además es tenaz en su resistencia al calor, forma fibras fuertes y flexibles, es invulnerable al ataque de insectos, hongos y bacterias.

Muestra particularidades más notables:

- Alta tenacidad al deterioro.
- Buen elemento de deslizamiento.
- Tiene buena resistencia química y térmica.
- Tiene buena barrera a CO₂
- Compatible con otros materiales en la medida que acceden a al comercio en determinados mercados.
- Reciclable, en la medida que disminuye su viscosidad con el pasar del tiempo
- Admitido en productos que deban estar en contacto con productos alimentarios.
- Tiempo de degradación 100 años a 500 años.

1.1.5.4 Composición química del PET

Tabla 6

Composición Química del PET

Símbolo De Identificación De Plástico	Tipo De Polímero Plástico	Propiedades	Usos Habituales En Recipientes Y Contenedores
	Tereftalato De Polietileno (PET)	Claridad dureza, resistencia a los gases y vapor.	Bebidas, gaseosa, botellas de agua, envases farmacéuticos, en alimentos Salsas, miel frascos de manteca de maní y mermeladas.

Fuente: TECPLAS, datos técnicos del PET. Plástico Industrial. (Richardson & Lokensgard 2011).

1.1.6 Reciclaje de plástico

El reciclamiento del plástico tiene como proceso donde los productos que estuvieron descartados son nuevamente reutilizados, logrando de poder disminuir el oficio de componentes PET nuevas. Al lograr recuperar los materiales que fueron utilizados y poder emplearlo en la fabricación de materiales nuevos beneficia a poder cuidar nuestros recursos naturales logrando el ahorro significativo de energía como tiempo y agua que serían usados en su fabricación (Molina, Vizcaino Cagüeno, & Ramírez Santamaría, 2007)

- **Reciclado mecánico.** Este tipo de reciclado es más módico, por lo tanto, el reciclado químico consiste en la clasificación y recolección de recipientes PET, desintegración, limpieza, secado del reciclado polimérico. Con todo ello se consigue hojuelas picadas por todo el trabajo y la acción de la temperatura de calor son reusadas de tal forma poder conseguir nuevos materiales, en tal sentido las hojuelas logran ser reutilizadas para trabajos de construcción de concreto.
- **Reciclado químico.** Este método de reciclaje radica en realizar la trituración del polímero PET en pedazos que logren ser utilizados; posteriormente al ser pulverizadas puedan convertirlas en productos químicos o también monómeros para el mercado comercial.

1.1.6.1 Proceso de reciclado mecánico del tereftalato de polietileno

El proceso de reciclaje mecánico es fundamentalmente el mismo para los diversos plásticos (Argueta, 2006) asevera los cursos son los siguientes:

- **Acopio.** El acopio viene a formar el trabajo de recicladores ambulantes, este beneficia al poder realizar la limpieza de las calles de igual forma reducir los rellenos sanitarios de una ciudad. Lo correcto para la recolección se debe comenzar con los compradores quienes les corresponden reciclar y seleccionar las botellas de PET posteriormente transportar a los lugares indicados en el cual se acopia.
- **Compactado.** Para disminuir el cuerpo del volumen del reciclado se compacta y facilita el almacenamiento, carguío y transporte. La compactación

de los paquetes de PET en pocas palabras tapa y etiquetas han de ser acondicionadas para llegar a la planta recicladora.

- **Molido.** Al efectuarse el trabajo trituración del PET, beneficia a diferenciar y apartar los otros ejemplares de polímeros del material reciclado en tal sentido facilita su limpieza. Pueden conseguirse hojuelas de medidas y proporciones solicitadas.
- **Separación.** En el proceso de separación al PET se procede con el aislamiento de diferentes componentes, los polímeros diferenciándose de vidrio, papel y metales Su micro disgregación de las botellas de plástico se da abriendo y desquitando de forma manual. La macro disociación se efectúa a través de la propiedad física que es el peso.
- **Limpieza.** El reciclamiento forja a que se combinen con nuevos tipos de polímeros, donde las hojuelas trituradas de PET se contaminan, por tal razón se efectúa la limpieza y el lavado de los materiales esto garantiza la separación de componentes contaminantes como rocas, aceites, polvo, restos de comida y pegamento.
- **Secado.** En el proceso de secado se libera la humedad que posee el material reciclado PET, esto debido a su lavado donde se pueden realizar con otros métodos como son: tendedores de aire, secadores centrifugados y secado mediante el sol.

1.1.7 Propiedades del concreto fresco

1.1.7.1 Trabajabilidad

Está determinada consecuentemente a la máxima o mínima problema para el comportamiento físico mecánico, en transporte y compactación del concreto. La apreciación es relativa, ya que una mezcla de concreto puede ser manejable bajo incuestionables condiciones amigables de uso. La configuración más ordinaria para medir la "trabajabilidad" es mediante "la prueba del slump" o asentamiento con el cono de Abrams

Su estimación es referente, en el concreto donde puede ser adaptable bajo innegables contextos de distribución, no precisamente resulta de dichas situaciones cambien (Pasquel, 1998).

1.1.7.2 Prueba de Revenimiento o´ Slump Test (NTP 339.035:2009 ó ASTM C 143-78)

El equipo para realizar este ensayo consiste en un molde para la prueba de revenimiento, mide de la siguiente manera base de 20.3 mm. (8") y la oquedad superior es de un diámetro de 10.1 mm. (4") donde se instala sobre un área de superficie plana. El recipiente se llenará con concreto mezclado en tres capas, será apisonada 25 veces cada una de ellas con una varilla de acero estándar diámetro que mide 16 mm. (5/8") de diámetro semiesférica (Abanto, 2013).

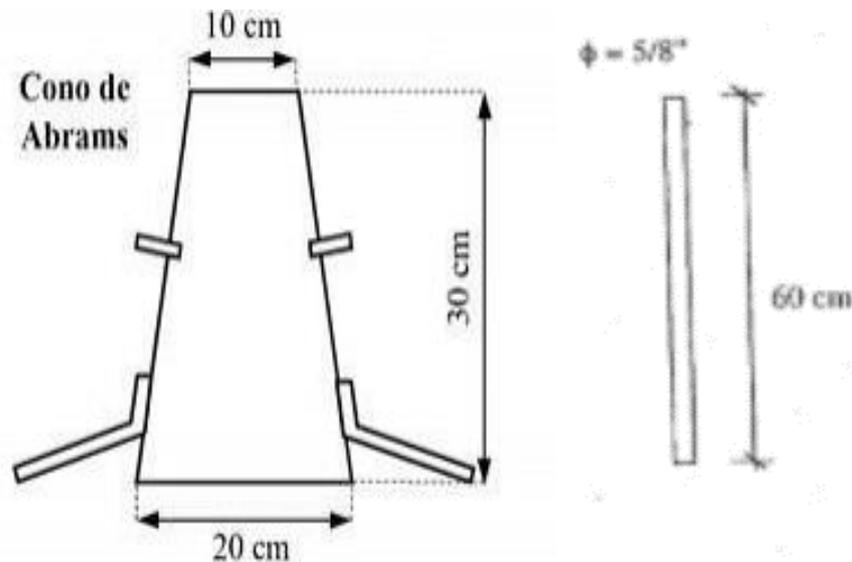


Figura 1. Cono de Abrams

Fuente: Tecnología del concreto, por (Abanto, 2013)

El derrumbamiento puede cambiar sencillamente al cortante o colapsarse y puede obtenerse valores diferentes de revenimiento, por lo tanto, la prueba no es confiable (Parizaca, 2015).

Tabla 7

Clases de mezcla según su asentamiento

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Poca vibración
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Buena vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	Muy trabajable	Bien chuseado

Fuente: Adecuado de "Tecnología del concreto", por (Abanto, 2013). Copyright 2013. San Marcos.

1.1.7.3 Resistencia a la compresión

La resistencia de compresión principal del concreto es la capacidad definida como el máximo esfuerzo de soportar cargas de soportar dicho material esto debido a las propiedades adherentes que presenta la pasta del cemento. El concreto estará consignado primordialmente a desarrollar esfuerzos mecánicos de compresión, esto es la medida de resistencia a los esfuerzos que se maneja como relación de su calidad, que se expresa en términos de relación agua y cemento (a/c). La firmeza del concreto también se ve afectado por diferentes elementos que influyen las características resistentes de la pasta como son; la temperatura, el tiempo, cemento y características resistentes del cemento y la característica de los agregados (Pasquel, 1999).

Un factor indirecto menos importante en la resistencia, lo constituye el curado del cemento ya que es el mejoramiento del proceso de hidratación sin el cual no se llega a desarrollar completamente las características resistentes del concreto (Pasquel, 1998).

1.1.7.4 Concreto endurecido

La resistencia del concreto sometido a la compresión es usualmente considerada como la característica más apreciable, como es la durabilidad, impermeabilidad y

estabilidad, sin embargo, la resistencia a la compresión suele dar una perspectiva general de calidad del concreto, por estar directamente relacionada a la estructura de la pasta del cemento (Parizaca, 2015).

1.1.7.5 Normatividad

El comportamiento mecánico físico del concreto incorporando botellas de plástico picado, según la norma técnica de edificaciones E-70, Se analizó las unidades de albañilería y sus ensayos de concreto (RNE), este reglamento conduce a que los materiales directos en los métodos productivos y constructivos, los criterios de su diseño es adecuado para labores en construcción como habilitación en zonas rurales y urbanas en el Perú, el PET como el concreto en su uso está basado en sus características se usa comúnmente en concreto, usualmente tradicionales, así como los bloques de concreto adicionados.



Figura 2. Representación prueba de compresión axial

Fuente: (Gastañadú, 2010)

1.2 Antecedentes

El presente trabajo de investigación no cuenta con muchos antecedentes similares, por tal razón se ha visto con los jurados considerar los siguientes.

1.2.1 Internacionales

Lugo y Torres (2019), en la investigación reconocida “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET”, en el objetivo busca representar su conducta mecánico del concreto en un estado normal con ciertas proporciones de adición de fibras polímeros reciclados de PET. El estudio fue básico, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Se realizó un análisis del comportamiento mecánico del concreto adicionando polímeros reutilizables presentando manifiestos de los esfuerzos, nivel de resistencia las proporciones de las mencionadas fibras y la comparación con el concreto convencional. Se concluyó que agregando la cantidad óptimas de fibra PET en la mezcla de concreto se pueden considerar niveles promedio de 28200 Kg/cm².

Paricaguán (2015), realizo un estudio titulado “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción”, con el propósito de determinar el comportamiento del concreto cuando se agregan fibras de Coco y Cañas de azúcar. La investigación fue básica de alcance descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental, transaccional. Se enfatiza respecto al comportamiento mecánico del concreto se realizaron pruebas de resistencia a la compresión, tenacidad a la atracción y flexión en elementos estructurales horizontales que se exponen a bajas temperaturas. Asimismo, se ejecutó el análisis espectroscópico, mecánico, morfológico y térmico. Los resultados indican que con el 0% de coco incorporado, la resistencia fue de 40 MPa, la medida de rompimiento fue de 4,5 MPa mientras que la resistencia de la presión alcanzó 39,5 MPa por otra parte el patrón de rompimiento indica 4,8 MPa, firmeza a la compresión 40 MPa, medida de rompimiento 4,5 MPa, mientras que para la fibra de coco aumentada se indica 2,5% con un modelo de rotura 2,5 MPa.

Durán y Velásquez (2016), en su investigación titulada “Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar”, con el objetivo de hacer una evaluación de la resistencia al concreto cuando se agrega cenizas de bagazo de caña de azúcar. La investigación fue teórica, de nivel explicativo, enfoque cuantitativo y diseño experimental. Se realizaron tres ensayos al 100% de cemento, 10% de ceniza de

residuos, 10% de ceniza de bagazo de caña de azúcar. Se logró deducciones significativas a los 25 entre los 28 días respecto a la resistencia a la compresión alcanzo al siguiente parámetro 35590 Kg/ cm². Se llegó a la conclusión que agregando ceniza de caña de azúcar y cenizas de residuos sueltos se bajan los costos en el precio entre 1.41% y 1.36%.

1.2.2 Nacionales

Morales (2017), en su investigación titulada “Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado”, busco el objetivo de conocer cómo se comporta el concreto cuando se incorpora PET a la mezcla. El estudio fue teórico de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño correlaciona de corte transversal los procedimientos se realizaron teniendo en cuenta las proporciones de los materiales e insumos. Se utilizó la metodología experimental teniendo en cuenta el comportamiento de cada material. Se describe las características de los materiales principales y agregados y la dosificación de mezclas. Se hizo del cemento Tipo I y el aditivo PET reciclado proveniente de los envases plásticos triturados, considerando las especificaciones técnicas de la norma ACI 211.1 -91. Se concluyó que el agregado PET a la mezcla del concreto mejoró el comportamiento físico y mecánico de los materiales en las siguientes proporciones del PET 2, 4 y 10 %.

Saucedo *et al.* (2017), en su investigación titulada “Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura”, con el objetivo de conocer la resistencia del concreto utilizando agregados PET en la mezcla. El estudio fue teórico de nivel explicativo, enfoque cuantitativo y diseño experimental de corte transversal. La técnica utilizada fue la revisión documental basada en el análisis de 50 artículos científicos sobre el tema en cuestión. Asimismo, se hizo uso de la observación directa para describir el rendimiento vinculado con la flexión, y el comportamiento de la fibra PET, así como los niveles de compresión, tracción y flexión. Los resultados indican que las fibras PET permiten alcanzar altos niveles de flexión a nivel estructural. Se concluyó que al usar la fibra PET permite optimizar su resistencia a la compresión mecánica del concreto endurecido, incrementando la resistencia a la atracción siempre que se agregue un 4% del volumen total.

Reyna (2016), mejoró el estudio titulado “Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico

para la construcción de viviendas de bajo costo”, con el objetivo de determinar las ventajas y beneficios en la producción de concreto ecológico para la construcción de viviendas de interés social. El estudio fue teórico de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental, transaccional. El material utilizado fue cemento Portland, grava gruesa de 1/2" y residuos reciclados de plástico PET, cáscara de caña dulce de azúcar y papel, en proporciones de 5%, 10% y 20% para lo cual se utilizaron probetas de concreto en los ensayos de acuerdo a la norma peruana Norma ASTM C39 con la incorporación del PET al 5 %. Se concluyó que el uso de plástico PET permite bajar el costo del concreto.

Pinedo (2019), mejoró en su estudio denominado “Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con el incremento de Plástico Reciclado (PET), en la Ciudad de Tarapoto, 2018”, busco el objetivo de analizar la resistencia de la compresión del concreto de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, incorporando la muestra plástica reciclado PET en la ciudad mencionada-2018. El escudriñamiento fue primordial, en el nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y con un diseño no experimental, de cortadura perpendicular. Se utilizó cemento de tipo I y plástico reciclado y en el diseño de mezcla se hizo uso de plástico reciclado al 5%, 10%, 15% con el fin de verificar la resistencia de compresión a los 7, 14, 28 días. Se concluyó que a la última fecha llegó a 22000 Kg/cm^2 , a medida que se hacen las pruebas con otros porcentajes de plástico reciclado la resistencia a la compresión del concreto disminuye significativamente.

Mas (2018), en su tesis titulada “Aplicaciones del concreto incorporando Tereftalato de Polietileno”, tuvo como objetivo evaluar en qué aplicaciones de la construcción se puede emplear el concreto incorporando tereftalato de polietileno. La investigación fue de tipo experimental. Las pruebas de resistencia a compresión realizadas en probetas acabadas del concreto con correlación agua/cemento es semejante a 0.60 y 0.70 estuvieron definitivas sumergidas a los siete días, catorce días y veintiocho días de haber sido moldeados. Como resultado se alcanzó una mínima resistencia del concreto se sustituyó al 5%, 7% y 10% del total con respecto a su peso del agregado fino por PET, en cotejo con el modelo de la muestra patrón. Puesto que el PET empieza a reducir la resistencia a la presión del concreto puede ser usado para otros elementos de construcción según las especificaciones que se solicite de 210 kg/cm^2 (2.1 MPa).

Chávez y Quispe (2019), en su investigación titulada “Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco, 2018”, además tuvo como objetivo valora el incremento de botellones de plástico picado en los módulos de construcción de ladrillo, donde perfecciona el comportamiento Físico Mecánico. La investigación fue de tipo cuantitativo con un enfoque descriptivo y correlacional con un diseño cuasi-experimental. Dando como resultado final que el adobe consolidado al 5% de botellas de plástico triturado muestra una excelente conducta físico mecánico en asimilación a los adobes tipo habituales y tradicionales los adobes fijados al 3%, 7% del material plástico picado de botellas, esto a consecuencia de que el adobe fijado al 5% del componente plástico picado de botellas se lograron excelentes deducciones en las pruebas físico-mecánicas. El suplemento del material plástico dúctil picado de botellas perfecciona las propiedades mecánicas de la construcción en el adobe, la añadidura al 5% del polímero picado contribuye un incremento del 2.85% relación con la firmeza a la presión axial promedio de fuentes del barrio San Jerónimo.

1.2.3 Locales

Flores *et al.* (2017), presentaron el estudio titulado “Propiedades mecánicas y térmicas del concreto que incorpora caucho y fibras provenientes del reciclaje de llantas”, con el objetivo de determinar los niveles de resistencia del concreto cuando se incorporan caucho y fibras de llantas recicladas. El escudriñamiento fue teórico y descriptivo enfoque cuantitativo bosquejo experimental de corte perpendicular. Se realizaron ensayos a la compresión, flexión y agitación, así como los niveles de tenacidad, dureza, absorción de energía e impacto de golpes. Se realiza un tratamiento y análisis de las propiedades mecánicas y térmicas de un concreto sustentable con aditivo de caucho granulado y fibras de acero recubiertas de fibras de caucho. Se encontró que las propiedades mecánicas del hormigón incorporando caucho llega al 100% en su remplazo volumétrico de piedras. Asimismo, de analizo el módulo de Young el grado de absorción de energía de impacto y el índice de tenacidad. Se concluyó que el concreto agregando caucho-plástico mejora las propiedades térmicas de las edificaciones lo que se verifica utilizando un programa a de pseudotemporal mediante cual se visualiza la disminución significativa de los flujos térmicos.

Parizaca (2015), en el estudio de investigación titulado “Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros súper absorbentes en la ciudad de Puno”, se buscó el objetivo de evaluar la eficacia de los polímeros súper absorbente para la producción de concretos de alta resistencia. La investigación fue teórica, de nivel descriptivo, enfoque cuantitativo y diseño experimental de corte transversal. La investigación se analizó con el diseño de mezclas para obtener concreto de 350 kg/cm² de acuerdo a las especificaciones técnicas del Comité 211 del ACI considerando agregados de microsílíce y superplastificantes. Se ejecutaron pruebas a la compresión durante 7 días y posteriormente con las cantidades seleccionadas se logró un concreto de alta resistencia preliminar de 450 kg/cm², la correlación de cemento/agua de 0,4 y niveles de permanencia de 3,5 pulgadas. Con respecto al bosquejo de mezclas los volúmenes de agua-cemento disminuyeron al incorporar microsílíce y súper plastificante en reemplazo por masa para compensar el aumento en volumen generado por estos insumos de modo que se mantengan los porcentajes de agua y cemento originales. Se concluyó que al hacer la comparación entre el concreto común de alta firmeza preliminar sin suplemento de botellas absorbentes, los modelos de concreto de alta firmeza preliminar de polímeros con suplemento de polímeros súper absorbentes el porcentaje de adición incrementa el asentamiento y la resistencia a la compresión.

Cabello & Martínez (2014), en su argumento “Resistencia del concreto con cemento sustituido al 10% y 15% por cenizas de cascara de arroz, en la provincia de Santa”, tiene como objetivo general realizar el diseño de concreto con adición de ceniza de cáscara de arroz para la mejora de su resistencia, empleando la metodología experimental. Asumiendo las deducciones de prueba realizadas en la resistencia de 22.8 MPa, y con la incorporación de 10% de ceniza para luego desarrollar un incremento adicionando una mezcla de 10% de ceniza sometiendo dicha resistencia a una fuerza de 21.5 MPa. Llegando de esta manera a una conclusión de que la dosificación más inapreciable y mejora es con una añadidura de incremento al 10% de ceniza de cascara de arroz y adquiriendo 1.3 MPa superior a la otra relación de porcentaje de añadidura probado en toda la presente investigación realizada.

El objetivo general de la investigación se concentra en presentar un estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno

tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero, para la obtención de una ficha comparativa que mejore los procesos constructivos.

Cobos & Valle (2021), en su investigación titulada Estudio comparativo sobre el comportamiento mecánico del concreto con fibra de polietileno tereftalato (PET) reciclado y concreto con fibra de acero Debido a que la investigación nace de un apartado ambiental que involucra darles un segundo uso a envases PET, por su responsabilidad en el daño medioambiental y teniendo en consideración que la industria de la construcción es conocida como una de las más contaminantes en el mundo, el estudio de opciones que permitan minimizar impactos ambientales y mejoren el desempeño del concreto es importante. El estudio comprende un enfoque cuantitativo, con diseño de investigación descriptiva ir tratarse de una comparación, y experimental debido a los distintos ensayos realizados a especímenes de hormigón que permiten obtener información experimental sobre el concreto con fibras de PET reciclado y concreto con fibras de acero. Asimismo, es de nivel explicativo, ya que al manipular las variables de resistencia a la compresión y tracción indirecta del hormigón reforzado con fibras, como estudio empírico para medir los efectos en los resultados obtenidos en laboratorio, permiten conocer el comportamiento mecánico del concreto. Los resultados de la investigación revelan distintos niveles de mejora frente al hormigón tradicional según la fibra y el porcentaje añadido.

Zega, Taus & Di Maio (2006) en su artículo científico titulada Comportamiento físico-mecánico de hormigones reciclados elaborados con canto rodado Uno de los factores a tener en cuenta en la resistencia del hormigón es la textura superficial del agregado grueso, la cual actúa sobre la zona de interfase modificando la adherencia entre éste y el mortero. Los agregados reciclados obtenidos de la trituración de hormigones de desecho presentan, debido a su composición, una mayor porosidad y una textura superficial más rugosa que los agregados naturales, hecho que afecta tanto a las propiedades y características de los agregados reciclados como así también a las de los hormigones con ellos elaborados. En este trabajo se presentan los resultados obtenidos en hormigones elaborados con 50, 75 y 100% de reemplazo del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de un hormigón elaborado con canto rodado, comparativamente con los obtenidos en un hormigón convencional (con agregado grueso natural). Se observa que los hormigones reciclados presentan niveles resistentes similares al del hormigón convencional,



siendo también satisfactorio su comportamiento durable frente a diferentes mecanismos de transporte.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 Identificación del problema

Según el MINAM (2009), la ciudad de Puno produce aproximadamente 94 toneladas de residuos sólidos por día. Determinó que el 50% son orgánicos, 30% inorgánicos aprovechables por consiguiente un 28.2% son de tereftalato de polietileno (PET), porque en la región de Puno la buena cantidad de bebidas, refrescos envasados se consumen en recipientes de botellas de PET. Transformándose en un residuo indeseable forzoso no degradable fácilmente, ocasionando deterioros en el medio ambiente dejando crecidas consecuentemente estas logran a detener los drenajes obstaculizando la salida natural de aguas fluviales y dañando la apariencia percibida visual del medio ambiente y social. Así también (Ruiz, 2014) afirma que la incertidumbre es mayor si se considera en cuenta que en el Perú está prohibido que los desechos reciclados de botellas preparados con PET se aprovechen como insumo de envases, en consecuencia, lo que conduce a la acumulación de botellas de PET en nuestra ciudad de Puno, además de poder haber elección del uso de este material reciclado con una tecnología productiva adecuada no se tendría cuantiosos gasto de energía ni contaminación (Stulz & Mukerji, 1997). Por consiguiente de recorrer tecnológicamente del agregado es indagar opciones ecológicas, para que cooperen a la conservación, mantenimiento y protección al medio ambiente en la zona de estudio, dando lugar a componentes como el plástico flexible PET puesto que la elección del material de construcción en la preparación de concreto normal por tal razón estas pueden ser recicladas y clasificadas, por esta razón la actual y presente investigación indaga y busca evaluar sus propiedades físicas mecánicas del concreto simple al agregar PET recolectado reciclado, para disminuir los impactos ambientales del PET a fin de

que no sea un residuo sobrante. Esto puede provocar un deterioro ambiental como operatividad en el sistema de drenajes de aguas fluviales en la ciudad de Puno

2.2 Enunciados del problema

2.2.1 Problema general

¿Cuál es el comportamiento físico mecánico del concreto incorporando tereftalato de polietileno picado en la construcción de viviendas en la ciudad de Puno?

2.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la resistencia físico mecánico y propiedades de concreto en construcción de viviendas?
- ¿Cuál es la dosificación apropiada de la mezcla de concreto con diversos porcentajes de tereftalato polietileno picado?
- ¿Cuál es la resistencia de compresión del concreto incorporado, al 2%, 4%, 6% y 8% de tereftalato de polietileno comparado con el concreto patrón 210 kg/cm²

2.3 Justificación

En la actualidad el uso del concreto se va intensificándose en la Provincia de Puno, es importante buscar nuevas alternativas para el diseño del concreto en construcción de viviendas, dando la utilización de materia prima que es el agregado grueso y agregado fino. Los recipientes de PET reciclado pueden cooperar al decrecimiento del uso del agregado en la preparación de concreto y en su entorno, donde puede minimizar el impacto ambiental que es el principal problema en la sociedad de Puno.

Por tal razón la investigación tiende a examinar las propiedades físicas mecánicas del concreto, con la agregación de hojuelas picadas de botellas usadas reciclados, se tiene que tomar en cuenta que la botella picada tiene fuerte resistencia frente a esfuerzos constantes de deterioro, también cuenta con alta resistencia y dureza, será transcendental bosquejar el componente del concreto en construcción de albañilería con agregación de polímeros de plástico picado reciclado, para la investigación de fases nuevas que contribuyan a un principal comportamiento del concreto.

El poco entendimiento acerca del manejo del PET reciclado, los envases de botellas ocasiona el desconocimiento y uso en toda la región de Puno, sosteniendo actualmente que el concreto es un material necesario para la construcción en todo sus ámbitos y sectores es imprescindible hacer investigaciones para poder averiguar técnicas y tecnologías para una factible utilización de otros productos no habituales que no son usados.

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo general

Determinar el comportamiento físico mecánico del concreto incorporado tereftalato de polietileno picado en la construcción de viviendas en la ciudad de Puno.

2.4.2 Objetivos específicos

- Determinar la resistencia físico mecánico y propiedades del concreto en construcción de viviendas, incorporando tereftalato de polietileno picado en la ciudad de Puno.
- Establecer la dosificación de la mezcla del concreto con diversos porcentajes de tereftalato de polietileno picado.
- Determinar la resistencia de compresión del concreto incorporado al 2%, 4%, 6% y 8% de tereftalato de polietileno comparado con el concreto patrón 210 kg/ cm²

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis general

- La incorporación de tereftalato de polietileno picado tiene relación directa sobre la resistencia físico mecánico del concreto en la construcción de viviendas en la ciudad de Puno.

2.5.2 Hipótesis específicas

- El tereftalato de polietileno picado tiene relación directa sobre la resistencia físico mecánico y propiedades concreto en construcción de viviendas.



- Es factible dosificar la mezcla del concreto con diversos porcentajes de tereftalato de polietileno picado.
- La resistencia de compresión del concreto incorporado de 2%, 4%, 6% y 8% de tereftalato de polietileno picado se puede comparar con el concreto patrón de 210 kg/cm².

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de estudio

La zona de estudio se sitúa en ciudad de Puno, políticamente está ubicada en el distrito, provincia y región de Puno.

La ciudad de Puno esta circundada por rocas sedimentarias y volcánicas que presentan geoformas de origen fluvial glacial y kárstico.

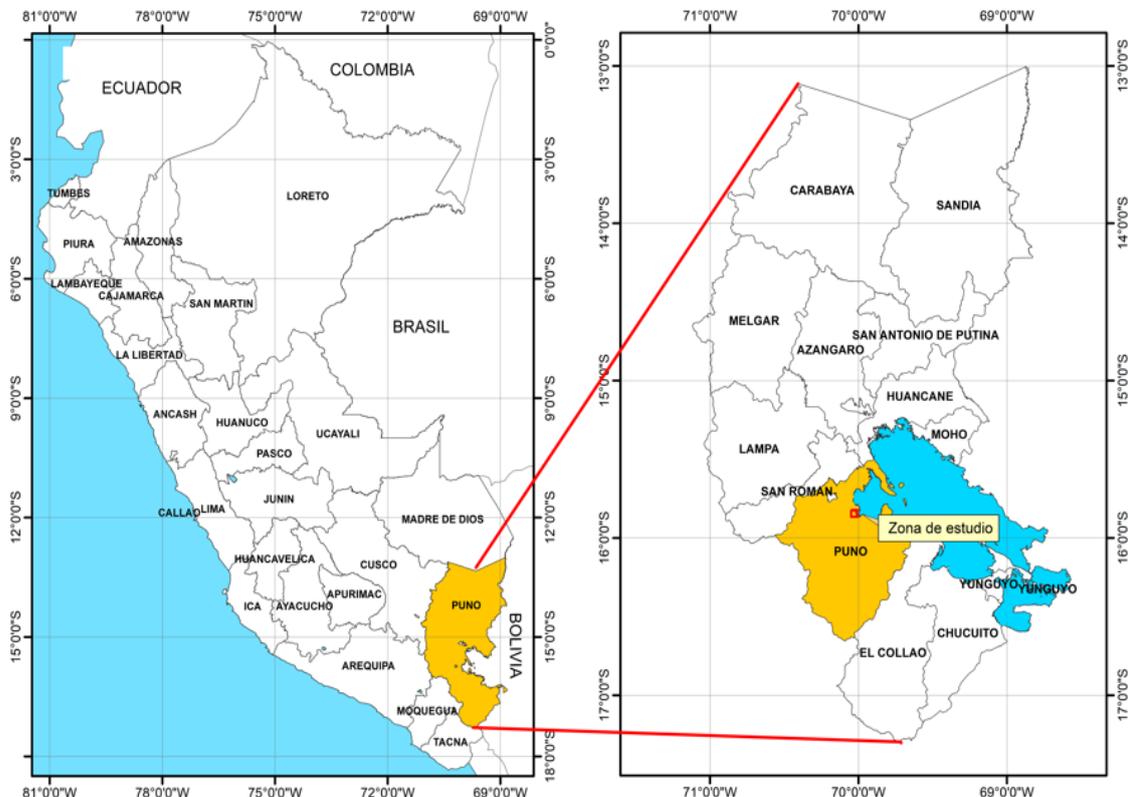


Figura 3. Mapa de ubicación de la zona de estudio

3.2 Población

El presente trabajo de investigación se conceptualizó fundamentalmente en las probetas cilíndricas concernientes al concreto patrón así mismo desarrollando con el concreto experimental. De esta forma todos los datos de la población serán básicamente trabajada y estudiada desarrollando pruebas que determinen el comportamiento físico mecánico.

3.3 Muestra

La medición amigable en la muestra está basado de acuerdo a una demarcación del tamaño de dicha población de 15 probetas respectivamente cilíndricas de concreto, en el trabajo de desarrollo del concreto se incorporó tereftalato de polietileno picado en porcentajes de volúmenes entre 2%, 4%, 6%, y 8% trabajadas y estudiadas en correlación del peso obtenido de los agregados grueso y fino, dicho material de prototipo estará formado por cinco ejemplares de concreto las cuales serán: Concreto patrón, Concreto adicional con PET 2%, Concreto adicionado con PET 4%, Concreto adicionado con PET 6% y Concreto adicionado con PET 8%.

3.4 Método de investigación

3.4.1 Diseño de investigación

Hernández *et al.* (2014), explica en su investigación que constan dos tipos de diseños que son básicamente: los no experimentales y experimentales. Por su naturaleza el presente trabajo de investigación es de tipo Experimental, porque durante el trabajo de elaboración se busca alcanzar y obtener datos adecuados a partir de pruebas de laboratorio.

3.5 Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

3.5.1 Materiales y procedimiento experimental

En el presente proceso de investigación, se han estudiado y desarrollado los diversos mecanismos involucrados en la preparación del concreto. En esta etapa, se muestran los ensayos llevados a cabo en el laboratorio; las cuales se han llevado de acuerdo con las normas técnicas peruanas actualmente vigentes. NTP. (339.034).

3.5.1.1 Cemento

En el desarrollo de este estudio, se empleó el cemento portland puzolánico IP de la marca Rumi, fabricado por la empresa YURA S.A. Los detalles técnicos de este cemento se encuentran presentados en el anexo adjunto.

3.5.1.2 Ensayos de los agregados

A. Muestreo de agregados

Se realizó un muestreo adecuado al ensayar los agregados para la preparación del concreto, por lo tanto, fue fundamental de asegurarse y obtener una buena muestra que sea lo más representativas posible. Esto garantizó la precisión y la confiabilidad de los resultados obtenidos en los ensayos.



Figura 4. Cantera de agregados río Cutimbo

Se llevaron a cabo pruebas de laboratorio bajo la supervisión del personal técnico para determinar las propiedades físicas requeridas para realizar el diseño y la elaboración del concreto. Estos ensayos se realizaron con el objetivo de obtener los datos necesarios para garantizar calidad del material.



Figura 5. Ensayo de agregados, preparación de muestras agregado grueso y fino.

B. Análisis granulométrico

a. Norma

NTP 400.012, ASTM C 136

b. Método

Como se describió y mencionó, se realizó la distribución granulométrica del tamaño de partículas de los agregados que se utilizaron. La granulometría se evaluó mediante el peso de una muestra adecuado y representativo de los agregados, a través de tamices correctamente ordenados de mayor a menor abertura. Estos tamices consistieron en mallas con aberturas estandarizadas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana.

C. Equipo

Balanza. - Para pesar agregados gruesos y finos

Tamices. – El orden de la sucesión de tamices para pruebas de agregados gruesos serán de: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", # 4 y para pruebas de agregados finos son: #4, # 8, # 16, #30, #50, #100, #200.

Procedimiento

Agregado Grueso

En relación al agregado grueso, se obtuvo una cantidad aproximada de muestra de alrededor de 6 kg. En el ensayo correspondiente, se requiere que la muestra de agregado grueso esté completamente seca, por lo tanto, se sometió el material a un horno teniendo una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Una vez cuando el material del agregado quede totalmente seco, se procede a poner la muestra en la tamizadora, comenzando por los tamices de mayor abertura y avanzando hacia los de menor abertura en orden secuencial.

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100
3 1/2 in	90.00 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100
3 in	75.00 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100
2 1/2 in	63.00 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100
2 in	50.00 mm		0.0	0.0	100.0	100.0	100
1 1/2 in	37.50 mm	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100
1 in	25.00 mm	360.1	3.6	3.6	96.4	95.0	100
3/4 in	19.00 mm	1719.8	17.2	20.8	79.2	65.0	85
1/2 in	12.50 mm	2073.9	20.7	41.5	58.5	25.0	60
3/8 in	9.50 mm	2013.6	20.1	61.6	38.4	18.0	44
No. 4	4.75 mm	3840.4	38.4	100.0		18.0	10
No. 8	2.36 mm		0.0	100.0	0.0	0.0	5
No. 16	1.18 mm		0.0	100.0	0.0	0.0	0.000
No. 30	600 μm		0.0	100.0	0.0	0.0	0
No. 50	300 μm		0.0	100.0	0.0	0.0	0
No. 100	150 μm		0.0	100.0	0.0	0.0	0
No. 200	75 μm		0.0	100.0	0.0	0.0	
< No. 200	< No. 200		0.0	100.0	0.0	-	-
MF							7.28
TMN							1 in

Figura 6. Análisis Granulométrico por Tamizado en agregado grueso

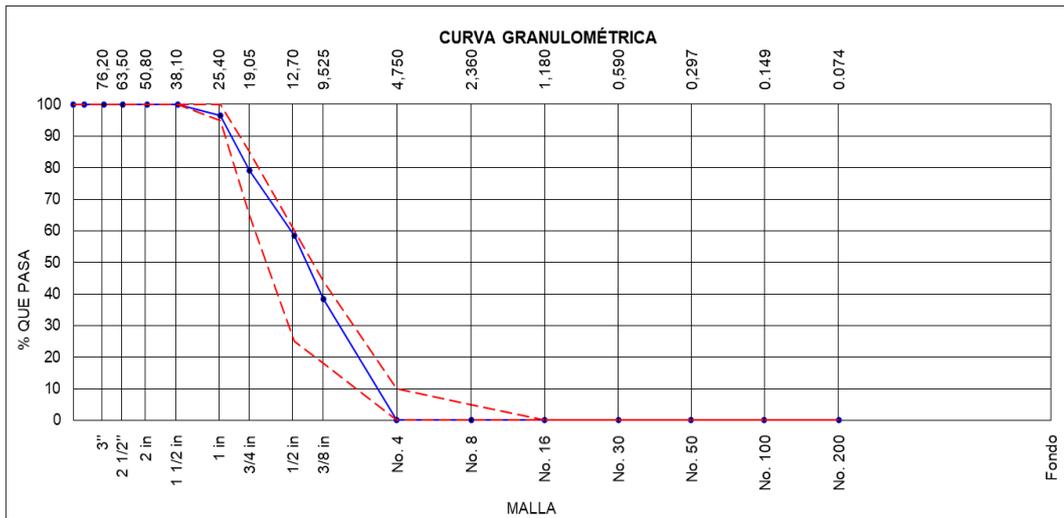


Figura 7. Curva granulométrica agregado grueso.

Agregado Fino

Para el agregado fino, se procedió con una muestra aproximada de 1500 gramos para realizar el ensayo de granulometría. Es importante destacar que esta muestra debe estar completamente seco antes de llevar a cabo el análisis.

Una vez que se ha colocado la muestra en los tamices, se procedió a realizar el proceso de zarandeo durante al menos 2 minutos. Este tiempo garantiza una adecuada separación y clasificación de las partículas en los diferentes tamices.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado fino.

Tabla 8

Análisis Granulométrico por Tamizado en agregado fino

Malla	Peso Retenido o g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100				100	100
3	90				100	100
1/2"	75				100	100
3"	63				100	100
2	50				100	100
1/2"	37.5				100	100
2"	25				100	100
1	19				100	100
1/2"	12.5				100	100
1"	9.5			100	100	100
3/8"	4.75	0	0	100	95	100
# 4	2.36	105.8	21.149425	21.149425	78.850575	80
# 8	1.18	119.6	23.908046	45.057471	54.942529	50
# 16	0.59	109.9	21.969015	67.026487	32.973513	25
# 30	0.297	96.7	19.330335	86.356822	13.643178	5
# 50	0.149	50.4	10.074963	96.431784	3.5682159	0
# 100	0.0000	17.85	3.5682159	100	0	0
Fondo	1					
			MF			3.16
			TMN			---

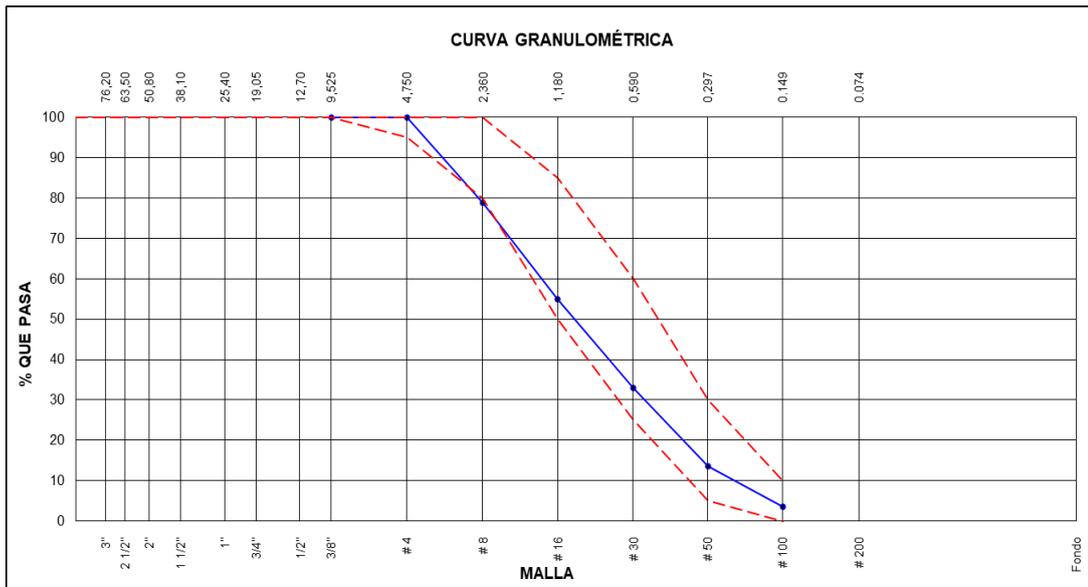


Figura 8. Curva granulométrica agregado fino.

Los resultados del análisis granulométrico se usan para la siguiente:

- Se verificó que los materiales cumplan con las especificaciones técnicas requeridas.
- Se seleccionó el agregado más adecuado disponible.

D. Peso unitario del agregado

3.5.1.3 Peso Unitario Suelto

Realizamos la recolección y partición del material, procedimos a secarlo. Llenamos un recipiente adecuado con una pala hasta que estuviera completamente lleno, permitiendo que el agregado excedente se derramara por encima del borde del recipiente. Eliminamos cuidadosamente cualquier exceso de agregado utilizando una regla, evitando cualquier tipo de compresión.

Tabla 9

Peso unitario suelto del agregado grueso

Identificación	
Peso del molde en (kg)	5.939
Volúmen del molde en (m ³)	0.002127
Peso de molde + muestra suelta (kg)	9.288
Peso de la muestra suelta en (kg)	3.349
Peso unitario suelto (kg/ m ³)	1575

3.5.1.4 Peso Unitario Compactado

Primero se llevó a cabo el proceso de muestreo y cuarteo del material, luego se procedió a secarlo. Después, llenamos aproximadamente un tercio del recipiente de medida y nivelamos la superficie. Utilizamos una varilla para compactar la capa de agregado, realizando 25 golpes uniformemente distribuidos en forma helicoidal sobre la superficie. Luego, con un martillo de goma, golpeamos el recipiente metálico 12 veces para acomodar el material.

Tabla 10

Peso unitario compactado del agregado grueso

Identificación	
Peso del molde en (kg)	1.000
Volumen del molde en (m ³)	5.939000
Peso de molde más muestra compactado (kg)	9.415
Peso de muestra suelta en (kg)	8.415
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1

3.5.1.5 Pruebas

Pruebas en estado fresco.

Este procedimiento cuyo objetivo fue medir la consistencia del concreto se esparce y se extiende el concreto fresco en las muestras cilíndricas, luego se determina el asentamiento (Slump) a demás su peso unitario.

Ensayo de revenimiento.

La prueba de ensayo y observando el asentamiento se recurrió para evaluar la firmeza del concreto y su capacidad de durabilidad. Este ensayo nos proporcionó información sobre la manejabilidad y la plasticidad del concreto juzgado por un examen visual llegando a 4". El ensayo de asentamiento, también conocido como ensayo de revenimiento, se llevó a cabo siguiendo las normas NTP 339.035 y ASTM C-143. El proceso utilizado fue de la siguiente manera:

- 1) Remojando el prototipo del molde y ubicando en una superficie plana.
- 2) Poniendo la muestra del concreto dentro del cono.
- 3) Aplastando el agregado en tres capas equitativamente a 25 varilladas.
- 4) Posteriormente se procedió a nivelar.
- 5) Se quita el cono de una manera adecuada y de forma vertical.
- 6) Se efectúa a medir y sacar el slump con un flexómetro manual.



Figura 9. Medición de Slump

3.5.1.6 Tereftalato de polietileno (PET) utilizado

El PET utilizado en el presente trabajo de investigación se obtuvo por medio del reciclaje mecánico, donde se empleó las mismas instrucciones y son de la siguiente manera:

- El PET utilizado en el presente trabajo, las botellas de plásticos recolectadas provenientes de recicladores se observa envases de Coca Cola, Inca Kola, Pepsi, Kola Real, San Luis, entre otros.

En seguida se acopio en talegas ó sacos, luego las botellas de PET se trituraron en una máquina de molino hasta lograr obtener las hojuelas de PET de 3/8”.

- Las hojuelas de PET se procedió a separar las etiquetas sucias y pegadas que logró adherirse a ellas, se sumergió en una tina con agua limpia, con la ayuda de un colador fueron seleccionadas las hojuelas de botella picada y extraída dichas etiquetas donde se acopio en otro lugar.



Figura 10. Lavado de hojuelas de Tereftalato de Polietileno

- Concluyendo, se procedió a secar al sol las hojuelas de PET extendiéndolo sobre una tela limpia.



Figura 11. Secado de hojuelas de Tereftalato de Polietileno

3.5.1.7 Diseño de la Mezcla del Concreto.

Para la investigación de mezcla de concreto se efectuó el diseño de dicho concreto asumiendo la técnica del comité 211 American Concrete Institute (ACI) el presente procedimiento posee una manera de mezcolanzas donde está establecidas en tablas, las propias que establecen una dosificación buena de los agregados, cemento y agua.

Tabla 11

Dosificación en obra

Descripción	Bolsa/C= 42.5 Kg.	Proporción
CEMENTO (Bl)	42.50	1.00
AGREGADO FINO	0.00	0.00
AGREGADO GRUESO	0.00	0.00
AGUA (Lts.)	23.80	23.80

Tabla 12

Porcentaje de peso del Tereftalato de Polietileno

Nombre	Peso	%
TEREFTALATO DE POLIETILENO	0.2923	2
TEREFTALATO DE POLIETILENO	0.5846	4
TEREFTALATO DE POLIETILENO	0.8769	6
TEREFTALATO DE POLIETILENO	1.1691	8
Total	2.9229	

3.5.1.8 Elaboración de probetas cilíndricas

Para este propósito, se determinó considerar las especificaciones de la Norma NTP 339.033 (ASTM C31) Conocimiento establecido y normalizado en la elaboración determinando el curado de las probetas para así tener pruebas de concreto y los encargos de sugerencia de la Comisión ACI 318-08. En tal razón, se decidió y se elaboró la cantidad de 15 probetas cilíndricas, 5 probetas para los 7 días, 5 probetas para los 14 días y 5 probetas para los 28 días.

A) Método estándar para la elaboración de probetas cilindro de concreto

a. Norma

NTP 339.183, ASTM C-192

b. Método

Para lograr el modelo de una muestra representativa en las probetas de concreto son moldeadas y curadas siguiendo con las instrucciones determinadas en su elaboración.

c. Equipo

-Los modelos cilíndricos, corresponden ser elaborados de material de acero impermeable, estos no deben ser absorbente, corrosivos con el cemento.

- Varilla metálica con punta redondeada y lisa su diámetro de 9.5 mm, pulgadas (3/8") con longitud de 30 cm.

-Cepillo, pala, cucharón, plancha metálica y desmoldante

d. Procedimiento de Ensayo

- Se puso las muestras de los moldes en una zona plana, horizontal y rígida.
- Se realizó una limpieza en los moldes, en la parte interior se lubricó con desmoldante.
- Se colocó el concreto en los moldes correspondientes, se llenó la primera capa con concreto fresco con un aproximado de tercera fracción del molde, luego se chusea 25 veces con la varilla en forma circular, posterior con el martillo de goma se golpeó 12 veces de manera adecuada al entorno del molde, en seguida de este procedimiento se procedió a rellenar la segunda capa y la tercera capa efectuando el mismo procedimiento.
- Después de un corto período de tiempo se procedió a la nivelación del agregado fresco en las probetas, se efectuó con una regla resistente metálica.
- Posteriormente las probetas cilíndricas permanecieron 24 horas en una zona ambiente húmedo de tal forma impedir la pérdida de su humedad, sucedido este lapso se procedió a desmoldar.

B) Curado por inmersión

a. Norma

NTP 339.183, ASTM C-192

b. Método

El propósito del estudio referente al curado de las probetas era extender la hidratación y absorción del cemento de esta manera prevenir la vaporización del agua del concreto en un ambiente húmedo, para impedir la pérdida de su humedad,



Figura 12. Rotulado de briquetas para sumergir en poza de agua

c. Procedimiento

Luego de realizar el desmolde las muestras después de 24 ± 8 hrs, después del vaciado se procedió a marcar las probetas con fechas, para tener un orden en el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, 14 días y 28 días.

Se procedió a ubicar y llevar en un recipiente con agua, este debe ser potable y limpia, donde se cubrió en su totalidad todas las briquetas.



Figura 13. Curado por inmersión de briquetas por 7 días, 14 días y 28 días en poza de curado



Figura 14. Medición de diámetros de las briquetas con equipo vernier precisión de ± 0.05 mm

3.5.1.9 Ensayos de resistencia a la compresión del concreto

a. Norma

NTP: 339.034, ASTM C-39

b. Método

El procedimiento de prueba establece la resistencia sometida a compresión de muestras cilíndricas elaboradas del concreto.

c. Equipo

- Máquina de compresión, donde se aplica la carga continua, y sin impacto
- 02 Cojines de material neopreno
- 02 Platos de rupturas metálicas

d. Procedimiento de Ensayo

- Se retiró las muestras a ser ensayados de los recipientes de curado
- Se puso el código en la parte superior de las probetas de ensayos
- También se tomó las medidas del diámetro de cada probeta, se hizo la medida en dos sitios en ángulos rectos entre sí, después se promedió para calcular el área de la sección.
- Al cilindro se colocó las 02 almohadillas de neopreno se centró dentro de la máquina de ensayo a compresión.
- Luego se desarrolló a realizar el ensayo de carga hasta cumplir con la rotura, el régimen de carga se realizó con una máquina hidráulica.



Figura 15. Prueba de resistencia de las briquetas a compresión uniaxial.



Figura 16. Rotura de briquetas a los 14 días, 2% falla por fisura tipo falla 3



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DICUSIÓN

Propiedades Físicas-Mecánicas

Las pruebas de ensayos realizados en el laboratorio IGC (Ingeniería Geotécnica y Construcción), es para lograr el resultado óptimo de la incorporación de polietileno tereftalato picado y los efectos en las propiedades físicas-mecánicas del concreto se determinó la variación de compresión por cada muestra (patrón, 2%, 4%, 6%, y 8 PET). Los cilindros sometidos a pruebas de ensayo a compresión, en el que se colocaron los dos bloques en los extremos de los cilindros, se ubicaron la probeta en el centro de ambas placas de la máquina de ensayo. Se empleó la carga de forma continua, para que el cilindro haga su rotura y se registra la carga máxima resistida en el ensayo. Se realizó una figura fotográfica.



Figura 17. Rotura de briquetas a los 14 días, 2% falla por fisura tipo 3

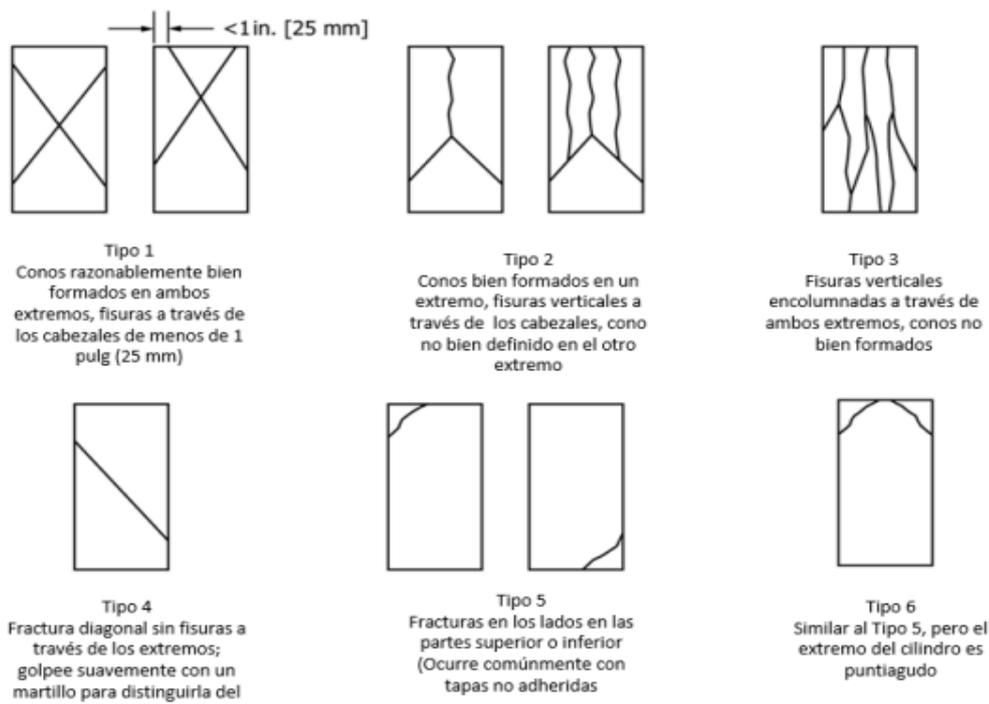


Figura 18. Esquema de los Modelos de Fractura-Fallas Típicos en cilindros de concreto según ASTM C39

Dosificación

Tabla 13

La dosificación de la mezcla de concreto en porcentajes de agregado del Tereftalato Polietileno Picado

	Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua	Tereftalato
0%	2.25196875	4.32631663	6.48812052	1.54778384	0
2%	2.24070891	4.30468505	6.45567992	1.54004492	0.29228379
4%	2.22944906	4.28305347	6.42323932	1.53230601	0.58456759
6%	2.21818922	4.26142188	6.39079871	1.52456709	0.87685138
8%	2.20692938	4.2397903	6.35835811	1.51682817	1.16913518

En la Tabla 13, con respecto a la dosificación de la mezcla de concreto, los parámetros son los siguientes: con el 2% el cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y tereftalato indican 2.24070891, 4.30468505, 6.45567992, 1.54004492, 0.29228379, respectivamente. Con el 4% los parámetros son 2.22944906, 4.28305347, 6.42323932, 1.53230601, 0.58456759 respectivamente, Con el 6% los parámetros son 2.21818922, 4.26142188, 6.39079871, 1.52456709 y 0.87685138 respectivamente. Con el 8% los parámetros son 2.20692938, 4.2397903, 6.35835811, 1.51682817 y 1.16913518, respectivamente. Por lo tanto, los valores más altos se alcanzan con el 2%.

Tabla 14

La dosificación de la mezcla de concreto en Kg de agregado del Tereftalato Polietileno Picado

	Kg	%	Kg	2%	Kg	4%	Kg	6%	Kg	8%
Cemento	42.50	15.39	15.08	0.31	14.77	0.62	14.46	0.92	14.16	1.23
Agregado										
Fino	81.65	29.56	28.97	0.59	28.38	1.18	27.79	1.77	27.20	2.36
Agregado										
Grueso	122.45	44.33	43.45	0.89	42.56	1.77	41.67	2.66	40.79	3.55
Agua	29.60	10.72	10.50	0.21	10.29	0.43	10.07	0.64	9.86	0.86
Total	276.19	100.0	98.0	2.0	96.0	4.0	94.0	6.0	92.0	8.0

En la Tabla 14, para una dosificación óptima de los agregados al 2% el peso total de la mezcla corresponde a 98kg, al 4% el peso de la mezcla es de 96 kg, al 6% el peso total

de la mezcla es de 94%, mientras que al 8% el peso total alcanza 92kg. Esto quiere decir que a mayor porcentaje del tereftalato polietileno picado el peso total de la mezcla disminuye.

Parámetros y características del concreto con el tereftalato polietileno picado

Tabla 15

Características del concreto con el aditivo de PET a un tiempo de 7 días

Muestra	Diámetro cm	Área cm ²	Fuerza Kg	Resistencia Kg/cm ²	Capacidad de diseño %
Adicionando al 0 %	15.04	177.7	25859	145.6	69.3
Adicionando al 2 %	15.01	177.0	26956	152.3	72.5
Adicionando al 4 %	15.06	178.1	23985	134.6	64.1
Adicionando al 6 %	15.03	177.4	21591	121.7	57.9
Adicionando al 8 %	15.09	178.8	17647	98.7	47.0

En la Tabla 15, se observa que hay una variación en los parámetros cuantitativos cuando se le agrega Tereftalato de polietileno en porcentajes de 2 al 8 %, para el diámetro, área, fuerza, la resistencia y la capacidad de diseño en porcentaje, a los 7 días del ensayo.

Para cada muestra se ha proporcionado un diámetro diferente, el cual al 2% de PET se encontró y fue de 15.01 cm siendo el menor. Lo contrario ocurrió al utilizar al 8% de PET corresponde a un diámetro mayor a los demás con un 15.9 cm. En el caso del área se obtuvo una semejanza ya que al 2% de agregado del PET, resulto un área menor a las demás, mientras que al 8% corresponde un área mayor. A pesar de estas diferencias, en el caso de la fuerza, agregando el 2% del PET se alcanzó 26956 Kg/cm², resistencia, 152.3Kg/cm², mientras que para la capacidad de diseño se indica 72.5%. Cuando se utiliza el tereftalato de polietileno con el 8%, para la fuerza se indica 17647Kg/cm², para la resistencia 98.7Kg/cm², respecto a la capacidad de diseño 47%.

Tabla 16

Características del concreto con el aditivo PET a los 14 días

Muestra	Diámetro cm	Área cm ²	Fuerza Kg	Resistencia Kg/cm ²	Capacidad de diseño %
Adicionando al 0 %	15.08	178.6	34458	192.9	91.9
Adicionando al 2 %	15.03	177.4	35218	198.5	94.5
Adicionando al 4 %	15.02	177.2	32074	181.0	86.2
Adicionando al 6 %	15.01	177.0	29784	168.3	80.2
Adicionando al 8 %	14.99	176.5	27218	154.2	73.4

En la Tabla 16, se observa que a los 14 días la muestra con el tereftalato polietileno picado al 2% mantuvo una relación directa, en tanto el diámetro indica 15.03cm, el área 177.4 cm, alcanzando una máxima fuerza de 35218 Kg/cm² con una resistencia de 198.5 Kg y capacidad de diseño al 94%. Al agregar un 8% del aditivo se observa una relación directa entre el diámetro, área, fuerza, resistencia y capacidad de diseño.

Tabla 17

Características del concreto con el aditivo PET a los 28 días

Muestra	Diámetro cm	Área cm ²	Fuerza Kg	Resistencia Kg/cm ²	Capacidad de diseño %
Adicionando al 0 %	15.08	178.8	37998	212.5	101.2
Adicionando al 2 %	15.04	177.7	38545	217.0	103.3
Adicionando al 4 %	15.03	177.4	36115	203.6	96.9
Adicionando al 6 %	15.01	179.1	34910	194.9	92.8
Adicionando al 8 %	15.03	177.4	32155	181.2	86.3

En la Tabla 17, se aprecia que a los 28 días la fuerza que soporta el concreto con el tereftalato polietileno picado varía en las características en tanto la fuerza, resistencia y capacidad de diseño son altas al 2% del PET. Sin embargo, el área óptima es de 177,7 cm² y un diámetro de 15.4cm. Con el 6% del PET, el área y el diámetro son menores, pero la fuerza, resistencia y capacidad de diseño presentan parámetros más bajos.

Resistencia a la compresión

De acuerdo con los resultados experimentales en el laboratorio para el concreto patrón 210 kg/cm², se realizaron los análisis a los 7, 14 y 28 días utilizando el aditivo tereftalato de polietileno en los porcentajes 2%, 4%, 6% y 8%. Estos porcentajes de PET representan la proporción en la que se ha añadido el tereftalato de polietileno al concreto en relación con el volumen total de la mezcla.

Tabla 18

Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

Muestra	Fuerza
	Kg/cm ²
Adicionando al 0 %	25859
Adicionando al 2 %	26956
Adicionando al 4 %	23985
Adicionando al 6 %	21591
Adicionando al 8 %	17647

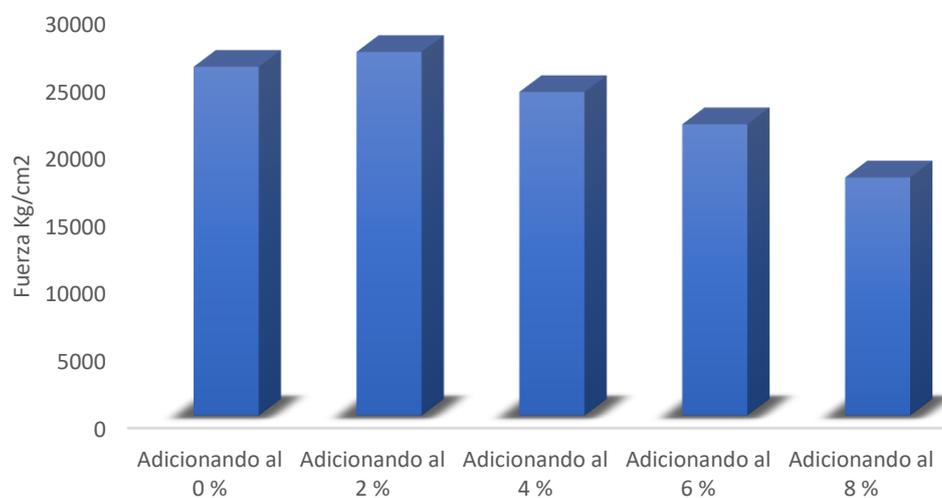


Figura 19. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días

En la Figura 19, se puede notar una tendencia general, a medida que aumenta el porcentaje de tereftalato de polietileno, la resistencia a compresión del concreto tiende a disminuir. En este caso, se puede apreciar que la disminución de la resistencia a la compresión es gradual con cada incremento de proporción. Se utilizó un porcentaje del 2% de tereftalato de polietileno, la resistencia a la compresión desarrollado sobre el concreto a los 7 días

fue de 26956 Kg/cm² de fuerza. A medida que se incrementa el porcentaje de PET al 4%, la resistencia disminuye a 26956 Kg/cm² de fuerza. Si se utiliza un porcentaje del 6%, la resistencia alcanza los 21591 Kg/cm² de fuerza, y finalmente, con un porcentaje del 8%, la resistencia disminuye en 17647 Kg/cm² de fuerza. Así mismo Lugo y Torres (2019) en su investigación caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras polímeras recicladas de PET. A los 7 días alcanzó (sin fibras, 96 kg, 188 kg y 282 kg de fibras) donde concluye que, aunque las resistencias aumenta considerablemente en todas las mezclas esto es debido al tiempo de curado y no al porcentaje de fibras llegando a una resistencia de 28200 Kg/cm². Por lo tanto, en el trabajo que se desarrolló con adición de tereftalato de polietileno PET al 2%, llego a su máximo esfuerzo de compresión de 26956 Kg/cm² de fuerza según la figura 17, lo cual indica que tiene cierta similitud la resistencia a compresión, pero de ahí en adelante empieza a disminuir su fuerza.

Tabla 19

Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

Muestra	Fuerza
	Kg/cm ²
Adicionando al 0 %	34458
Adicionando al 2 %	35218
Adicionando al 4 %	32074
Adicionando al 6 %	29784
Adicionando al 8 %	27218

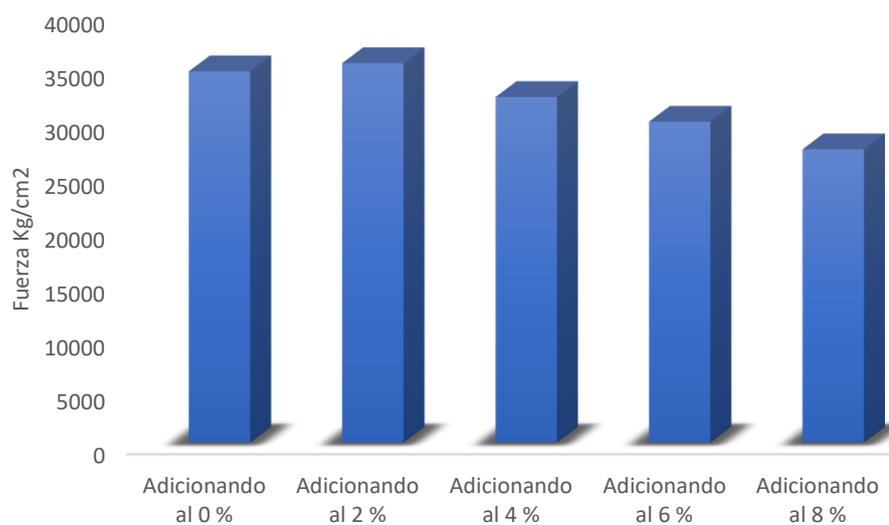


Figura 20. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días

En la Figura 20, se aprecia que hay una relación inversa en el comportamiento del concreto cuando aumenta el porcentaje de tereftalato de polietileno, es decir la resistencia a la compresión se reduce de forma gradual. Haciendo uso de 2% del mencionado agregado, la resistencia a la compresión a los 14 días indica 35218 Kg/cm² de fuerza, pero con el 4% se reduce la resistencia a 32074 Kg/cm² de fuerza. Según Duran y Velázquez (2016) en su muestra PA-05 a los 14 días de ensayo, llega a una carga máxima de compresión de 35590 Kg/cm². Por lo tanto esto nos indica que este material agregado de cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar, se asemeja con el trabajo que se desarrolló con el material de tereftalato de polietileno ya que ambas muestras llegan a una resistencia de compresión encima de 32000 Kg/cm². Cabe indicar que estos estudios están a diferente altura y clima.

Tabla 20

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

Muestra	Fuerza Kg/cm ²
Adicionando al 0 %	37998
Adicionando al 2 %	38545
Adicionando al 4 %	36115
Adicionando al 6 %	34910
Adicionando al 8 %	32155

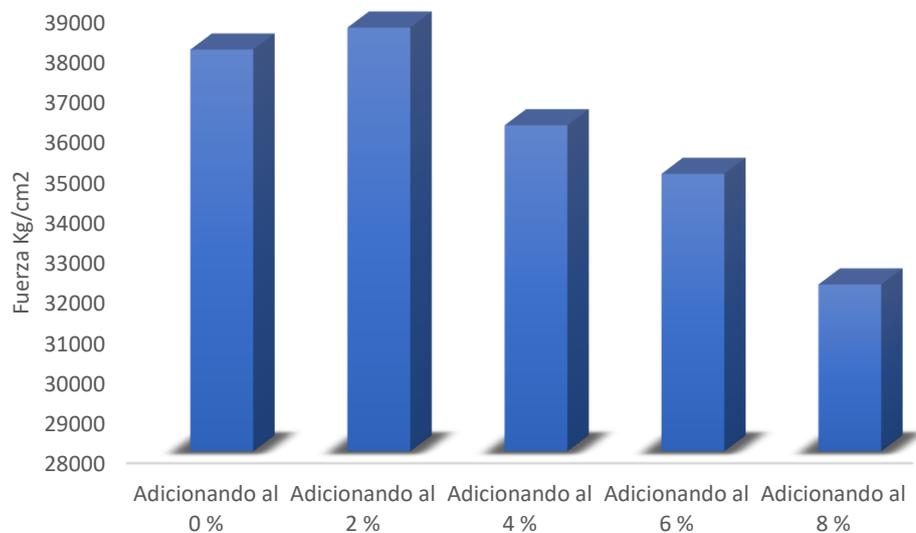


Figura 21. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días

En la Figura 21, de la misma forma se observa una relación inversa: si se acrecienta el porcentaje de tereftalato de polietileno, la resistencia a la compresión se reduce de manera gradual. Cuando se hace uso del 2% del tereftalato de polietileno PET, a los 28 días indica 38545 Kg/cm² de fuerza. Cuando se aumenta al 4% del mencionado insumo la resistencia alcanza 36115 Kg/cm² de fuerza; con el 6% la resistencia es de 34910 Kg/cm² de fuerza. Por último, con un porcentaje del 8% la resistencia disminuye alcanzando 32155 Kg/cm² de fuerza.

Según Pinedo (2019), en su publicación denominado. Estudio de resistencia a la compresión del concreto F_c 210 Kg/cm², con el incremento de plástico reciclado PET. La resistencia a la compresión del concreto con adición de PET a edad de 28 días, fue de 22000 Kg/cm², con adición de plástico reciclado PET de 5%, 10% y 15%. Por lo tanto, en relación al trabajo que se realizó a los 28 días con un incremento de 0%, 2%, 4%, 6%, 8% de tereftalato de polietileno, el 2% llegó a una resistencia de compresión de 38545 Kg/cm². Concluyendo que, cuanto más porcentaje de PET disponga a la mezcla disminuirá la resistencia a la compresión del concreto. Finalmente, ya que se obtuvo resistencias a la compresión del concreto con adición de plástico reciclado PET puede ser utilizado en elementos no estructurales pisos y veredas, teniendo la ventaja de reducir la contaminación ambiental generada por los plásticos PET, creando una alternativa de reciclaje en el uso de la construcción.

Tabla 21

Resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días

Muestra	7 día	14 días	28 días
Adicionando al 0 %	25859	34458	37998
Adicionando al 2 %	26956	35218	38545
Adicionando al 4 %	23985	32074	36115
Adicionando al 6 %	21591	29784	34910
Adicionando al 8 %	17647	27218	32155

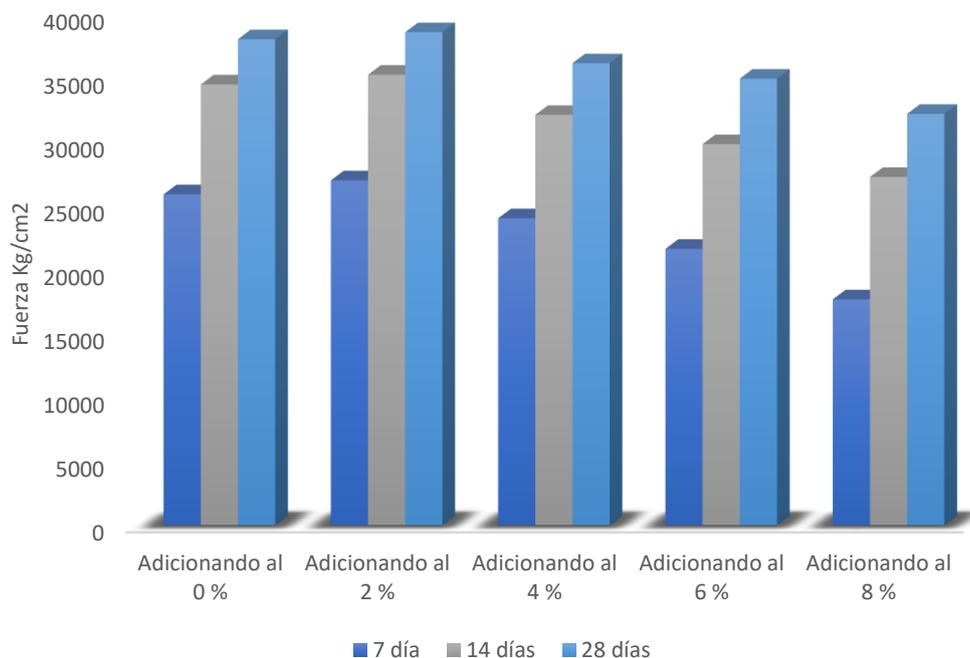


Figura 22. Resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días

En la Figura 22, el porcentaje que optimiza la resistencia a la compresión del concreto es de 2% a los 28 días con el 38545 Kg/cm² de fuerza, mientras que el parámetro más bajo indica que a los 7 días se alcanza 17647 Kg/cm² de fuerza con el 8% del PET. Agregando el tereftalato de polietileno a los 7 días, 14 días y 28 días con un 4%, presenta los siguientes valores 23985, 32074, 36115 Kg/cm² de fuerza. Cuando se agrega el 6% de tereftalato de polietileno, a los 7 días, 14 días y 28 días, se indican los siguientes valores 2159, 29784, 34910 Kg/cm² de fuerza.

CONCLUSIONES

-PRIMERA: Los materiales utilizados de acuerdo a los análisis granulométricos de los agregados gruesos y finos cumplen con las especificaciones técnicas de la NTP requeridas, la trabajabilidad para el concreto fresco; tiene una variación significativa, en los porcentajes obteniéndose un concreto trabajable de firmeza, por otra parte, el concreto con incorporación de 2 % de PET no muestra una variación significativa en todo lo que corresponde a la docilidad donde se logró un concreto trabajable de una buena consistencia logrando ser utilizado en los propios elementos de un concreto, que el concreto patrón, esto debido a que sus propiedades son similares.

-SEGUNDA: Con respecto a la dosificación de la mezcla de concreto, los parámetros establecidos son: con el 2% el cemento, agregado fino, agregado grueso, agua y tereftalato indican 2.24070891, 4.30468505, 6.45567992, 1.54004492, 0.29228379, respectivamente. Con el 4% los parámetros son 2.22944906, 4.28305347, 6.42323932, 1.53230601, 0.58456759, con el 6% los parámetros son 2.21818922, 4.26142188, 6.39079871, 1.52456709 y 0.87685138. Con el 8% los parámetros son 2.20692938, 4.2397903, 6.35835811, 1.51682817 y 1.16913518. Por lo tanto, los valores más altos se alcanzan con el 2%.

- TERCERA: Para una dosificación óptima de los agregados al 2% el peso total de la mezcla corresponde a 98kg, al 4% el peso de la mezcla es de 96 kg, al 6% el peso total de la mezcla es de 94%, mientras que al 8% el peso total alcanza 92kg. Esto quiere decir que a mayor porcentaje del aditivo tereftalato polietileno picado el peso total de la mezcla disminuye.

-CUARTA: El porcentaje que optimiza la resistencia a la compresión del concreto es de 2% a los 28 días con el 38545 Kg/cm² de fuerza, mientras que el parámetro más bajo indica que a los 7 días se alcanza 17647 Kg/cm² de fuerza con el 8% del PET. Agregando a los 7,14 y 28 días un 4% del aditivo, se presenta los siguientes valores 23985, 32074, 36115 Kg/cm² de fuerza. Cuando se agrega el 6% del aditivo, a los 7,14 y 28 días se indican los siguientes valores 2159, 29784, 34910 Kg/cm² de fuerza.

RECOMENDACIONES

- Continuar con las investigaciones, realizando todos los ensayos experimentales con la mezcla diseñada con tereftalato de polietileno PET, para mejorar su trabajabilidad sin modificar la relación agua cemento.
- Realizar investigaciones utilizando aditivos como plastificantes como el Sika, floculantes acelerantes como el per-Rapid 2 y retardantes para mejorar el diseño de mezclas y por ende la resistencia a la compresión, para comprobar la resistencia del tereftalato de polietileno
- Realizar trabajos de investigaciones haciendo uso de polímeros súper absorbentes en zonas húmedas simultáneamente con el cemento, asimismo poseer un buen control de la cantidad de poros en el interior del concreto por el uso del PET, corresponderá de realizar rectificaciones en el diseño de mezclas en todos sus aspectos y no alterar la relación agua-cemento.
- Investigar el comportamiento de diferentes residuos sólidos como las botellas tetra pack, el caucho de las llantas, el latón como componentes, en parte, del concreto o asfalto.

BIBLIOGRAFICA

- Abanto, C. F. (2013). *Tecnología del Concreto*. Lima : San Carlos. Recuperado de:
doi:udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-
flavio-abanto-castillo
- Alesmar, L., Rendón, N., & Korody, M. (2008). Diseños de mezcla de Tereftalato de Polietileno (PET) – Cemento. *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V*, 23(1), 77–86. Recuperado de:
doi:http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_fiucv/article/view/5048
- Argueta, A. A. (2006). *Proyecto de inversión en una planta recicladora de PET en el Estado de Puebla. [Tesis de maestría, Universidad Universidad de las Américas Puebla, México]*. Recuperado de:
doi:http://repositorio.udlap.mx/xmlui/handle/123456789/8402
- Chavez, P. W., & Quispe, T. J. (2019). *Evaluación del comportamiento físico mecánico de la unidad de albañilería de adobe con adición de botellas de plástico picado en la ciudad del Cusco, 2018.[Tesis pregrado, Universidad Nacional de Abad del Cusco]*. Recuperado de:
doi:https://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12918/4300/253T20190379_TC.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Durán, H. N., & Velásquez, A. N. (2016). *Evaluación de la aptitud de concretos, reemplazando parcialmente el cemento portland por cenizas volantes y cenizas de bagazo de caña de azúcar. [Tesis pregrado, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]*. Recuperado de:
doi:http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/bitstream/handle/123456789/963/28818.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Flores, M. N., Flores Medina, D., Hernández Olivares, F., & Navacerrada, M. (2017). Mechanical and thermal properties of concrete incorporating rubber and fibres from tyre recycling. *Elsevier*, 144, 563-573. Recuperado de:
doi:https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.196
- Hernández, S., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill. Recuperado de: doi:https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-
Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

- Ilaita, T. D. (2023). *Análisis de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas incorporando polietileno tereftalato en el diseño de adobe, Juliaca - 2022.*[Tesis pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. recuperado de:
doi:<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/111947>
- Lugo, M. J., & Torres, P. Y. (2019). *Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET* [Tesis pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Recuperado de:
doi:<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/718c2a76-ef3d-4c90-a87b-c75e0c36b46b/content>
- Mas, C. S. (2018). *Aplicaciones del concreto incorporando Tereftalato de Polietileno.*[Tesis pregrado, Universidad Nacional de Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. Recuperado de:
doi:<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1647/Mas%20Ch%C3%A1vez%20Stefany%20Korali.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendoza, C. Y., & ZAnabria, S. N. (2019). *Evaluación del comportamiento mecánico y térmico del concreto con incorporación de tereftalato de polietileno reciclado para la región de Puno.*[Tesis pregrado, Universidad Peruana Unión].
Recuperado de:
doi:https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2095/Yhulio_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- MINAM. (2009). *Informe anual de residuos solidos* . Ministerio del Ambiente .
- Molina, R. S., Vizcaino Cagüño, . A., & Ramírez Santamaría, F. D. (2007). *Estudio de las características físico mecánicas de ladrillos elaborados con plástico reciclado en el municipio de Acacías Meta.*[Tesis pregrado. Universidad de la Salle]. Recuperado de: doi:https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/284/
- Morales, C. M. (2017). *Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado* [Tesis pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería. Lima.
Recuperado de: doi:<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3262713>
- Paricaguán, M. B. (2015). *Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción* [Tesis Doctoral, Universidad de Carabobo]. Recupeado de:
doi:<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2416/bparicaguan.pdf?sequence=1>

- Parizaca, Q. R. (2015). *Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros súper absorbentes en la ciudad de Puno. [Tesis pregrado. Universidad Nacional del Altiplano Puno. Recuperado de:*
doi:<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3274660>
- Pasquel, C. E. (1998). *Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. Recuperado de:*
doi:<https://toaz.info/doc-view-2>
- Pasquel, C. E. (1999). *Temas de la tecnología del concreto. Colegio de Ingenieros del Perú. Recuperado de:*
doi:<https://mega.nz/file/AxZikShC#RnmpNAinK6wCdhjyngi22yyB7xmXNEbqX0xZpIoy9uU>
- Pinedo, P. J. (2019). *Estudio de Resistencia a la Compresión del Concreto $F'c = 210$ kg/cm², con el incremento de Plástico Reciclado (PET), en la Ciudad de Tarapoto, 2018. [Tesis pregrado, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto]. Recuperado de:*
doi:<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/3458/1/ING.%20CIVIL%200-%20Jean%20Richard%20Pinedo%20P%20c3%a9rez.pdf>
- Reyna, P. C. (2016). *Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Trujillo]. Recuperado de:*
doi:<http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3158/TESIS%20MAESTRIA%20CESAR%20ALBERTO%20REYNA%20PARI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rivva, L. E. (1992). *Tecnología de concreto: Diseño de mezclas. Recuperado de:*
doi:<https://dokumen.tips/documents/diseño-de-mezclas-enrique-rivva-lopez.html?page=1>
- Rivva, L. E. (2004). *Naturaleza y materiales del concreto . Recuperado de:*
doi:<https://dokumen.tips/documents/1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf.html>
- Saucedo, R. J., Atoche Zamora, J. J., & Muñoz Pérez, S. P. (2017). Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura. *revistas unilibre*, 18(2). Recuperado de: doi:10.18041/1794-4953/avances.2.6942

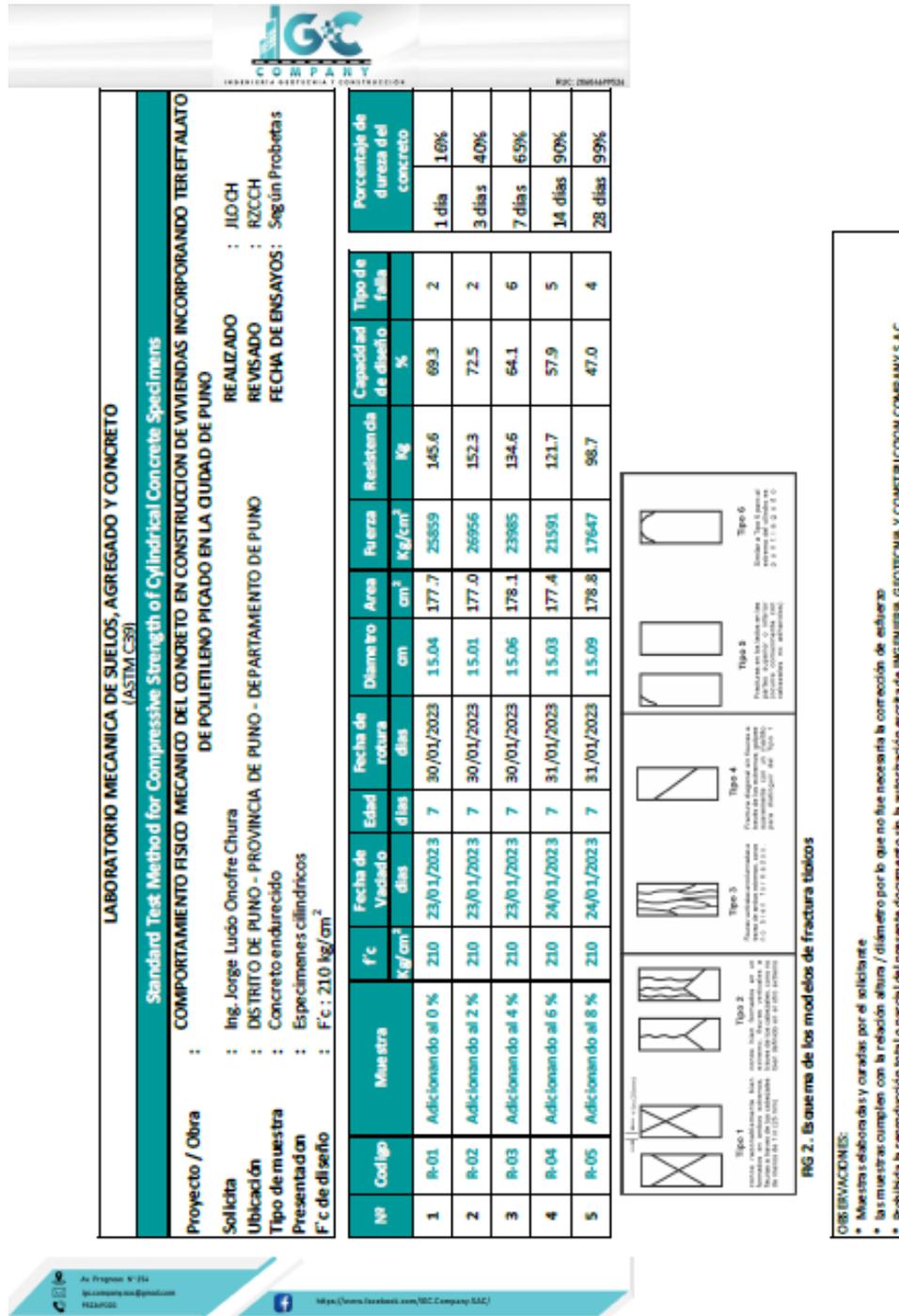


- Stulz, R., & Mukerji, K. (1997). Materiales de construcción apropiados. *Saint Gallen: SKAT Publications*, 431. Recupearo de: doi:<https://craterre.hypotheses.org/511> WordPress. (29 de Mayo de 2017). Obtenido de <https://botespet.wordpress.com/>
- NTP 400.037 Peruana 2014 Especificaciones normalizadas para agregados en concreto. Recuperado de: <https://kupdf.net/download/ntp-4000372014>.
- NTP 400.017;2011. Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/343664826/NTP-400-017-2011>.
- NTP 400.022; 2013. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- NTP 400.021; 2002. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
- NTP 339.034; 2008. CONCRETO. Método de ensayo para el esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- NTP 339.035; 2009. CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto con el cono de Abrams.
- NTP 339.183; 2009. CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
- ASTM C39 ENSAYOS AL CONCRETO. Esfuerzo de compresión en especímenes cilíndrico de concreto.



ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los ensayos de los agregados



INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONSTRUCCIÓN

RUC: 2084470001

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, AGREGADO Y CONCRETO
(ASTM C39)

Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFALATO DE POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO

Proyecto / Obra	: Ing. Jorge Ludo Onofre Chura										
Solicita	: JLO/CH										
Ubicación	: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO										
Tipo de muestra	: Concreto endurecido										
Presentación	: Especímenes cilíndricos										
F'c de diseño	: F'c : 210 kg/cm²										
REALIZADO	: RZCCH										
REVISADO	: Según Probetas										
FECHA DE ENSAYOS	: Según Probetas										

Nº	Código	Muestra	f'c kg/cm ²	Fecha de Vaciado días	Edad días	Fecha de rotura días	Diámetro cm	Área cm ²	Fuerza kg/cm ²	Resistencia kg	Capacidad de diseño %	Tipo de falla	Porcentaje de área del concreto
1	R-01	Adicionado al 0 %	210	31/01/2023	14	14/02/2023	15.08	178.6	34458	192.9	91.9	5	1 día 1.0%
2	R-02	Adicionado al 2 %	210	31/01/2023	14	14/02/2023	15.03	177.4	35218	198.5	94.5	3	3 días 4.0%
3	R-03	Adicionado al 4 %	210	31/01/2023	14	14/02/2023	15.02	177.2	32074	181.0	86.2	3	7 días 6.5%
4	R-04	Adicionado al 6 %	210	31/01/2023	14	14/02/2023	15.01	177.0	29784	168.3	80.2	2	14 días 9.0%
5	R-05	Adicionado al 8 %	210	31/01/2023	14	14/02/2023	14.99	176.5	27218	154.2	73.4	3	28 días 9.9%

Tipo 1
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

Tipo 2
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

Tipo 3
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

Tipo 4
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

Tipo 5
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

Tipo 6
Muestra con aditivo de fibra de polietileno picado (F'c = 210 kg/cm²)

FIG. 2. Esquema de los modelos de fractura típicos

OBSERVACIONES:

- Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de altura
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONSTRUCCIÓN COMPANY S.A.C.

Av. Progreso N° 214
Barranco, Lima 18
Perú

<https://www.facebook.com/IGCCompanySAC/>

IGC
INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONSTRUCCIÓN

INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION

RUC: 20404499526

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, AGREGADO Y CONCRETO (ASTM C39)									
Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens									
COMPORTAMIENTO FISICO MECANICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCION DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFALATO DE POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO									
Proyecto / Obra		: Ing. Jorge Lucio Onofre Chura							
Solicita		: Ing. Jorge Lucio Onofre Chura							
Ubicación		: DISTRITO DE PUNO - PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO							
Tipo de muestra		: Concreto endurecido							
Presentación		: Especímenes cilíndricos							
F'c de diseño		: F'c : 210 kg/cm ²							
REALIZADO		: JLOCH							
REVISADO		: RZCCH							
FECHA DE ENSAYOS		: Según Probetas							

Nº	Codigo	Muestra	f _c Kg/cm ²	Fecha de Vaciado días	Edad días	Fecha de rotura días	Diametro cm	Area cm ²	Fuerza Kg/cm ²	Resistencia Kg	Capacidad de diseño %	Tipo de falla	Porcentaje de dureza del concreto
1	R-01	Adicionando al 0 %	210	1/02/2023	28	1/03/2023	15.09	178.8	37998	212.5	101.2	5	16%
2	R-02	Adicionando al 2 %	210	1/02/2023	28	1/03/2023	15.04	177.7	38545	217.0	103.3	5	40%
3	R-03	Adicionando al 4 %	210	1/02/2023	28	1/03/2023	15.03	177.4	36115	203.6	96.9	5	65%
4	R-04	Adicionando al 6 %	210	1/02/2023	28	1/03/2023	15.1	179.1	34910	194.9	92.8	3	90%
5	R-05	Adicionando al 8 %	210	1/02/2023	28	1/03/2023	15.03	177.4	32155	181.2	86.3	2	99%

Av. Progreso N° 254
 igc.company.sac@gmail.com
 952369303

<https://www.facebook.com/IGC Company SAC/>

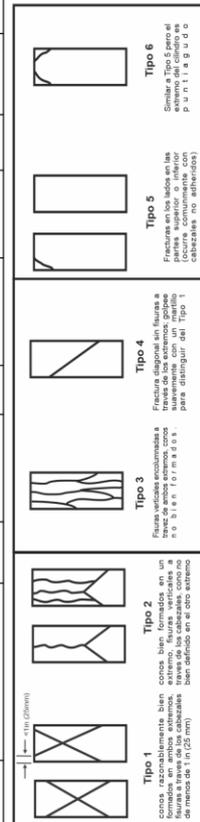


FIG 2. Esquema de los modelos de fractura típicos

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNIA Y CONSTRUCCION COMPANY S.A.C.

Anexo 2. Resultados del ensayo químicos de materiales (INIA)



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI IP – ALTA RESISTENCIA

DESCRIPCIÓN

LA DURABILIDAD

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

El Cemento Portland Pozzolánico Rumi IP, ALTA RESISTENCIA, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Pozzolánico Rumi IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA RESISTENCIA, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP	Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595
MgO (%)	1.59	6.00 Mlx.
SO ₃ (%)	1.75	4.00 Mlx.
Pérdida por Ignición (%)	2.14	5.00 Mlx.

REQUISITOS FÍSICOS	CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO RUMI TIPO IP		Norma NTP 334.890 ASTM C-595		Comparación Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma NTP 334.260 / ASTM C150	
	kgf/cm ²	MPa	kgf/cm ²	MPa	kgf/cm ²	MPa
Peso específico (gr/cm ³)	2.85	-	-	-	-	-
Exposición en esteche (%)	8	0.80 Mlx.	-	-	-	-
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170	45 Min.	-	-	-	-
Fraguado Vicat final (minutos)	270	420 Mlx.	-	-	-	-
Resistencia a la compresión	1 día	104	30	-	-	-
	3 días	159	30	133 Mlx.	13	12
	7 días	247	34	204 Mlx.	20	19
	28 días	342	34	255 Mlx.	25	-
	60 días	367	39	-	-	-
	Resistencia a los sulfatos	Cemento IP		-		Cemento Tipo V
% Expansión a los 14 días	0.008	-	-	-	0.04 Mlx.	-

TIPO IP – ALTA RESISTENCIA

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PERÚ
Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

INTERESADO

SOLICITANTE

DIRECCION

PROCEDENCIA

TIPO DE ANALISIS

N° DE ANALISIS

MUESTRA

FECHA DE RECEPCIÓN

FECHA DE CERTIFICACIÓN

REPORTE DE ANALISIS

: Comportamiento Físico Mecánico del Concreto en Construcción de Viviendas Incorporando Tereftalato de Polietileno Picado en la Ciudad de Puno.

: Ing. Jorge Lucio Onofre Chura.

: Cantera Cutimbo.

: Sulfatos, Cloruros Conductividad Eléctrica, Sólidos Totales Disueltos, pH.

: 01.

: Suelos (arena).

: 26 de Enero del 2023.

: 27 de Enero del 2023.

N°	Clave Usuario	Sulfatos (SO ₄ ²⁻ mg/L)	Cloruros (Cl ⁻ mg/L)	C.E. mS/cm 25°C	pH	STD mg/L
01	Comportamiento Físico Mecánico del Concreto en Construcción de Viviendas Incorporando Tereftalato de Polietileno Picado en la Ciudad de Puno. Cantera Cutimbo.	53,79	70,92	20,00	7,90	200
02						
03						
04						
05						

Métodos utilizados en el Laboratorio:

1. Lectura de Sulfatos Espectrofotómetro 21 (Precipitación con Cloruro de Bario)
2. Lectura de Cloruros. Valoración con Nitrato de Plata
3. Reacción Potenciometría y/o Pesaje de doble electrodo
4. Conductímetro C.E.
5. Sales Totales Disueltas Mufa (solución con ácido clorhídrico)

Conclusiones:
Las muestra analizada CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales (Métodos utilizados).

Nota:
Cualquier corrección y/o enmendadura anula el presente documento. El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo.

Validez del Certificado:
El presente Certificado es válido, si permanece en el papel original. El documento en su papel original tendrá validez por el periodo de noventa (90) días calendario a partir de la fecha de emisión.

INIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ALTA PUNO

Ing. JORGE ONOFRE CHURA
Jefe Laboratorio Analítico



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001878

LQ - 2023

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUAS- AGUA POTABLE

PROCEDENCIA : AGUA POTABLE, COSTANERA, DISTRITO DE PUNO
PROYECTO : COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFALATO DE POLIETILENO FISADO EN LA CIUDAD DE PUNO
INTERESADO : JORGE LUCIO CINOFRE CHURA
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 13/03/2023, por el interesado
ANÁLISIS : 13/03/2023
COD. MUESTRA : B009-002403

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO	Líquido
COLOR	Incoloro
OLOR	Inodoro

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH	6.95
Temperatura	12.9 °C
Conductividad Eléctrica	662.00 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO ₃	357.12 mg/L
Alcalinidad como CaCO ₃	97.21 mg/L
Cloruros como Cl	231.98 mg/L
Sulfatos como SO ₄ ⁻²	92.60 mg/L
Celso como Ca ⁺⁺	58.75 mg/L
Magnesio como Mg ⁺⁺	51.53 mg/L
Sólidos Totales Disueltos	380.00 mg/L
Porcentaje de salinidad	0.30 ‰
Turbidez	6.00 NTU

INTERPRETACIÓN

L.- Los parámetros físico-químico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con los Estándares de calidad ambiental para consumo humano, según D S 004-2017-MINAM.

Puno, C.U. 14 de marzo del 2023.

VºBº



WALTER LUIS CINOFRE CHURA
ANALISTA FÍSICO-QUÍMICO

Calle Universitaria Ar. Final s/a Facultad de Ing. Química - Teléfono: (051) 366190

Anexo 3. Panel Fotográfico



Imágen 1. Lavado De Tereftalato De Polietileno



Imágen 2. Secado De Tereftalato De Polietileno



Imagen 3. Preparación De Agregados



Imágen 4. Secado De Agregados Al Horno



Imágen 5. Prueba Del Slump



Imágen 6. Preparación De Proporción Para Diseño



Imágen 7. Preparación Para El Curado



Imagen 8. Curado De Cilindros En Agua



Imágen 9. Preparación Y Medición Para Roturas De Briquetas A Los 7 Días



Imagen 10. Prensa De Concreto Norma Astm - 039



Imagen 11. Rompimientos De Briqueta A Fuerza Uniaxial Alos 14 Dias Al 4%



Imagen 12. Rompimientos De Briqueta - Fuerza Uniaxial Alos 28 Dias Al 2%



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo JORGE LUCIO ONOFRE CHURA,
identificado con DNI 01865936 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL,

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFALATO DE
POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 11 de ENERO del 2024


FIRMA (obligatoria)



Huella



Universidad Nacional
del Altiplano Puno



Vicerrectorado
de Investigación



Repositorio
Institucional

AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo JORGE LUCIO ONOFRE CHURA identificado con DNI 01865936 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

MAESTRÍA EN TECNOLOGÍAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

" COMPORTAMIENTO FÍSICO MECÁNICO DEL CONCRETO EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS INCORPORANDO TEREFALATO DE POLIETILENO PICADO EN LA CIUDAD DE PUNO "

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 11 de ENERO del 2024

FIRMA (obligatoria)



Huella