

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Análisis de la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto con incorporación de 12%, 14% y 16% de PET triturado, según la NTP 399.604 para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco,2022”**

---

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

**AUTOR: Chaca Raymundo, Oliver Deyvis**

**ASESOR: Mato Vicente, Rosner Nadler**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2024**



# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)****CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería**Sub área:** Ingeniería Civil**Disciplina:** Ingeniería Civil**DATOS DEL PROGRAMA:**Nombre del Grado/Título a recibir: Título  
Profesional de Ingeniero Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73599515

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41877736

Grado/Título: Maestro en gerencia pública

Código ORCID: 0000-0003-3638-9284

**DATOS DE LOS JURADOS:**

# D

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Malpartida Valderrama, Yenerit Pamela	Grado de magíster en medio ambiente y desarrollo sostenible mención en gestión ambiental	22516875	0000-0003-2705-4300
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible	41891649	0000-0001-8392-1769

# H



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:45 horas del día **viernes 22 de noviembre de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- |  |            |
|--|------------|
| ✓ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS         | PRESIDENTE |
| ✓ MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA | SECRETARIA |
| ✓ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO         | VOCAL      |

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN No 2492-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA - PASCO, 2022", presentado por el (la) Bachiller. **Bach. CHACA RAYMUNDO, OLIVER DEYVIS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) Aprobado por Unanimidad con el calificativo cuantitativo de 12 y cualitativo de suficiente (Art. 47).

Siendo las 17:24 horas del día **22 del mes de noviembre** del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS  
DNI: 40895876  
ORCID: 0000-0001-7920-1304

**PRESIDENTE**

MG. YENERIT PAMELA MALPARTIDA VALDERRAMA  
DNI: 22516875  
ORCID: 0000-0003-2705-4300

**SECRETARIO (A)**

MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO  
DNI: 41891649  
ORCID: 0000-0001-8392-1769

**VOCAL**



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO, de la investigación titulada “Análisis de la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto con incorporación de 12%, 14% y 16% de PET triturado, según la NTP 399.604 para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco,2022”, con asesor ROSNER NADLER MATO VICENTE, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 307-2020-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA CIVIL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 21 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 17 de septiembre de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 12. Oliver Deyvis, Chaca Raymundo.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1

[repositorio.udh.edu.pe](http://repositorio.udh.edu.pe)

Fuente de Internet

8%

2

[hdl.handle.net](http://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

5%

3

[repositorio.ucv.edu.pe](http://repositorio.ucv.edu.pe)

Fuente de Internet

2%

4

[rinacional.tecnm.mx](http://rinacional.tecnm.mx)

Fuente de Internet

1%

5

[repositorio.unc.edu.pe](http://repositorio.unc.edu.pe)

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO

D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO

D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

Este proyecto va dedicado a mi padre por la confianza y dedicación que tuvo conmigo para formarme profesionalmente y no desistir en el camino, con muchas virtudes y enseñanzas formadas en la vida universitaria, a mi hermano y hermanas que siempre estuvieron ahí apoyándome dando esos ánimos que uno necesita en el camino y así cumplir la meta de obtener el grado profesional, a la Universidad de Huánuco por proporcionarme una infraestructura adecuada y muy acogedora para mi desarrollo profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mediante este trabajo, quiero expresar mi gratitud a los profesionales dedicados a la formación del educando por su sabiduría, enseñanza y fortaleza que uno necesita para una adecuada formación universitaria, a mi alma mater por la infraestructura acogedora durante años de formación la Universidad de Huánuco. A mi asesor por guiarme para el desarrollo de este trabajo, por el tiempo brindado para subsanar aquellos temas complejos y de suma importancia de la investigación.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	X
RESUMEN .....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XIV
CAPÍTULO I .....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	17
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS .....	17
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA .....	18
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICO .....	19
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICO .....	19
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	20
1.6.2. VIABILIDAD TEÓRICA .....	20
1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA .....	20
CAPÍTULO II .....	22
MARCO TEÓRICO .....	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	23
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	24



2.2. BASES TEÓRICAS .....	25
2.2.1. TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) .....	25
2.2.2. CONCRETO .....	38
2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO .....	41
2.2.4. DISEÑO DE MEZCLA .....	43
2.2.3. BLOQUES DE CONCRETO .....	44
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	47
2.4. HIPÓTESIS.....	49
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	49
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA .....	49
2.5. VARIABLES.....	49
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	50
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	50
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES .....	51
CAPÍTULO III .....	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	53
3.1.1. ENFOQUE.....	53
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	53
3.1.3. DISEÑO.....	53
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	54
3.2.1. POBLACIÓN.....	54
3.2.2. MUESTRA .....	55
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..	56
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	56
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	56
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	56
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	57
4.1.1. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F´C) .....	57
4.1.2. RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN DE AGUA .....	64
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS....	72

CAPÍTULO V.....	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	81
CONCLUSIONES .....	84
RECOMENDACIONES.....	85
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Códigos de identificación de los envases de PET .....	32
Tabla 2 Cantidad de botellas de plástico reciclado .....	35
Tabla 3 Clasificación de los bloques según su densidad .....	45
Tabla 4 Requisitos de resistencia .....	46
Tabla 5 Edad de Ensayo del concreto .....	46
Tabla 6 Cantidad de Especímenes que conforman la población .....	55
Tabla 7 Descripción de la muestra según porcentaje de PET triturado .....	55
Tabla 8 Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 0% de PET .....	57
Tabla 9 Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 12% de PET .....	58
Tabla 10 Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 14% de PET .....	58
Tabla 11 Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 16% de PET .....	59
Tabla 12 Datos de la resistencia a la compresión promedio de las muestras con 12%,14% y 16% de PET .....	60
Tabla 13 Resumen de los datos, de la resistencia a la compresión promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET .....	60
Tabla 14 Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 12% de PET triturado.....	61
Tabla 15 Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 14% de PET triturado.....	62
Tabla 16 Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 16% de PET triturado.....	62
Tabla 17 Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y BC con 12%,14%, 16% de PET triturado .....	63
Tabla 18 Datos de absorción con 0% de PET .....	64
Tabla 19 Datos de absorción con 12% de PET .....	65
Tabla 20 Datos de absorción con 14% de PET .....	66
Tabla 21 Datos de absorción con 16% de PET .....	66

Tabla 22 Datos de porcentaje de absorción promedio de las muestras con 12%,14% y 16% de PET.....	67
Tabla 23 Resumen de los datos, del porcentaje de absorción promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET .....	68
Tabla 24 Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 12% de PET triturado.....	69
Tabla 25 Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 14% de PET triturado.....	69
Tabla 26 Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 16% de PET triturado.....	70
Tabla 27 Absorción de agua promedio de los BC con 0% y BC con 12%,14%, 16% de PET triturado.....	71
Tabla 28 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y promedio de 12%,14%,16% .....	72
Tabla 29 Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y promedio de 12,14,16% .....	73
Tabla 30 Prueba de normalidad para los datos de % de absorción de los BC con adición de PET al 0% y promedio 12,14,16% .....	73
Tabla 31 Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción promedio con PET .....	74
Tabla 32 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 12% .....	75
Tabla 33 Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 12% .....	75
Tabla 34 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 14% .....	76
Tabla 35 Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 14% .....	76
Tabla 36 Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 16% .....	77
Tabla 37 Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 16% .....	77

Tabla 38 Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 12% de PET .....	78
Tabla 39 Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 12% de PET .....	78
Tabla 40 Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 14% de PET .....	79
Tabla 41 Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 14% de PET .....	79
Tabla 42 Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 16% de PET .....	80
Tabla 43 Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 16% de PET .....	80
Tabla 44 Cantidad de materiales empleados en los bloques de concreto .	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Producción PET .....	26
Figura 2 Envases plásticos de PET .....	30
Figura 3 Envase Plástico de PET cristalizado .....	31
Figura 4 Códigos de identificación de los envases de PET .....	32
Figura 5 Reciclado de botellas PET en contenedor metálico.....	33
Figura 6 Reciclado de botellas PET en el almacén de la planta de tratamiento .....	34
Figura 7 Botellas plásticas recicladas llenadas en costales.....	34
Figura 8 Botellas plásticas recicladas llenadas en costales.....	35
Figura 9 Máquina trituradora de PET .....	36
Figura 10 Envases de plástico en la ribera del Rio. ....	37
Figura 11 Envases de plástico cubierto sobre el río .....	37
Figura 12 Proceso de moldeo de PET .....	38
Figura 13 Escala de PH .....	42
Figura 14 Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 12% de PET .....	61
Figura 15 Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 14% de PET .....	61
Figura 16 Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 16% de PET .....	62
Figura 17 Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% entre 12%, 14% y 16% de PET .....	63
Figura 18 Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 12% de PET.....	68
Figura 19 Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 14% de PET.....	69
Figura 20 Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 16% de PET.....	70
Figura 21 Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y promedio del 12%, 14% y 16% de PET .....	71
Figura 22 Material pétreo de la cantera sacra familia. ....	115
Figura 23 PET triturado.....	116

Figura 24 Cuarteo del agregado .....	117
Figura 25 Tamizado del agregado .....	117
Figura 26 Ensayo de peso unitario suelto y compactado.....	118
Figura 27 Proceso de llenado del material pétreo en tres capas .....	119
Figura 28 Peso específico y absorción de agregado .....	120
Figura 29 Registro de los pesos de los instrumentos sin agregado.....	120
Figura 30 Peso de muestra, agua y picnómetro .....	121
Figura 31 Muestra sometida al horno .....	121
Figura 32 Contenido de humedad.....	122
Figura 33 Análisis granulométrico del agregado reciclado (PET) .....	123
Figura 34 Agregados distribuidos en 4 tandas.....	125
Figura 35 Vertido del cemento en cada tanda .....	125
Figura 36 Incorporación de PET triturado .....	126
Figura 37 Proceso de llenado del molde metálico .....	126
Figura 38 Desmoldado de los bloques de concreto. ....	127
Figura 39 Curado de los bloques de concreto .....	127
Figura 40 Absorción de los BC con distintos porcentajes .....	128
Figura 41 Proceso de pesado de los bloques de concreto .....	129
Figura 42 Muestras de concreto para el ensayo a compresión .....	130
Figura 43 Muestras de concreto para el ensayo a compresión .....	130
Figura 44 Área de acero y platos de prensa de concreto .....	131
Figura 45 Ajuste de la carga máxima a aplicar .....	131
Figura 46 Aplicación de la carga sobre el bloque de concreto.....	132
Figura 47 Lavado del Material Granular.....	133
Figura 48 Zarandeo de Material Granular .....	133
Figura 49 Apilamiento de Material Granular .....	134
Figura 50 Cargado del Material Granular.....	134
Figura 51 Cantera Sacra Familia .....	135
Figura 52 Material Granular .....	135
Figura 53 Almacenado de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento	136
Figura 54 Planta de Tratamiento.....	136

## RESUMEN

La investigación ha tenido como objetivo principal de determinar la influencia de la incorporación del Tereftalato de Polietileno (PET) triturado en la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de agua en los bloques de concreto. Se utilizó un diseño experimental donde se tomó como muestra un total de 60 bloques de concreto (BC), las cuales estaban conformadas por 4 sub grupos de 15 BC cada uno, con reemplazo de 0%, 12%, 14% y 16% de PET triturado en relación al volumen del agregado global. La metodología empleada es de tipo cuantitativo, con nivel explicativo. Los resultados obtenidos indican que la resistencia a la compresión promedio con adición de PET en 12%, 14% y 16% es de  $f'c=42,202$  Kg/cm<sup>2</sup>, el cual es relativamente más baja en comparación con la resistencia a la compresión del BC patrón el cual tiene un  $f'c=42,584$  Kg/cm<sup>2</sup>. De la misma manera el porcentaje de absorción de agua promedio de los BC con adición de PET en 12%, 14% y 16% es de  $Abs\%=5.361\%$ , el cual es relativamente más alto en comparación con la absorción de agua de los BC patrón el cual tiene  $Abs\%=4.625\%$ . Finalmente se concluye que la incorporación de 12%, 14% y 16% PET triturado influye en la resistencia a la compresión y en la capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto.

**Palabras clave:** Concreto, resistencia a la compresión, PET, bloques de concreto, volumen del agregado.



## ABSTRACT

The main objective of the research was to determine the influence of the incorporation of crushed Polyethylene Terephthalate (PET) on the compressive strength and percentage of water absorption in concrete blocks. An experimental design was used where a total of 60 concrete blocks (BC) were taken as a sample, which were made up of 4 subgroups of 15 BC each, with replacement of 0%, 12%, 14% and 16% of Crushed PET in relation to the volume of the global aggregate. The methodology used is quantitative, with a descriptive and exploratory level. The results obtained indicate that the average compressive strength with the addition of 12%, 14% and 16% PET is  $f'_c=42,202 \text{ Kg/cm}^2$ , which is relatively lower compared to the compressive strength of BC pattern which has a  $f'_c=42,584 \text{ Kg/cm}^2$ . In the same way, the percentage of average water absorption of the BCs with the addition of PET at 12%, 14% and 16% is  $\text{Abs}\%=5.361\%$ , which is relatively higher compared to the water absorption of the BC pattern which has  $\text{Abs}\%=4.625\%$ . Finally, it is concluded that the incorporation of 12%, 14% and 16% crushed PET influences the compressive strength and the water absorption capacity of the concrete blocks.

**Keywords:** Concrete, compressive strength, PET, concrete blocks, aggregate volumen

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la construcción enfrenta un gran desafío en cuanto a la necesidad de encontrar alternativas sostenibles y eficientes para la fabricación de materiales de construcción. En este contexto, Tereftalato de Polietileno (PET) triturado ha sido propuesta como una alternativa viable para mejorar la resistencia a la compresión. Según la investigación realizada por Farias Solano, M. (2019), la adición de PET triturado al 15% puede mejorar significativamente la resistencia a la compresión y reducir la absorción de agua.

No obstante, existe una controversia en torno a los resultados obtenidos con la adición de PET triturado en los bloques de concreto. Por ejemplo, en un estudio llevado a cabo por Flores Guillén, E. (2018), que la incorporación de PET al 15% disminuyó la resistencia a la compresión de los bloques de concreto y el porcentaje de absorción fue aumentando.

Por lo tanto, resulta necesario profundizar en el estudio la relación de PET triturado en la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de agua en los bloques. Por ello, esta investigación se propone analizar detalladamente lo que causa el PET triturado en la resistencia a la compresión y porcentaje de absorción de agua en los bloques de concreto.

Para lo cual en el capítulo I se ha presentado la descripción del problema el problema general, objetivos, justificación y limitaciones de la investigación.

En el capítulo II se ha presentado todo lo que comprende al marco teórico en esta se ha mencionado los antecedentes de otras investigaciones tanto a nivel internacional, nacional y local. También se ha considerado las bases teóricas de las variables de estudio como el PET, resistencia a la compresión y absorción del agua.

En el capítulo III se ha presentado la metodología, en esta se menciona el tipo, enfoque, nivel y diseño de la investigación.

En el capítulo IV se ha presentado el proceso de los datos obtenidos por

medio de ensayos realizados en el laboratorio de concreto y suelos a su vez en esta sección se presenta las contrastaciones de las hipótesis.

En el capítulo V se ha presentado la contrastación de la investigación con otras investigaciones.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Rodríguez y Baca (2021). El aumento excesivo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) provenientes de los distintos sectores, vienen a formar parte de un problema de todos los días, el cual viene generando enfermedades y contaminación ambiental; el componente que más resalta en la RSU son los elementos plásticos de distintas variedades y entre ellas está compuesto en su mayoría por botellas plásticas (PET). El incremento excesivo de la producción de plásticos se volvió un problema para la sociedad, una gran cantidad de toneladas que se han fabricado, un porcentaje pasan a ser desechos plásticos. Lo que resulta que un pequeño porcentaje son reciclados”.

MINAM (2021) informó que actualmente en el Perú producen 19,000 toneladas por día de residuos sólidos, el 52% tiene un destino final adecuado que son los rellenos sanitarios, el 44% en lugares no autorizados y el 4% pasan a segundo uso. Sin embargo, el 10% del total de los residuos es plástico; el 68% son plásticos de un solo uso, que se clasifican en bolsas, botellas PET y Tecnopor, de los cuales el 1.9% de los residuos sólidos reaprovechables son reciclados. Así mismo en el departamento de Pasco en el año 2019, se generaron 37 460.87 toneladas de residuos sólidos, del total 10.64% provenientes de la provincia Daniel Alcides Carrión, 38.25% de la provincia de Oxapampa y 51.11% de la provincia de Cerro de Pasco; así mismo se tuvo un registro de los residuos domiciliarios en el departamento obteniendo 0.56 kilogramos por habitantes por día (kg/hab-día).

Dentro de la ciudad de Yanahuanca en los últimos 5 años se ha observado un crecimiento urbano en un ritmo considerable debido a la inmigración de personas, el cual ha generado en muchas familias dentro de la ciudad una inestabilidad económica, lo que hace que se limiten a tener el acceso a una vivienda; así mismo otro efecto que está causando la

inmigración es el incremento de residuos sólidos, lo que más se evidencia son desechos plásticos (PET) ya que dentro de la ciudad se carece de una cultura de reciclaje, la Municipalidad Provincial Daniel Alcides Carrión, mencionó que con el reciclaje logran juntar aproximadamente de 150 a 300 Kilogramos por mes (kg/mes) de botellas de plástico en la ciudad; y, las demás botellas plásticas llegan a parar en el botadero Municipal, riberas del río Chaupihuaranga y en las calles. Así mismo, dentro de la ciudad de Yanahuanca se observa gran cantidad de fábricas de bloques de concreto de distintas medidas, hechos con cemento, agua y agregados pétreos, este último material es extraído de la Cantera Sacra Familia (Cantera de Cerro) ubicada en Distrito de Simón Bolívar – Pasco.

La presente investigación se realizó para dar un uso alternativo al PET, incorporándolo al BC, siguiendo los parámetros establecidos por la NTP 399.604, con el fin de tener un BC que cumpla los estándares de calidad que exige la normativa peruana, para poder ser usados en distintas obras civiles de uso no estructural.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

**PG:** ¿cómo influye la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en la resistencia a la compresión y en la capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS**

**PE1:** ¿Cuáles son las propiedades físico mecánicas del agregado pétreo para los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022?

**PE2:** ¿Cuáles son las proporciones de materiales para la conformación de los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022?

**PE3:** ¿cuáles son las resistencias a la compresión y capacidad de absorción del agua en los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

**OG:** Determinar la influencia de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

**OE 1:** Analizar las propiedades físico mecánicas del agregado pétreo para los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**OE 2:** Determinar las proporciones de materiales para la conformación de los bloques de concreto patrón y con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado, para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**OE 3:** Determinar la resistencia a la compresión y capacidad de absorción del agua en los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural según la Norma Técnica Peruana en Yanahuanca-Pasco 2022.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Con la justificación explicaremos el motivo de la investigación entre ellas la justificación teórica, práctica y metodológica.

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

El presente estudio tuvo un vínculo de lineamiento de política hacia

el cambio climático y medio ambiente; así como también un vínculo de línea de investigación sobre estructuras. Es de vital importancia incluir tecnologías de materiales innovadoras dentro de nuestro entorno que contribuyan de forma positiva con nuestro medio ambiente y sociedad; es por ello, que la investigación planteada se desarrolló con el fin de tener una nueva unidad (bloques de concreto con 12%, 14% y 16% PET triturado) reduciendo la contaminación ambiental, el peso de la unidad, explotación de la capa fértil de la tierra (desertificación de suelo) y tener una mejor cultura para el reciclado de las distintas variedades de plástico (botellas de plástico tipo PET).

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICO**

Si bien es cierto que con los residuos sólidos producidos a diario dentro del distrito de Yanahuanca se ve con mayor incidencia los componentes plásticos, y entre ellos las botellas plásticas de tipo PET son los que más resaltan; una cierta cantidad de estas botellas van a parar en las riberas del río Chaupihuaranga, otra cantidad es reciclada mediante el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección selectiva de los residuos sólidos y los restos terminan en el botadero Municipal que está ubicado en la Localidad de Tambopampa; es por ello que la presente investigación es justificable debido a que se reemplazó el material reciclado en relación al volumen del agregado global con la finalidad de analizar experimentalmente los bloques de concreto, fabricado a base de PET triturado (agregado reciclado), cemento portland, agua y agregados de la cantera Sacra familia.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICO**

Mediante el trabajo se desarrolló la preparación de bloques de concreto con incorporación de 12%, 14% y 16% de PET triturado de dimensiones de 15cm x 40cm x 20cm, el cual servirá como un nuevo material para implementar en el sector de la construcción.

## **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

En esta investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- Escasa información de antecedentes bibliográficos con incorporación de PET triturado en BC dentro del ámbito local y regional.
- El muestreo y ensayo de los BC estarán sujetos a los parámetros que establece la Norma Técnica Peruana 399.604.
- La falta de comercialización del PET triturado en el ámbito local y regional.
- Los valores de las propiedades físicas mecánicas del PET serán tomadas de fuentes bibliográficas.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

En nuestro país no existen estudios similares para bloques de concreto con incorporación de 12%, 14% y 16% PET triturado, por ello el presente estudio de investigación se llevó a cabo en el ámbito real ya que se contó con los recursos humanos y materiales para poner en marcha el proyecto, del mismo modo la presente investigación contribuirá con un impacto positivo al medio ambiente y a la sociedad.

### **1.6.1. VIABILIDAD ECONÓMICA**

Este proyecto de investigación fue económicamente viable gracias al financiamiento propio.

### **1.6.2. VIABILIDAD TEÓRICA**

El proyecto en curso fue viable debido a que se contó con referencias bibliográficas referentes al PET, concreto y bloques de concreto, de la cual se obtuvieron definiciones, metodologías y bases teóricas.

### **1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA**

Técnicamente la investigación fue viable debido a que se siguió los parámetros que establece la normatividad peruana, desde el proceso de



adquisición de materiales hasta el muestreo y ensayos de los bloques de concreto; de igual manera, se procesó toda la información con el uso del software EXCEL y SPSS.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Moran y Ruiz ( 2017), en su investigación titulado : “Evaluación de la resistencia a compresión y absorción de los bloques huecos a base de cemento, arena, sascab y gravilla con adición de triturado fino PET”. Se tiene que evaluar la resistencia a compresión y absorción de los bloques sustituyendo el agregado fino por PET al 5%, 10% y 15%. Los resultados indicaron que los bloques elaborados con adición de PET triturado fino, no cumplen con la norma de uso estructural. Sin embargo, se demostró que la utilización de sascab mejora la resistencia a compresión con 52.88 kg/cm<sup>2</sup> en comparación con el bloque de muestra patrón el cual obtuvo una resistencia de 49.06 kg/cm<sup>2</sup>. Finalizada la investigación se concluyó que los bloques con contenidos de 0%, 5%, 10% y 15% y los bloques de la región Chetumal, no cumplieron los estándares de NMX-C-404-ONNCCE-2012, no mejoraron sus propiedades y por ello que los bloques deberán considerarse como bloques de uso no estructural.

Caballero y Flores (2016), en su investigación: “Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietilen - Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción”, comprobar que los bloques elaborados a base de PET es una opción en la construcción, bajo la aplicación de ensayos establecidos por la norma NSR-10 y la norma NTC del INCONTEC, además realizó el reemplazo en volumen del agregado fino por 12.5%, 25% y 37.5% de PET. La investigación estuvo comprendida por 5 grupos con contenido de 0%, 12.5%, 25% y 37.5% de PET, cada grupo estaba conformado por 10 especímenes, haciendo un total de 50 especímenes de dimensiones de 15cm x 20cm x 40cm a las cuales se realizaron ensayos de resistencia a la

compresión, absorción, permeabilidad, porosidad, finura, humedad e impacto. La investigación estuvo enmarcada en un ámbito descriptivo y otro experimental. Con la conclusión que la resistencia a la compresión de los especímenes fabricados fue menor que 5 Mpa, los cuales están fuera de la normativa colombiana, por lo tanto, no pueden ser usados como bloques estructurales; sin embargo, la absorción del espécimen es aptos con los parámetros de la normativa colombiana.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Farias (2019), en su investigación titulado : “Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto -2018”. Con la finalidad de conocer la influencia del PET en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques. Para la fabricación de BC empleó el reemplazo de PET al 5%, 15% y 30%, en relación al volumen de agregado fino, así también se realizó los ensayos bajo la norma E 0.70 y la ITINTEC 331.017 y 331.081. Los resultados indican que la sustitución del 15% de PET alcanzó una resistencia a la compresión de 80.84 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el bloque de concreto con un 5% de PET logró una resistencia de 77.38 kg/cm<sup>2</sup>. Sin embargo, la adición del 30% de PET no es favorable, ya que su resistencia a la compresión disminuyó a 69.43 kg/cm<sup>2</sup>.

Finalmente se concluye que al cambiar 15% PET en relación al agregado, si mejora las propiedades físicas y mecánicas.

Flores (2018), en su tesis: “Elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico reciclado PET”. Elaborar elementos prefabricados de concreto usando PET reciclado en reemplazo del agregado grueso. Para la elaboración de bloques de concreto empleó el reemplazo de 15%, 30% y 45% de PET, así mismo en la realización de ladrillos de concreto y adoquines sustituyó el agregado por 10%, 20% y 30% de PET, con distintas relaciones de a/c, las propiedades físicas de los elementos fabricados se determinó siguiendo la Norma Técnica Peruana. La investigación tiene un enfoque

experimental y un procesamiento de los resultados en el software Excel; con la investigación se concluyó que la disminución del peso compensa con el costo de producción de cada bloque, ladrillo o adoquín, justificando esto con el costo de flete y producción en obra, así mismo se tuvo que la resistencia de los elementos fabricados disminuye a medida que aumenta el contenido de PET por el agregado grueso, el porcentaje de absorción se incrementa en los elementos fabricados conforme se va adicionando a la mezcla los porcentajes de PET.

Tueros y López (2016), en su tesis titulado: “Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión y comparados con un bloque de concreto patrón”, El objetivo de evaluar comparativamente las propiedades de los bloques de referencia con respecto a los bloques con contenido de PET al 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%. La población estaba conformada por 126 especímenes, divididos en 07 grupos enfocados a los parámetros que establece la normativa peruana E 0.70 Albañilería. Se concluyó que al sustituir en 5%,10% y 15% de agregado PET aumenta la resistencia a compresión y que al sustituir en porcentajes de 20,25 y 30, de PET disminuye la resistencia a compresión del bloque de referencia. Además, que la absorción y alabeo de las unidades están con los lineamientos de la norma E 0.70.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Quinto (2019), en su tesis titulado : “Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando plástico “PET” reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco – 2019”. Se va agregar hojuelas de PET en un concreto con resistencia a compresión de  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> para evaluar las características físico-mecánicas. Las muestras estuvieron comprendidas por 32 especímenes, las cuales estuvieron agrupadas en cuatro grupos, donde el grupo 1 fue el concreto patrón, Grupo 2 con 5%, Grupo 3 con

10% Y Grupo 4 con 15% de hojuelas de PET. Se ha empleado el método Hipotético Deductivo con un enfoque experimental, donde se inició con un diseño de mezclas de concreto donde se adiciono distintos porcentajes de PET, seguidamente se analizó y evaluó los resultados, determinando así las propiedades físico-mecánicas del concreto. Con los resultados que muestra a los 28 días, la resistencia a la compresión del concreto con la adición de PET al 5% muestra 114,63 Kg/cm<sup>2</sup> el cual se aproxima a las muestras patrón que tiene una resistencia promedio de 186,43 Kg/cm<sup>2</sup>. Se concluyó que aumentar la cantidad de PET no mejora la resistencia a la compresión, reduce la plasticidad y disminuye el asentamiento del concreto.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)**

#### **2.2.1.1. ORIGEN DEL PET**

Lizcano y Guerrero (2020) citando a Wallace H. Carothers en 1928 y su grupo de investigación de la Universidad de Harvard se dedicaron al estudio de los polímeros, de ello obtuvieron diversos polímeros con propiedades físicas muy pobres, por ello decidieron dejar de lado a los poliésteres, e incursionar en el desarrollo de las poliamidas. En 1940 J. R. Whinfield fundó un programa de investigación (CPA) con el objetivo de sintetizar poliésteres, logrando obtener la primera patente, gracias a J. T. Dickinson que obtuvo el PET a partir de etilenglicol y ácido tereftálico.

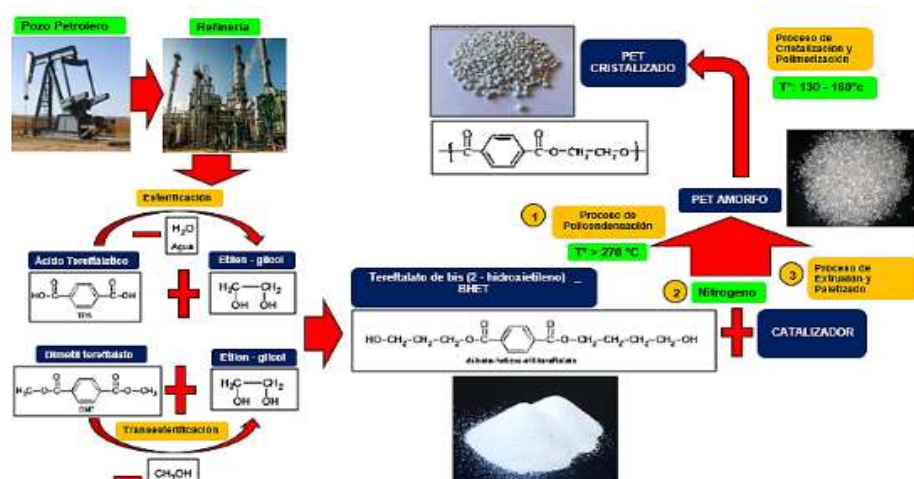
#### **2.2.1.2. DEFINICIÓN DEL PET**

Es un polímero semicristiano termoplástico que se caracterizan por tener propiedades físicas, químicas y mecánicas; el cual comúnmente se usa como insumo principal para la elaboración de botellas y envases, lo que hace que sean reciclados con gran facilidad.

#### **2.2.1.3. PRODUCCIÓN DEL PET**

Suasnavas, (2017) señala que La producción del PET inicia desde la extracción del petróleo del pozo petrolero, el cual pasa por la refinería y da origen a distintos productos, obtenido el ácido tereftálico y el etilenglicol pasan por un proceso de reacción entre ambos, el cual da como producto el tereftalato de bis (2 – hidroxileno) (BHET). El proceso continúa con la policondensación del BHET en presencia de un catalizador, donde una vez alcanzado la longitud y con la masa del polímero se realiza el proceso de la extrusión y paletizado, mediante el cual se logra obtener el PET amorfo, seguidamente se procede con el proceso de cristalización y polimerización hasta obtener una resina de coloración blanca lechosa.

**Figura 1**  
Producción PET



Nota. Procesos del paso a paso para la producción del PET de inicio a fin. Adaptado de Revista Química (PUCP, 2005) y textos científicos.com, (<http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/18726/18963>), (<https://www.textoscientificos.com/polimeros/pet/produccion-pet>).

A continuación, se describe los distintos procesos que intervienen en la producción del PET:

### Esterificación

Armas (2014) señala que un ácido carboxílico o la autocondensación de un ácido hidroxil carboxilo, en donde el grupo

de los carboxílicos proporcionan protones; como el agua es un subproducto de la esterificación debe retirarse eficazmente con el objetivo de obtener un polímero de alto peso molecular.

### **Transesterificación**

Armas (2014) señala que Este proceso requiere un intercambio de éster donde se presenta dos etapas, el primero cuando un dialquil ester intercambia éster con un diol, en donde el subproducto es un alcohol y el segundo, el éster se somete a un proceso de policondensación por alcoholis, obteniendo el poliéster de gran masa molecular.

### **Policondensación**

Es el proceso en el cual el monómero (BHET) reacciona con un catalizador a temperaturas superiores a 270°C.

### **Extrusión y peletizado**

Gester (2022) Es el proceso en el cual una vez que la masa alcanza la viscosidad se introduce nitrógeno, por efecto de la presión obliga a esta masa a pasar por una matriz de forma cilíndrica, cayendo sobre un recipiente con agua se enfría y consolida, luego son cortados, tamizados y almacenados. Los gránulos obtenidos son brillantes y transparentes porque son amorfo.

### **Cristalización**

Huerta (2010).Es el proceso en donde las macromoléculas que se encuentran desordenadas de la estructura amorfa se transforman en una estructura homogénea y organizada, en el cual la resina logra tener un color blanco. Esto se desarrolla con un proceso térmico de 130 – 160 °C en un tiempo variable entre 10 a 60 minutos.

## **Polimerización**

Garza (2014) señala que es un proceso por el cual el material granulado cristalizado es cargado e introducido a un reactor nuclear en tiempo prolongados incorporando fluidos de nitrógeno con una temperatura de 200°C y esto hace que incremente su peso molecular.

### **2.2.1.4. PROPIEDADES DEL PET**

El PET es usado a gran escala a nivel mundial por sus propiedades, a continuación, se muestran las propiedades que lo caracterizan:

#### **2.2.1.4.1. PROPIEDADES FÍSICAS**

##### **DENSIDAD**

Elaplas (2023) señala que La densidad es una magnitud escalar que resulta del cociente entre una cierta cantidad de masa y el volumen que ocupa dicha sustancia. La densidad del PET es igual a 1390 kg/m<sup>3</sup>

##### **PUNTO DE FUSIÓN**

Elaplas (2023) señala que la Temperatura en que el material pasa del estado sólido a estado líquido; para el PET, la temperatura de fusión es de 255°C.

##### **CONDUCTIVIDAD TÉRMICA**

Elaplas (2023) señala que es la capacidad de evaluar la transmisión de calor de un material; la conductividad térmica del PET a 23°C es de 0.29 W/(k-m) (Elaplas, 2023).

##### **TEMPERATURA DE REBLANDECIMIENTO VICAT**

Sánchez, (2023) Es la temperatura en la cual el PET pasa de un estado sólido a un estado gomoso y blando, dicha



temperatura es de  $77.2 \pm 0.4$  °C.

#### **2.2.1.4.2. PROPIEDADES MECÁNICAS**

##### **RESISTENCIA A LA TRACCIÓN**

Elaplas (2023) señala que es la máxima fuerza a la que se puede someter el PET hasta que llegue su punto de falla, dicha resistencia es igual a 90 Mpa.

##### **MÓDULO DE ELASTICIDAD**

Elaplas (2023) señal que es una constante elástica el cual indica la rigidez del PET, el cual tiene un valor de 3700 Mpa.

#### **2.2.1.4.3. PROPIEDADES QUÍMICAS**

El PET presenta excelentes propiedades químicas que a continuación se detallan:

##### **ESTABILIDAD FRENTE A LA TEMPERATURA**

Mariano (2011). El PET frente a temperaturas menores a los 70 °C presentan una estabilidad en sus propiedades.

##### **SOLUBILIDAD**

Mariano (2011) señala que el PET presenta solubilidad en menor medida a solventes aromáticos, halogenados y cetonas; así mismo son insolubles a solventes orgánicos

##### **ESTABILIDAD QUÍMICA**

Mariano (2011) El PET presenta una estabilidad termodinámica el cual en sus condiciones ambientales y de uso mantiene sus propiedades útiles durante una escala de tiempo expuestos a la humedad, calor y aire.

## BIODEGRADABILIDAD

Muñoz (2012) señala que el PET no experimenta una degradación por la intervención de microorganismos debido a que estos, no presentan mecanismos para atacarlos

## TOXICIDAD

Olarte (2019) señal que el PET no es toxico siempre en cuando es puro, pero cuando son reutilizados podrían contener bacterias en él, además en el proceso de producción emplean el uso del trióxido de antimonio como catalizador, posiblemente liberan formaldehido y acetaldehído los cuales son dañinas para la salud.

### 2.2.1.5. TIPOS DE PET

Según el Grupo de Innovación (s/f) existen los siguientes tipos de PET.

#### A-PET

Estos tipos de plásticos no tienen una forma definida (amorfo) y es completamente transparente. Este tipo de PET es usado en su mayoría para la fabricación de envases de bebidas.

#### Figura 2

*Envases plásticos de PET*



*Nota.* Envases de distintos tipos de bebidas. .

## C-PET

Es muy resaltante por tener una estructura micro cristalina uniforme y una elevada cristalinidad, lo que lo hace opaco. Este tipo de PET es usado para la fabricación de contenedores de comidas y envases de microondas.

**Figura 3**

*Envase Plástico de PET cristalizado*




*Nota. Contenedores de comidas y envases resistentes a altas temperaturas. Reproducido de Monomaterial por CUBIL, s/f, (<https://www.cubil.com/productos/cpet/>).*

### 2.2.1.6. CÓDIGOS DE IDENTIFICACIÓN DEL PET

Farias, (2019). señala que en el año 1988 la Sociedad Americana de la Industria del Plástico (Society for the Plastic Industry) por necesidad de los recicladores y consumidores crearon un código numérico muy práctico que facilitó la identificación de los polímeros. Así mismo, existe una gran variedad de plásticos con distintas propiedades, características, usos y procedencia, pero todos ellos tienen algo en común que es un código de identificación (Tabla 2) que va desde el 1 al 7, el cual permite reciclarlos y seleccionarlos según su tipo.

**Tabla 1**

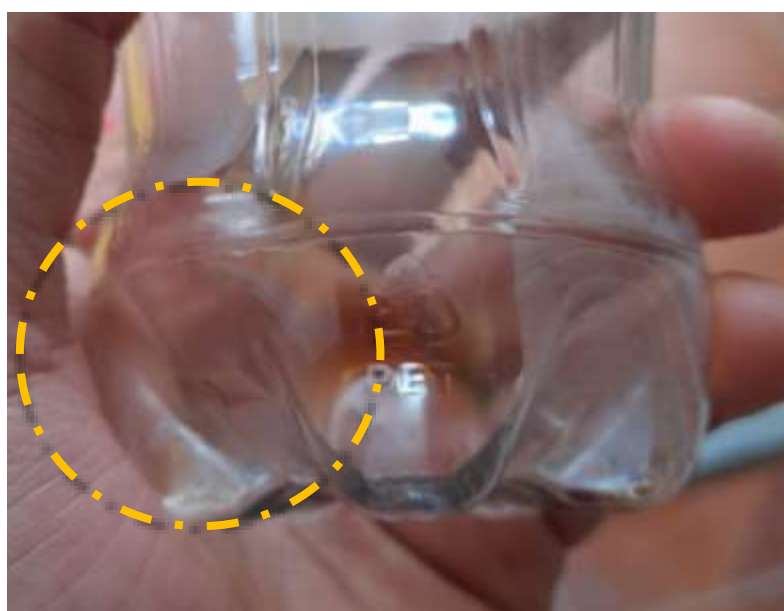
*Códigos de identificación de los envases de PET*

Código	Tipo de Plástico	Descripción
	PET	Tereftalato de polietileno - Botellas de bebidas, envases de aceites, envases de cosméticos, envases y contenedores farmacéuticos, bandejas de platos para microondas y otros.

*Nota. El PET es identificado con el código 1. (Ecolec, 2018).*

**Figura 4**

*Códigos de identificación de los envases de PET*



*Nota. Se puede apreciar el código de identificación del envase de PET en la parte inferior.*

### **2.2.1.7. RECICLADO DEL PET EN YANAHUANCA**

Báez y Crespo (2017) señala que el proceso de reciclado es una forma de darle una segunda vida útil al PET, que va encaminado a que se logre aminorar los daños al planeta y a la promoción de una economía circular. El reciclado mecánico es conocido también como reciclado primario y es el más económico; en el cual se desarrollan distintas etapas, iniciando con la separación manual de las botellas de PET, seguidamente viene la etapa del triturado hasta la obtención de partículas, luego estas partículas son clasificadas por aire, lavadas e introducidas al agua,

cerrando el proceso se realiza la separación electrostática. (El PET en la ciudad de Yanahuanca se recicla mediante contenedores que está ubicado en la plaza principal y mediante la selección de los residuos sólidos (RS) el cual lo realizan en un área de terreno ubicado en el barrio Fátima y en la planta de tratamiento situado en el centro poblado tambopampa, luego estas botellas seleccionadas, almacenadas y empaquetadas, como se aprecia a continuación.

**Figura 5**

*Reciclado de botellas PET en contenedor metálico*



*Nota.* Se puede observar el reciclado de las botellas PET en el contenedor metálico ubicado en la plaza de Yanahuanca.

### **Figura 6**

*Reciclado de botellas PET en el almacén de la planta de tratamiento*



*Nota.* Se puede observar el reciclado de las botellas PET en planta de tratamiento situado en el centro poblado Tambopampa.

### **Figura 7**

*Botellas plásticas recicladas llenadas en costales*



*Nota.* Se puede observar las botellas empaquetadas en costales ubicados en el barrio Fátima de la ciudad de Yanahuanca.

**Figura 8**

*Botellas plásticas recicladas llenadas en costales*



*Nota. Se puede observar las botellas empaquetadas en costales ubicados en la planta de tratamiento en la localidad de Tambopampa.*

La Tabla 2, indica las cantidades de botellas recicladas en Yanahuanca.

**Tabla 2**

*Cantidad de botellas de plástico reciclado*

Ítem	Material Reciclado	Mes	Unidad	Cantidad
1	Botellas de plástico	Febrero	Kg	149
2	Botellas de plástico	Marzo	Kg	201
3	Botellas de plástico	Abril	Kg	178
4	Botellas de plástico	Mayo	Kg	215
5	Botellas de plástico	Junio	Kg	291

*Nota. Cantidad reciclado por la Municipalidad Provincial Daniel Alcides Carrión, correspondiente al año 2023.*

### **2.2.1.8. PROCESO DE TRITURACIÓN DEL PET**

Caviedes (2020) señala que con el proceso de trituración se busca la reducción del tamaño de las botellas PET a partículas muy pequeñas mediante la molienda empleando medios mecánicos. Para realizar la trituración de los materiales plásticos dentro del mercado existen diversos tipos de máquinas trituradoras, las cuales cada una cuenta con distintas características como el tamaño, potencia y velocidades.

**Figura 9**

*Máquina trituradora de PET*



*Nota.* Se aprecia una máquina trituradora de botellas plásticas de 20HP. Reproducido de Fabricante de molinos y planta reciclaje PET por Ferrel Lagos, 2023 (<https://lima-city.evisos.com.pe/fabricantes-de-molinos-y-planta-reciclaje-pet-lima-id-506985>).

#### **2.2.1.9. IMPACTO DEL PET EN EL MEDIO AMBIENTE**

Gómez (2016) señal que el exceso de producción y uso de distintos tipos de plástico están tomando cada rincón de nuestro planeta. Las botellas de plástico elaboradas a base de PET vienen causando efectos negativos principalmente por la gran producción y mala disposición final. El efecto negativo del plástico sobre la tierra se debe al largo tiempo en su degradación, el cual causa daños al ecosistema. Dicho efecto negativo puede ser controlado mediante el reciclaje, pero no en su totalidad.



### Figura 10

*Envases de plástico en la ribera del Río.*



*Nota.* Envases de plástico en la ribera del río Chaupihuaranga.

La gran cantidad de plástico existente en el agua es el mayor problema mundial, que viene extendiéndose cada vez más por los mares y las costas; al mismo tiempo viene causando daños severos a la especie marina, provocando accidentes y muertes.

### Figura 11

*Envases de plástico cubierto sobre el río*



*Nota.* Colmatación del río por los plásticos. Reproducido de Datta, 2017.

Datta (2017) señala que los distintos tipos de plásticos existentes en el planeta liberan una gran cantidad de toxinas a temperatura ambiente según el tiempo que van degradándose y cuando se realiza la combustión, el cual es el principal causante de la contaminación del aire.

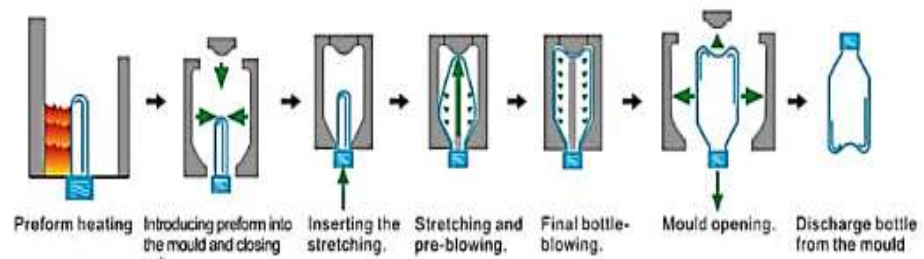
#### **2.2.1.10. PRODUCCIÓN DE ENVASES.**

Contreras y Cervantes (2009). La producción de los envases de plástico de PET se realiza en tres etapas. Acondicionamiento de calor directo al proceso: Las resinas de PET se alimentan a la

máquina de moldeo por inyección, estirado y soplado, luego esta se calienta para ser fundido a una temperatura de 280°C. En la primera estación el material fundido se inyecta a alta presión en el molde para hacer la preforma, la pieza se acondiciona térmicamente a través del contacto directo con la pared del molde de inyección. Se puede fabricar el PET de las tres maneras distintas: Inyección y soplado, se calienta las resinas de PET hasta derretirlas, para ser moldeadas que mediante aire estas modifican su forma y tamaño. Para la extrusión y soplado este proceso es que se emplea cuando se fabrican envases con distintas capas personalizados teniendo los envases plásticos de PET se realiza la personalización con los requerimientos de los usuarios.

**Figura 12**

*Proceso de moldeo de PET*



*Nota. Proceso de la producción de los envases. Tomado de Bulmaro, 2020.*

## 2.2.2. CONCRETO

### 2.2.2.1. DEFINICIÓN DEL CONCRETO

Panarese y Tanesi ( 1992) señala que el concreto está compuesto por agregados, pasta (cemento, agua) y/o aditivos los cuales crean una masa similar a la roca.

### 2.2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

La conformación del concreto es por los elementos como cemento, agregados y agua como también se pueden incorporar los aditivos de forma natural y artificiales.

#### **2.2.2.2.1. CEMENTO**

Kosmatka et al. (1992) Contiene piedra caliza, arcilla y mineral que, mezclados el agua y el agregado se combinan para formar el concreto con el tiempo se endurece los cementos hidráulicos fraguan y endurecen en contacto con el agua. Durante la hidratación, se produce una pasta moldeable. Cuando se combina la mezcla con los agregados materiales granulares, la mezcla se convierte en un adhesivo para formar el concreto, lo que lo convierte en un material más utilizado en la industria de la construcción.

#### **2.2.2.2.2. AGREGADOS**

Torre (2004) Es un conjunto de distintos tipos de partículas granulares con su origen natural y artificial que proporcionan resistencia, textura, módulo de elasticidad y a su vez reduce los costos para la elaboración del concreto m<sup>3</sup>. es un material inerte que son añadidos al concreto. La aportación de los agregados con el cemento y el agua no son del todo positivas ya que por su composición y extracción no brindan un buen producto, y es de vital importancia su empleo en la mezcla del concreto, en buenas condiciones y las especificaciones técnicas del agregado.

##### **➤ TIPOS DE AGREGADOS SEGÚN SU PROCEDENCIA**

- **Agregados naturales**

Pasquel Carbajal (1998) señala que son fibras compuestas o trituradas que formados por el pasar del tiempo por la acumulación de sedimentos se encuentran generalmente como agregados de cerro y agregados de río. Estos agregados naturales son explotados que pasan por un proceso de selección y procesados con el fin de garantizar la calidad en la producción del concreto. Existen normativas

para los agregados que tienen que estar bajo los estándares de calidad de la Norma ASTM C-294 el cual indica que los productos naturales, que serán útil para el desarrollo del material.

- **Agregados artificiales**

Rivera (2013) señala que estos agregados artificiales son materia prima que es procesada mediante la adición de elementos que mejoran en parte sus características y propiedades garantizando la buena calidad del material para mejorar la resistencia. Estos materiales presentan una densidad baja frente a otros agregados. Ahora se utiliza concretos con ciertas características, producidos por agregados procesados que tienen formas particulares dura y ovalada, que no tienen un impacto negativo con el portland, lo que le hace por ser un material procesado en resistente a distintos fenómenos climatológicos en conclusión estos agregados benefician con sus propiedades y características mejoradas unos resultados óptimos en su buena manipulación.

#### **2.2.2.2.3. AGUA**

Abanto (2009) Es primordial en todo aspecto ya que la utilización de este elemento genera reacción al ser incorporado en los conglomerantes para el concreto. Sus características principales es brindar hidratación, que la mezcla sea manipulable y genera un porcentaje de vacíos necesarios para la mezcla y que se pueda desenvolver la pasta. La utilización inadecuada del agua en la pasta de concreto para distintos usos puede generar vacíos en la mezcla ya que el agua se evapora con el tiempo lo que produce una resistencia y durabilidad. Para evitar estos errores con la utilización del agua existen proporciones

adecuadas para cada tipo de mezcla, por lo tanto, El agua es primordial para el concreto siempre y cuando sea empleado con las dosificaciones correctas.

#### **2.2.2.2.4. ADITIVOS**

Fernández (2023) señala que son materiales de mucha utilidad para el concreto ya que brinda múltiples beneficios en función a su propósito, modifican la estructura de la mezcla de concreto con los aditivos que se añaden durante y después del proceso para dar como resultado una pasta homogénea que contiene muchas características en su estructura interna de la pasta. Pero el comportamiento de estos aditivos tiene sus pro y contras en beneficio del concreto, ya que no satisfacen las necesidades requeridas en los procesos constructivos, su utilización es muy común y sirven para mejorar muchos aspectos de las propiedades de la mezcla de concreto en función del medio ambiente y los usos requeridos.

### **2.2.3. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

#### **2.2.3.2. DENSIDAD**

Panarese y Tanesi (1992) señala que es una propiedad física el cual está referida a la proporción entre el peso y volumen de una sustancia. El concreto tiene una densidad que oscila entre 2200 kg/m<sup>3</sup> a 2400 kg/m<sup>3</sup>, el cual depende a la cantidad y densidad del agregado, agua, aire y cemento.

#### **2.2.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Cormac y Brown (2011) menciona que una de las características mecánicas más relevantes del concreto es su capacidad para resistir la compresión en un tiempo determinado en este caso a los 28 días el concreto se muestra endurecido y con una resistencia que se identifica con cilindros llamados (probetas). Esta resistencia a la compresión se denomina con las siglas f<sub>c</sub>,

para un resultado las probetas pasan por un ensayo que consiste que las probetas soporten sobre ella una cantidad de kilogramos que ascienden simultáneamente y de acuerdo a la composición de las probetas nos darán resultados óptimos. La resistencia a compresión es medida en Mpa o Kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2.3.3. PH

Abinco (2010) señala que es la medida del grado de acides o alcalinidad del concreto, un concreto sano su valor oscila entre 12-13, si presenta un menor valor es decir que ya inicio el proceso de carbonatación, el cual causaría la desprotección del acero y con el tiempo iniciaría el desprendimiento del concreto.

**Figura 13**

*Escala de PH*



*Nota.* Se muestra la escala del PH que sus valores oscilan entre 0 a 14. Reproducido de Abinco,2010.

### 2.2.3.3. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

La caja de herramientas de ingeniería (2003) señal que es la tensión máxima o esfuerzo que es capaz de soportar el concreto antes de romperse, con una liberación repentina de la energía elástica almacenada. Dicha resistencia se calcula dividiendo el área de la sección transversal de la muestra y la máxima fuerza de tracción alcanzada ( $\sigma=F/A$ ), el cual es evaluada en unidades de presión como megapascales (Mpa) o libra por pulgada cuadrada (psi).

### 2.2.3.4. MÓDULO DE ELASTICIDAD

Panarese y Tanesi (1992) menciona que al módulo de

elasticidad se le conoce también como el módulo de Young el cual es representado por el símbolo E, además menciona que es la relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente para esfuerzos de tensión o compresión.

#### **2.2.3.5. PERMEABILIDAD**

Panarese y Tanesi (1992) señala que Es la cantidad de movimiento de agua u otros líquidos a través de los poros del concreto. La calidad y proporción de la pasta, permeabilidad y proporción de la granulometría del agregado guardan relación con permeabilidad del concreto; además, la disminución de esta, aumenta la resistencia al congelamiento y deshielo.

#### **2.2.3.6. POROSIDAD**

Cano (2021) La porosidad es la cantidad de espacios vacíos que quedan inmersos en la pasta, las cuales pueden estar vacíos o con contenidos de agua u otro elemento líquido. La porosidad se origina durante el proceso de mezclado, colocado y compactado.

#### **2.2.3.7. ABSORCIÓN**

Castro (2018) Es una propiedad física de las unidades de concreto endurecido, que según la cantidad de agua que existe en los elementos se puede diferenciar de las unidades mojadas y secas con su interpretación en porcentajes del peso de la unidad.

### **2.2.4. DISEÑO DE MEZCLA**

El diseño de mezclas es un proceso en el cual se realiza la selección de los materiales para la obtención de un concreto con proporciones adecuadas para las condiciones que se requiere. Según Martinez Nieto (s/f) empleando el método ACI 211.1 para el diseño de mezclas de concreto se sigue los siguientes procedimientos:

- a) Determinar el revenimiento o asentamiento del concreto, para la

- cual se usa la Tabla A1 del ACI 211.1
- b) Establecer el tamaño máximo del agregado grueso según los estudios de mecánica de suelos.
  - c) Calcular el contenido de aire de la mezcla de concreto, para la cual se usa la Tabla A2 del ACI 211.1
  - d) Establecer la relación agua/cemento teniendo en cuenta la resistencia a compresión.
  - e) Determinar la cantidad de cemento.
  - f) Determinar la cantidad de grava.
  - g) Determinar la cantidad de arena.
  - h) Realizar la corrección de agua de la mezcla.
  - i) Realizar el cálculo de las proporciones tomando como referencia el cemento.

### **2.2.3. BLOQUES DE CONCRETO**

#### **2.2.3.1. DEFINICIÓN**

Los bloques de concreto (BC) son unidades prefabricadas que están elaborados con cemento, agregados, agua y con/sin aditivo mediante procesos industriales o artesanales; tiene una forma prismática de distintas dimensiones, que pueden ser unidades sólidas o huecas; y son usadas como unidades de albañilería o mampostería.

#### **2.2.3.2. CLASIFICACIÓN**

Los bloques fabricados con cemento, agregados y agua, empleados en distintas obras civiles, se clasifican según su uso estructural y no estructural. La Norma Técnica Peruana 399.602 (2002), menciona que los bloques de concreto para uso estructural son unidades capaces de resistir cargas, teniendo como  $f'c$  mínima de 7 Mpa (3 und) y 6 Mpa (Unidad individual) y de uno no estructural: La NTP 399.600 (2017), menciona que los bloques compactos o huecos, están hechos de cemento, agua, agregados, se emplea en muros y tabiques interiores o exteriores que no



deberán resistir cargas. (NTP 399.602, 2002).

**Tabla 3**

*Clasificación de los bloques según su densidad*

<b>Clasificación</b>	<b>Densidad seca al horno promedio de tres unidades (kg/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Peso liviano</b>	Menor que 1680
<b>Peso medio</b>	No menor que 1680 a 2000
<b>Peso normal</b>	Mayor que 2000

*Nota.* Densidad seca al horno promedio de tres unidades según su clasificación.: Norma Técnica Peruana 399.602(2002).

### **2.2.3.3. PROPIEDADES**

Bartolomé (1994) Las propiedades se tienen que conocer para tener en cuenta el resultado que nos pueda dar con el fin de garantizar la resistencia y durabilidad de los BC ante agentes externos. Estas propiedades están en relación con la resistencia a la compresión y la durabilidad es la densidad, Eflorescencia, Absorción y Coeficiente de Saturación.

#### **2.2.3.3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL BC**

Castro (2018) Se desarrolla mediante la carga de rotura ( $P_u$ ) y el área bruta ( $A$ ) dependiendo de la forma que tiene sólida o tubular al presentar perforaciones, la NTP dice que el área bruta será el divisor, para evitar errores comparadas con otras resistencias.

$$f'_{cb} = \frac{P_u}{A}$$

Las pruebas tienen que ser evaluadas mediante estadística y así obtener un valor positivo del 10% de pruebas defectuosas con un valor característico.

Según la NTP 399.600 (2017), las unidades de concreto de no estructural deben de contar con la resistencia especificada.

**Tabla 4***Requisitos de resistencia*

<b>Resistencia a la compresión respecto al Área neta promedio, mín., Mpa</b>	
<b>Promedio de 3 unidades</b>	4,15
<b>Unidad individual</b>	3,45

*Nota.* Resistencia a la compresión respecto al área neta promedio, mínima. NTP 399.600 (2017).

Así mismo, la NTP 339.034 (2008) establece las edades de ensayo a las que serán fracturados los cilindros de concreto, teniendo en cuenta el tiempo de tolerancia permisible.

**Tabla 5***Edad de Ensayo del concreto*

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
<b>24 h</b>	±0.5 h ó 2.1%
<b>3 h</b>	± 2 h ó 2.8%
<b>7 d</b>	± 6 h ó 3.6%
<b>28 d</b>	±0.5 h o 2.1%
<b>90 d</b>	±0.5 h o 2.1%

*Nota.* Tolerancia permisible según la edad de ensayo. NTP 339.034 (2009).

### **2.2.3.3.1. ABSORCIÓN DE AGUA DEL BC**

Según la NTP 399.604 (2002) la absorción del bloque de concreto se determinó empleando la siguiente fórmula matemática:

$$Abs = \left[ \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right] \times 1000$$

Donde:

Ws=peso saturado del espécimen (kg)

Wi=peso sumergido del espécimen (kg)

Wd=peso seco al horno del espécimen (kg)

Abs=absorción (kg/m<sup>3</sup>)

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **Agua en el concreto**

López (2019) el concreto para su fabricación necesita el agua para que reaccione con los elementos de la mezcla, del agua depende que mezcla de concreto sea trabajable y ya endurecido mejorar sus propiedades que brindar una óptima resistencia.

### **Albañilería o Mampostería**

Según Norma E.070, (2019) Son llamados también ladrillos que son empilados con distintos amarres, para mejorar su composición se utiliza el mortero formando así paredes hechas con unidades de albañilería sean estructurales o no estructurales.

### **Agregado fino**

Glosario MTC (2018) señala que las partículas finas producto de rocas o piedras producidos por su desintegración del mismo estas pueden ser productos naturales y/o artificiales mejorando sus propiedades en la preparación de mezcla del concreto.

### **Agregado Grueso**

Glosario MTC (2018) Partículas medianamente trituradas por la erosión de las rocas de manera natural o por efecto del viento y el agua, también existen agregados gruesos que son procesos mejorando su composición.

### **Agregado reciclado**

Según Norma E.070 (2019) señala que el agregado procedente del tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción. ().

### **Bloque**

NTP 399.602 (2002) señala que los bloques son llamados así por su peso, forma, tamaño y composición lo que hace a esta unidad ser denominada bloque por las dimensiones que presenta, para ser transportada se necesita

de dos personas.

### **Bloque de concreto**

NTP 399.600 (2017) señalan que son elaborados de concreto que son de mucha utilidad para distintos tipos de uso en la construcción siguiendo los estándares de calidad ya establecidas para darle forma peso y dimensión.

### **Cemento Portland**

Valle (2018) Producido de Clinker debido a su desintegración, su composición es de silicatos de calcio hidráulicos durante su elaboración se añade sulfato de calcio.

### **Lote**

NTP 399.604 (2002) Son considerados todas las unidades de albañilería sin importar la forma, composición, tipo ni las dimensiones ya que están formadas con las mismas similitudes por las especificaciones, método de elaboración.

### **Muro no Portante**

Flores (2018) señalan que los muros que son elaborados para un fin específico que es la de no soportar cargas superiores a su propio peso, sirven para delimitaciones, cercos perimétricos ya que son consideradas como no estructurales.

### **Unidad de Albañilería**

Norma E. (070, 2019) Conocidos como ladrillos de arcilla y/o bloques de concreto con diferentes tipos formas y dimensiones. (

### **Unidad de Albañilería Alveolar**

Norma E.070, (2019) señala que son muros específicamente huecos para poder colocar refuerzos en su interior ya que son considerados unidades o estructuras armadas por su tamaño, la forma usual, y considerando sus especificaciones para su elaboración.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**HG:** Existe influencia de forma positiva en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**H0:** Existe influencia de forma negativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICA**

**H1:** Las propiedades físico mecánicas del agregado pétreo son aptas para la producción de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022

**H2:** Las proporciones de materiales determinadas cumplen satisfactoriamente con la resistencia a compresión a la cual fueron diseñadas, para la conformación de los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022.

**H3:** La resistencia a la compresión y capacidad de absorción del agua en los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado cumplen los parámetros para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022

## **2.5. VARIABLES**

Se tomaron en cuenta las siguientes variables para el proyecto de investigación:

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Las variables dependientes para los BC para uso no estructural son:

- Resistencia a la compresión
- Capacidad de absorción de agua

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

PET triturado.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable de Estudio	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Medición	Escala Medición	de Instrumento de Medición
<b>PET Triturado</b>  <b>Definición Conceptual</b> <b>Material derivado de botellas de PET trituradas</b>  <b>Definición Operacional</b> <b>Porcentaje de PET triturado utilizado en la mezcla</b>	Propiedades físicas	Densidad	kilogramos por metro cúbico (kg/m <sup>3</sup> ).	De Razón	Registro de la proporción de PET triturado utilizado
		Punto de fusión:		de	
	Aislamiento térmico:		De Razón		
	Temperatura de reblandecimiento Vicat:		De Razón		
Propiedades mecánicas	Resistencia a la tracción:	de	de	De Razón	
	Módulo de elasticidad:		de	De Razón	
Propiedades Químicas	Estabilidad frente a la temperatura:			Ordinal	
	Solubilidad:			Ordinal	
	Estabilidad química:			Ordinal	
	Biodegradabilidad:			Ordinal	
	Toxicidad:			Ordinal	

<p><b>Resistencia a la Compresión</b></p> <p><b>Definición Conceptual</b> Capacidad del bloque de concreto para soportar cargas compresivas</p> <p><b>Definición Operacional</b> Resistencia a la compresión del bloque de concreto</p>	<p>Propiedades físicas del concreto (densidad, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad)</p>	<p>Densidad</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>pH</p> <p>Contenido de humedad:</p> <p>Contenido de aire:</p>	<p>Kilogramos por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>)</p> <p>megapascales (MPa)</p> <p>acidez o alcalinidad</p> <p>(%)</p> <p>(%)</p>	<p>Pruebas de resistencia a la compresión</p>
<p><b>Capacidad de Absorción de Agua</b></p> <p><b>Definición Conceptual</b> Habilidad del bloque de concreto para absorber agua</p> <p><b>Definición Operacional</b> Porcentaje de absorción de agua del bloque de concreto</p>	<p>Propiedades físicas del concreto (porosidad, permeabilidad)</p>	<p>Porcentaje de absorción de agua del bloque de concreto</p>	<p>Cantidad en porcentaje</p>	<p>Pruebas de absorción de agua</p>



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se eligió una metodología de investigación cuantitativa, debido a que se basó en la recolección y análisis de datos numéricos.

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **3.1.1. ENFOQUE**

Hernández (2018) señala que la investigación adoptó un enfoque cuantitativo para analizar cómo la incorporación de PET triturado influye en la resistencia a la compresión y absorción de agua, a medida que se agrega el 12%,14% y 16% de PET triturado.

Para el enfoque cuantitativo supone determinar las causas de un fenómeno o evento que tienen relación a la investigación; esto permite relacionar los aspectos principales con las variables deduciendo el problema de investigación.

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Esta investigación tuvo un nivel explicativo, ya que permitió comprender la relación entre la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua (variables dependientes), con la incorporación de 12%,14% y 16% de PET triturado (variable independiente), a raíz de la obtención de resultados producto de las pruebas realizadas en laboratorio.

##### **3.1.3. DISEÑO**

Hernández (2018). Los diseños experimentales analizan posibles resultados en la investigación, al manipular intencionalmente una acción en el experimento. En esta investigación se utilizó un diseño experimental con solo una prueba posterior, varios grupos y un grupo de control, para realizar la demostración de las hipótesis. A partir de las

variables ya definidas, se tuvieron cuatro grupos de estudio: un conjunto de bloques de concreto con adición de 12% de PET, otro conjunto con incorporación de PET al 14%, un grupo de BC con incorporación de 16% de PET; y, un último grupo sin PET el cual fue el grupo de control; que finalizado el proceso del experimento se realizó una comparación entre ambos grupos (el grupo de control fue considerado como grupo patrón) para la obtención de información.

A continuación, se muestra un esquema del diseño:

$$\begin{aligned}G_1 &\rightarrow X_1 \rightarrow O_1 \\G_2 &\rightarrow X_2 \rightarrow O_2 \\G_3 &\rightarrow X_3 \rightarrow O_3 \\G_4 &\rightarrow - \rightarrow O_4\end{aligned}$$

Donde:

$G_1$  = Grupo Experimental 1

$G_2$  = Grupo Experimental 2

$G_3$  = Grupo Experimental 3

$G_4$  = Grupo Control

$X_1$  = Estimulo con incorporación de PET al 12% (presencia de variable independiente)

$X_2$  = Estimulo con incorporación de PET al 14% (presencia de variable independiente)

$X_3$  = Estimulo con incorporación de PET al 16% (presencia de variable independiente)

- = Ausencia de estímulo sin incorporación de PET

$O_1$  = Medición de la variable dependiente "Y" cuando  $X_1$  está presente

$O_2$  = Medición de la variable dependiente "Y" cuando  $X_2$  está presente

$O_3$  = Medición de la variable dependiente "Y" cuando  $X_3$  está presente

$O_4$  = Medición de la variable dependiente "Y" cuando  $X_4$  no está presente

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

Quezada (2010). Se trata de la composición de factores elementales que constituyen el grupo de estudio, que presentará un objetivo o propósito directo del estudio sin importar su localización, límites y otros aspectos que se puedan presentar en el proceso del estudio.

La población de la investigación se determinó teniendo como referencia la NTP 399.604 donde determina que serán elegidos 6 unidades como mínimo de cada grupo de 10000 unidades o menos, además menciona que se pueden tomar especímenes adicionales a lo establecido en la normativa para ser sometidos a los ensayos. Teniendo en cuenta lo especificado por la NTP 399.604 se optó por elegir 15 unidades por cada grupo experimental (grupos con contenidos de PET triturado al 12%, 14% y 16%) y de control (grupo sin contenido de PET triturado 0%), haciendo un total de 60 bloques hechos con agregados de la cantera Sacra familia.

**Tabla 6**

*Cantidad de Especímenes que conforman la población*

Ensayo	0% PET	12% PET	14% PET	16% PET	Total
	Días				
	28				
Bloques de concreto	15	15	15	15	60

*Nota.* La tabla indica la cantidad de especímenes que conforman la población.

### 3.2.2. MUESTRA

Para la determinación de la cantidad de especímenes que conformaron la muestra, se aplicó el método no aleatorio indicando que la muestra es igual a la población; por ello los 60 especímenes pasaron al ensayo de absorción y resistencia a la compresión. Se presenta las muestras mediante un cuadro.

**Tabla 7**

*Descripción de la muestra según porcentaje de PET triturado*

Descripción	Cantidad de la muestra
Muestra con 0% de PET triturado respecto al volumen del agregado global	15
Muestra con 12% de PET triturado respecto al volumen del agregado global	15
Muestra con 14% de PET triturado respecto al volumen del agregado global	15
Muestra con 16% de PET triturado respecto al volumen del agregado global	15
<b>Total</b>	<b>60</b>

*Nota.* La tabla indica la cantidad de especímenes que conforman muestra.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### 3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- **ANÁLISIS DE CONTENIDO:** Se recolectó y analizó la información de las experiencias que han venido teniendo distintos profesionales al realizar investigaciones y experimentos similares.
- **OBSERVACION:** Se aplicó la técnica de observación desde la realización de las visitas a las bloqueteras en la ciudad de Yanahuanca para determinar las dimensiones de los bloques con mayor demanda de mercado; así mismo fue aplicada la técnica durante la fabricación de los bloques, los cuales fueron sometidos a ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua; dichos resultados de los ensayos fueron observados y posterior registrados en formatos de laboratorio.
- **FORMATOS:** Como instrumento de recolección de datos se empleó los formatos de laboratorio donde se registró los datos y resultados obtenidos producto de las pruebas efectuadas en los BC.

#### 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

La exposición de los datos obtenidos del registro y resultados de las pruebas efectuadas a los BC, se mostró en histogramas de frecuencia y tablas.

#### 3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

El análisis e interpretación de datos de los resultados recopilados de las pruebas de la resistencia a compresión y absorción de agua se realizó mediante la estadística inferencial, es así que mediante ello se demostró la hipótesis.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Aquí se presentará el análisis estadístico descriptivo de los datos recolectados en la investigación, donde serán representadas mediante tablas y gráficos de frecuencias.

##### 4.1.1. RESULTADOS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (F'c)

###### 4.1.1.1. RESULTADOS DE LA F'c CONFORME AL PORCENTAJE DE PET INCORPORADO

- Datos de la muestra con incorporación de 0% de PET

Tabla 8

*Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 0% de PET*

Nº DE MUESTRA	ÁREA NETA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA TOTAL (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
BC-01 (0%PET)	216,00	9046,78	41,88
BC-02 (0%PET)	216,00	8835,70	40,91
BC-03 (0%PET)	216,00	10240,85	47,41
BC-04 (0%PET)	216,00	8043,39	37,24
BC-05 (0%PET)	216,00	6850,34	31,71
BC-06 (0%PET)	216,00	10555,93	48,87
BC-07 (0%PET)	216,00	9233,38	42,75
BC-08 (0%PET)	216,00	8907,08	41,24
BC-09 (0%PET)	216,00	9233,38	42,75
BC-10 (0%PET)	216,00	8950,93	41,44
BC-11 (0%PET)	216,00	9325,16	43,17
BC-12 (0%PET)	216,00	9021,29	41,77
BC-13 (0%PET)	216,00	9571,92	44,31
BC-14 (0%PET)	216,00	9692,25	44,87
BC-15 (0%PET)	216,00	10462,12	48,44
Media ( $\bar{X}$ )			42.584
Mediana (Me)			42.750
Moda (Mo)			42.750

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados del f'c de los boques de concreto sin incorporación de PET es de 42.584 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Datos de la muestra con incorporación de 12% de PET

**Tabla 9***Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 12% de PET*

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>AREA NETA (cm2)</b>	<b>RESISTENCIA TOTAL (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>BC-01 (12%PET)</b>	216,00	7973,03	36,91
<b>BC-02 (12%PET)</b>	216,00	9586,20	44,38
<b>BC-03 (12%PET)</b>	216,00	7745,64	35,86
<b>BC-04 (12%PET)</b>	216,00	8491,04	39,31
<b>BC-05 (12%PET)</b>	216,00	9283,35	42,98
<b>BC-06 (12%PET)</b>	216,00	8815,31	40,81
<b>BC-07 (12%PET)</b>	216,00	10605,90	49,10
<b>BC-08 (12%PET)</b>	216,00	9799,32	45,37
<b>BC-09 (12%PET)</b>	216,00	10935,26	50,63
<b>BC-10 (12%PET)</b>	216,00	8956,03	41,46
<b>BC-11 (12%PET)</b>	216,00	8368,68	38,74
<b>BC-12 (12%PET)</b>	216,00	10905,69	50,49
<b>BC-13 (12%PET)</b>	216,00	8978,46	41,57
<b>BC-14 (12%PET)</b>	216,00	10762,93	49,83
<b>BC-15 (12%PET)</b>	216,00	9528,08	44,11
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>			43.437
<b>Mediana (Me)</b>			42.980
<b>Moda (Mo)</b>			35,86

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de f'c de los boques de concreto con 12% de PET es de 43.437 Kg/cm2.

- Datos de los especímenes con incorporación de 14% de PET

**Tabla 10***Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 14% de PET*

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>AREA NETA (cm2)</b>	<b>RESISTENCIA TOTAL (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)</b>
<b>BC-01 (14%PET)</b>	216,00	11038,25	51,10
<b>BC-02 (14%PET)</b>	216,00	11680,66	54,08
<b>BC-03 (14%PET)</b>	216,00	9076,35	42,02
<b>BC-04 (14%PET)</b>	216,00	8275,89	38,31
<b>BC-05 (14%PET)</b>	216,00	10111,35	46,81
<b>BC-06 (14%PET)</b>	216,00	9984,90	46,23
<b>BC-07 (14%PET)</b>	216,00	9035,56	41,83
<b>BC-08 (14%PET)</b>	216,00	9202,79	42,61
<b>BC-09 (14%PET)</b>	216,00	10641,59	49,27
<b>BC-10 (14%PET)</b>	216,00	8845,90	40,95
<b>BC-11 (14%PET)</b>	216,00	10097,07	46,75

<b>BC-12 (14%PET)</b>	216,00	10085,85	46,69
<b>BC-13 (14%PET)</b>	216,00	8084,18	37,43
<b>BC-14 (14%PET)</b>	216,00	10018,55	46,38
<b>BC-15 (14%PET)</b>	216,00	9835,01	45,53
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>			45.066
<b>Mediana (Me)</b>			46.230
<b>Moda (Mo)</b>			37,43

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la  $f'c$  de los boques de concreto con 14% de PET es de 45.066 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Datos de los especímenes con incorporación de 16% de PET

**Tabla 11**

*Datos de resistencia a la compresión de las muestras con 16% de PET*

<b>N° DE MUESTRA</b>	<b>AREA NETA (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA TOTAL (Kg)</b>	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>BC-01 (16%PET)</b>	216,00	9220,13	42,69
<b>BC-02 (16%PET)</b>	216,00	6746,34	31,23
<b>BC-03 (16%PET)</b>	216,00	7817,02	36,19
<b>BC-04 (16%PET)</b>	216,00	7703,83	35,67
<b>BC-05 (16%PET)</b>	216,00	7895,54	36,55
<b>BC-06 (16%PET)</b>	216,00	8025,04	37,15
<b>BC-07 (16%PET)</b>	216,00	7383,65	34,18
<b>BC-08 (16%PET)</b>	216,00	8389,07	38,84
<b>BC-09 (16%PET)</b>	216,00	8387,03	38,83
<b>BC-10 (16%PET)</b>	216,00	7188,89	33,28
<b>BC-11 (16%PET)</b>	216,00	8015,86	37,11
<b>BC-12 (16%PET)</b>	216,00	8724,55	40,39
<b>BC-13 (16%PET)</b>	216,00	9415,91	43,59
<b>BC-14 (16%PET)</b>	216,00	9484,23	43,91
<b>BC-15 (16%PET)</b>	216,00	9049,84	41,90
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>			38.101
<b>Mediana (Me)</b>			37.150
<b>Moda (Mo)</b>			31,23

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de  $f'c$  de los boques de concreto con 16% de PET es de 38.101 Kg/cm<sup>2</sup>.

- Datos promedio de las muestras con 12%,14% y 16% de PET

**Tabla 12**

*Datos de la resistencia a la compresión promedio de las muestras con 12%,14% y 16% de PET*

N° DE MUESTRA	AREA NETA (cm2)	RESISTENCIA TOTAL (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
BC-01 (%PET)	216,00	9319.5475	43,57
BC-02 (%PET)	216,00	9212.225	43,23
BC-03 (%PET)	216,00	8719.965	38,02
BC-04 (%PET)	216,00	8128.5375	37,76
BC-05 (%PET)	216,00	8535.145	42,11
BC-06 (%PET)	216,00	9345.295	41,40
BC-07 (%PET)	216,00	9064.6225	41,71
BC-08 (%PET)	216,00	9074.565	42,27
BC-09 (%PET)	216,00	9799.315	46,24
BC-10 (%PET)	216,00	8485.4375	38,57
BC-11 (%PET)	216,00	8951.6925	40,87
BC-12 (%PET)	216,00	9684.345	45,86
BC-13 (%PET)	216,00	9012.6175	40,86
BC-14 (%PET)	216,00	9989.49	46,71
BC-15 (%PET)	216,00	9718.7625	43,85
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>			42.202
<b>Mediana (Me)</b>			42.210
<b>Moda (Mo)</b>			37,76

*Nota. De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de f'c de los boques de concreto con 12%, 14% y 16% de PET es de 42.202 Kg/cm2.*

- Resumen de los datos promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET

**Tabla 13**

*Resumen de los datos, de la resistencia a la compresión promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET*

% DE INCORPORACION DE PET EN MUESTRA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (Kg/cm2)
BC PATRON (0% PET)	42.584
BC CON 12% PET	43.437
BC CON 14% PET	45.066
BC CON 16% PET	38.101

*Nota. En la tabla se muestra la resistencia a compresión promedio de los bloques de concreto con y sin incorporación de PET.*



#### 4.1.1.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA F'c

- Comparación de los resultados de los BC con 0% y 12% de PET

**Figura 14**

Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 12% de PET



Nota. En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la f'c de los boques de concreto con incorporación de 12% de PET es más alto respecto al f'c de los boques de concreto con 0% de PET.

**Tabla 14**

Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 12% de PET triturado

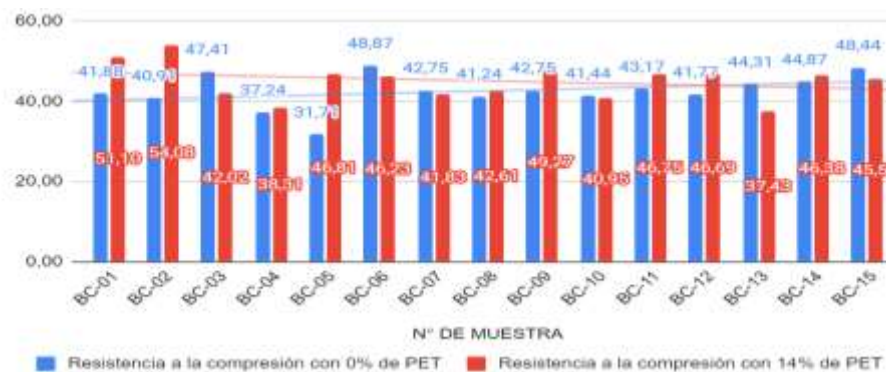
Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_12% PET
Media ( $\bar{X}$ )	42.584	43.437

Nota. De la tabla de resultados, de la media se deduce que la f'c con adición de PET en 12% ( $x=43.437$  Kg/cm<sup>2</sup>) es relativamente más alto en comparación con la f'c de los bloques con adición de 0% de PET ( $x=42,584$  Kg/cm<sup>2</sup>).

- Comparación de los resultados de los BC con 0% y 14% de PET

**Figura 15**

Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 14% de PET



Nota. En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la f'c de los boques de concreto con incorporación de 14% de PET es más alto respecto a la f'c de los boques de concreto con 0% de PET.

**Tabla 15**

*Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 14% de PET triturado*

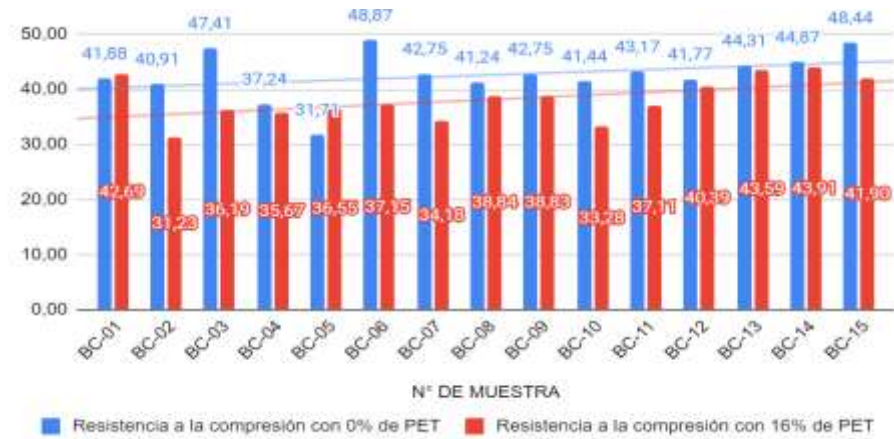
Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_14% PET
Media ( $\bar{X}$ )	42.584	45.066

*Nota.* De la tabla de resultados de la media se deduce que la  $f'c$  con adición de PET en 14% ( $x=44,066$  Kg/cm<sup>2</sup>) es relativamente más alto en comparación con la  $f'c$  de los bloques con adición de 0% de PET ( $x=42,584$  Kg/cm<sup>2</sup>).

- Comparación de los resultados de los BC con 0% y 16% de PET

**Figura 16**

*Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% y 16% de PET*



*Nota.* En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la  $f'c$  de los boques de concreto con incorporación de 16% de PET es más bajo respecto a la  $f'c$  de los boques de concreto con 0% de PET.

**Tabla 16**

*Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y 16% de PET triturado*

Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_16% PET
Media ( $\bar{X}$ )	42.584	38.101

*Nota.* De la tabla de resultados de la media se deduce que la  $f'c$  con adición de PET en 16% ( $x=38,101$  Kg/cm<sup>2</sup>) es relativamente más bajo en comparación con la  $f'c$  de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=42,584$  Kg/cm<sup>2</sup>).

- Comparación de los resultados de los BC con 0% PET y promedio de los BC con 12%,14%,16% de PET

**Figura 17**

*Comparación de los resultados de la resistencia a la compresión de los BC con adición de 0% entre 12%, 14% y 16% de PET*



*Nota.* En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la  $f'c$  de los boques de concreto con incorporación en de 12%,14% ,16% de PET en promedio, es más bajo respecto a la  $f'c$  de los boques de con 0% de PET.

**Tabla 17**

*Resistencia a la compresión promedio de los BC con 0% y BC con 12%,14%, 16% de PET triturado*

Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_12%,14%,16% PET
Media ( $\bar{X}$ )	42.584	42.210

*Nota.* De la tabla de resultados de la media se deduce que la  $f'c$  promedio con adición de PET en 12%, 14% y 16% ( $x=42,210$  Kg/cm<sup>2</sup>) es relativamente más baja en comparación con la  $f'c$  de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=42,584$  Kg/cm<sup>2</sup>).

## 4.1.2. RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN DE AGUA

### 4.1.2.1. RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN DE AGUA CONFORME AL PORCENTAJE DE PET INCORPORADO

- Datos de la muestra con incorporación de 0% de PET

Tabla 18

*Datos de absorción con 0% de PET*

N° MUESTRA	PESO SECO DEL BLOQUE (gr)	PESO SATURADO DEL BLOQUE (gr)	AGUA ABSORVIDA POR EL BLOQUE (gr)	% DE ABSORCIÓN
BC-01 (0%PET)	11793	12345	552	4,68
BC-02 (0%PET)	11794	12348	554	4,70
BC-03 (0%PET)	11791	12340	549	4,66
BC-04 (0%PET)	11793	12349	556	4,71
BC-05 (0%PET)	11790	12339	549	4,66
BC-06 (0%PET)	11799	12347	548	4,64
BC-07 (0%PET)	11793	12349	556	4,71
BC-08 (0%PET)	11896	12344	448	3,77
BC-09 (0%PET)	11791	12349	558	4,73
BC-10 (0%PET)	11789	12350	561	4,76
BC-11 (0%PET)	11795	12344	549	4,65
BC-12 (0%PET)	11794	12340	546	4,63
BC-13 (0%PET)	11801	12349	548	4,64
BC-14 (0%PET)	11797	12347	550	4,66
BC-15 (0%PET)	11798	12362	564	4,78
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>				4.625
<b>Mediana (Me)</b>				4.660
<b>Moda (Mo)</b>				4.660

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la absorción de agua de los BC sin incorporación de PET es de 4.625%.

- Datos de la muestra con incorporación de 12% de PET

**Tabla 19**

*Datos de absorción con 12% de PET*

<b>N° MUESTRA</b>	<b>PESO SECO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>PESO SATURADO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>AGUA ABSORVIDA POR EL BLOQUE (gr)</b>	<b>% DE ABSORCION</b>
<b>BC-01 (12%PET)</b>	11790	12372	582	4,94
<b>BC-02 (12%PET)</b>	11788	12374	586	4,97
<b>BC-03 (12%PET)</b>	11791	12373	582	4,94
<b>BC-04 (12%PET)</b>	11801	12377	576	4,88
<b>BC-05 (12%PET)</b>	11795	12378	583	4,94
<b>BC-06 (12%PET)</b>	11790	12371	581	4,93
<b>BC-07 (12%PET)</b>	11793	12376	583	4,94
<b>BC-08 (12%PET)</b>	11791	12370	579	4,91
<b>BC-09 (12%PET)</b>	11799	12379	580	4,92
<b>BC-10 (12%PET)</b>	11797	12375	578	4,90
<b>BC-11 (12%PET)</b>	11796	12373	577	4,89
<b>BC-12 (12%PET)</b>	11798	12377	579	4,91
<b>BC-13 (12%PET)</b>	11793	12370	577	4,89
<b>BC-14 (12%PET)</b>	11797	12378	581	4,92
<b>BC-15 (12%PET)</b>	11797	12379	582	4,93
<b>Media (X)</b>				4.921
<b>Mediana (Me)</b>				4.920
<b>Moda (Mo)</b>				4.940

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la absorción de agua de los BC con incorporación de 12% de PET es de 4.921%.

- Datos de la muestra con incorporación de 14% de PET

**Tabla 20**

*Datos de absorción con 14% de PET*

<b>N° MUESTRA</b>	<b>PESO SECO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>PESO SATURADO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>AGUA ABSORVIDA POR EL BLOQUE (gr)</b>	<b>% DE ABSORCION</b>
<b>BC-01 (14%PET)</b>	11789	12425	636	5,39
<b>BC-02 (14%PET)</b>	11791	12433	642	5,44
<b>BC-03 (14%PET)</b>	11793	12430	637	5,40
<b>BC-04 (14%PET)</b>	11797	12435	638	5,41
<b>BC-05 (14%PET)</b>	11796	12432	636	5,39
<b>BC-06 (14%PET)</b>	11794	12429	635	5,38
<b>BC-07 (14%PET)</b>	11790	12430	640	5,43
<b>BC-08 (14%PET)</b>	11798	12433	635	5,38
<b>BC-09 (14%PET)</b>	11792	12436	644	5,46
<b>BC-10 (14%PET)</b>	11794	12429	635	5,38
<b>BC-11 (14%PET)</b>	11793	12435	642	5,44
<b>BC-12 (14%PET)</b>	11797	12431	634	5,37
<b>BC-13 (14%PET)</b>	11795	12428	633	5,37
<b>BC-14 (14%PET)</b>	11801	12427	626	5,30
<b>BC-15 (14%PET)</b>	11805	12433	628	5,32
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>				5.391
<b>Mediana (Me)</b>				5.390
<b>Moda (Mo)</b>				5.380

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la absorción de agua de los BC con incorporación de 14% de PET es de 5.391%.

- Datos de la muestra con incorporación de 16% de PET

**Tabla 21**

*Datos de absorción con 16% de PET*

<b>N° MUESTRA</b>	<b>PESO SECO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>PESO SATURADO DEL BLOQUE (gr)</b>	<b>AGUA ABSORVIDA POR EL BLOQUE (gr)</b>	<b>% DE ABSORCION</b>
<b>BC-01 (16%PET)</b>	11798	12488	690	5,85
<b>BC-02 (16%PET)</b>	11792	12481	689	5,84
<b>BC-03 (16%PET)</b>	11896	12479	583	4,90
<b>BC-04 (16%PET)</b>	11801	12483	682	5,78
<b>BC-05 (16%PET)</b>	11795	12484	689	5,84
<b>BC-06 (16%PET)</b>	11798	12486	688	5,83
<b>BC-07 (16%PET)</b>	11790	12489	699	5,93
<b>BC-08 (16%PET)</b>	11794	12481	687	5,82
<b>BC-09 (16%PET)</b>	11791	12486	695	5,89
<b>BC-10 (16%PET)</b>	11793	12480	687	5,83
<b>BC-11 (16%PET)</b>	11797	12488	691	5,86

<b>BC-12 (16%PET)</b>	11799	12483	684	5,80
<b>BC-13 (16%PET)</b>	11797	12486	689	5,84
<b>BC-14 (16%PET)</b>	11803	12479	676	5,73
<b>BC-15 (16%PET)</b>	11801	12488	687	5,82
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>				5.771
<b>Mediana (Me)</b>				5.830
<b>Moda (Mo)</b>				5.840

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la absorción de agua de los BC con incorporación de 16% de PET es de 5.771%.

- Datos de comparación de muestras con incorporación de 0% de PET y muestras con 12%,14%,16% de PET

**Tabla 22**

*Datos de porcentaje de absorción promedio de las muestras con 12%,14% y 16% de PET*

<b>N° MUESTRA</b>	<b>% DE ABSORCION</b>
<b>BC-01 (%PET)</b>	5,39
<b>BC-02 (%PET)</b>	5,42
<b>BC-03 (%PET)</b>	5,08
<b>BC-04 (%PET)</b>	5,36
<b>BC-05 (%PET)</b>	5,39
<b>BC-06 (%PET)</b>	5,38
<b>BC-07 (%PET)</b>	5,43
<b>BC-08 (%PET)</b>	5,37
<b>BC-09 (%PET)</b>	5,42
<b>BC-10 (%PET)</b>	5,37
<b>BC-11 (%PET)</b>	5,40
<b>BC-12 (%PET)</b>	5,36
<b>BC-13 (%PET)</b>	5,37
<b>BC-14 (%PET)</b>	5,32
<b>BC-15 (%PET)</b>	5,36
<b>Media (<math>\bar{X}</math>)</b>	5.361
<b>Mediana (Me)</b>	370
<b>Moda (Mo)</b>	5,36

*Nota.* De la media que se muestra en esta tabla se deduce que el promedio de resultados de la absorción de agua de los BC con incorporación de 12%,14%,16% de PET es de 5.361%.

- Resumen de los datos promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET

**Tabla 23**

*Resumen de los datos, del porcentaje de absorción promedio de las muestras con 0%, 12%,14% y 16% de PET*

<b>% DE INCORPORACION DE PET EN MUESTRA</b>	<b>PORCENTAJE DE ABSORCION DE AGUA PROMEDIO (%)</b>
<b>BC PATRON (0% PET)</b>	4.625
<b>BC CON 12% PET</b>	4.921
<b>BC CON 14% PET</b>	5.391
<b>BC CON 16% PET</b>	5.771

*Nota.* En la tabla se muestra el porcentaje de absorción de agua promedio de los bloques de concreto con y sin incorporación de PET.

#### 4.1.2.2. COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA ABSORCIÓN DE AGUA

- Comparación de los resultados de los BC con adición de PET al 0% y 12%

**Figura 18**

*Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 12% de PET*



*Nota.* En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la absorción de agua de los BC con incorporación de 12% de PET es más alto respecto a la absorción de los boques patrón con 0% de PET.



**Tabla 24**

*Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 12% de PET triturado*

Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_12% PET
Media ( $\bar{X}$ )	4.625	4.921

*Nota.* De la tabla de resultados de la media se deduce que el % de absorción promedio con adición de PET en 12% ( $x=4,921$ ) es relativamente más alto en comparación con el % de absorción de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=4,625$ ).

- Comparación de los resultados de los BC con incorporación de 0% y 14% de PET triturado

**Figura 19**

*Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 14% de PET*



*Nota.* En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la absorción de agua de los BC con incorporación de 14% de PET es más alta respecto a la absorción de los bloques patrón con 0% de PET.

**Tabla 25**

*Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 14% de PET triturado*

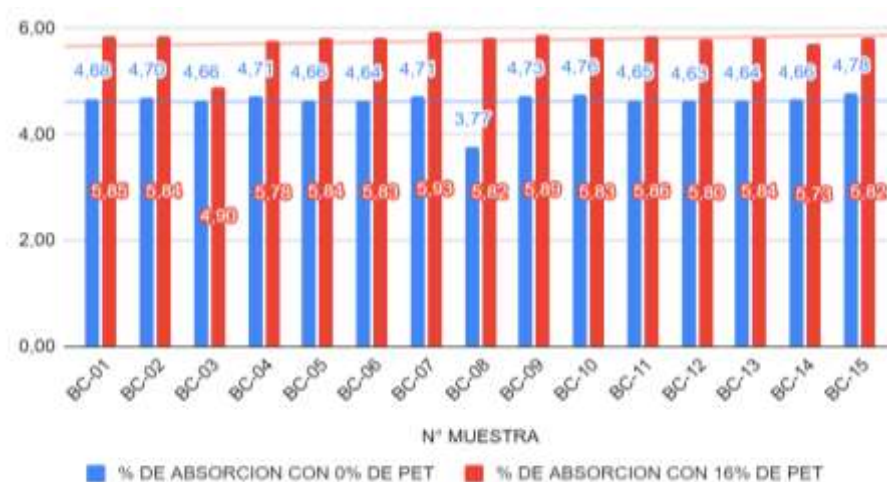
Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_14% PET
Media ( $\bar{X}$ )	4.625	5.391

*Nota.* De la tabla de resultados de la media se deduce que el % de absorción promedio con adición de PET en 14% ( $x=5,391$ ) es relativamente más alto en comparación con el % de absorción de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=4,625$ ).

- Comparación de los resultados de los BC con adición de PET al 0% y 16%

**Figura 20**

Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y 16% de PET



*Nota. En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la absorción de agua de los BC con incorporación de 16% de PET es más alta respecto a la absorción de los bloques patrón con 0% de PET.*

**Tabla 26**

Absorción de agua promedio de los BC con 0% y 16% de PET triturado

Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_16% PET
Media ( $\bar{X}$ )	4.625	5.771

*Nota. De la tabla de resultados de la media se deduce que el % de absorción promedio con adición de PET en 16% ( $x=5,771$ ) es relativamente más alto en comparación con el % de absorción de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=4,625$ ).*

- Comparación de los resultados de los BC con incorporación de 0% PET y promedio de los BC con 12%,14%,16% de PET

**Figura 21**

Comparación de los resultados del % de absorción con 0% y promedio del 12%, 14% y 16% de PET



Nota. En la figura se muestra que la línea de tendencia central que representa la absorción de agua de los BC con incorporación en de 12%,14% ,16% de PET en promedio, es más alto a la absorción de los boques con 0% de PET.

**Tabla 27**

Absorción de agua promedio de los BC con 0% y BC con 12%,14%, 16% de PET triturado

Datos obtenidos	BC_0% PET	BC_12%,14%,16% PET
Media ( $\bar{X}$ )	4.625	5.361

Nota. De la tabla de resultados de la media se deduce que el % de absorción promedio con adición de PET en 12%, 14% y 16% ( $x=5,361$ ) es relativamente más alto en comparación con el % de absorción de los bloques con la adición de 0% de PET ( $x=4,625$ ).

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### Para la hipótesis general (Resistencia a la Compresión)

**HG:** Existe influencia de forma positiva en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**H0:** Existe influencia de forma negativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

Antes de realizar el análisis inferencial para la prueba de hipótesis se realiza la prueba de normalidad de datos.

**Tabla 28**

*Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y promedio de 12%, 14%, 16%*

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión con 0% de PET	,215	15	,059	,913	15	,150
Resistencia a la compresión promedio con PET	,116	15	,200*	,952	15	,554

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados cumplen con el criterio de normalidad para el promedio de la f'c con PET al 12,14,16%( $p=0,554>0,05$ ) y para f'c con 0% de PET ( $p=0,150>0,05$ ). Dado que se cumple la prueba de normalidad, se ha llevado a cabo la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la verificación de hipótesis.

**Tabla 29**

*Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y promedio de 12,14,16%*

<b>Prueba de T para muestras relacionadas</b>						
Resistencia a la compresión con 0% de PET - Resistencia a la compresión promedio con 12,14,16% PET	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	,38200	-2,34460	3,10860	,300	14	,768

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis nula que señala que la incorporación de 12%, 14% y 16% PET triturado influye de forma positiva en la f'c, según la NTP 399.604 para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco, 2022. Con una contrastación de (t=0,300; p=0,768>0,05).

### Para la hipótesis general (Absorción de Agua)

**HG:** Existe influencia de forma positiva en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**H0:** Existe influencia de forma negativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.

**Tabla 30**

*Prueba de normalidad para los datos de % de absorción de los BC con adición de PET al 0% y promedio 12,14,16%*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de absorción con 0% de PET	,441	15	,001	,460	15	,001
% de absorción promedio con PET	,360	15	,001	,609	15	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los datos analizados no cumplen con el criterio de normalidad para el % de absorción promedio con PET ( $p=0,001<0,05$ ) y para el % de absorción con 0% de PET ( $p=0,001<0,05$ ). Dado que no se cumple la prueba de normalidad, se ha realizado la prueba no paramétrica de wilcoxon, para la prueba de hipótesis.

**Tabla 31**

*Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción promedio con PET*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de diferencias entre % de absorción con 0% de PET y % de absorción promedio con PET es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

## Interpretación

El análisis realizado con el software SPSS respalda la hipótesis alternativa, indicando que la incorporación de 12%, 14% y 16% PET triturado influye de forma negativa en la capacidad de absorción de agua de los BC, según la NTP 399.604 para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco, 2022. Con una contrastación de ( $w=0,001<0,05$ ).

A continuación, se realiza la contrastación y prueba de hipótesis conforme al porcentaje adicionado:

- Para la resistencia a la compresión cuando se incorpora 12% de PET.

**Tabla 32**

*Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 12%*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión con 0% de PET	,215	15	,059	,913	15	,150
Resistencia a la compresión con 12% de PET	,144	15	,200*	,939	15	,370

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es la de SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados cumplen con el criterio de normalidad para la f'c con 12% de PET ( $p=0,370>0,05$ ) y para f'c con 0% de PET ( $p=0,150>0,05$ ). Dado que se cumple la prueba de normalidad, se ha llevado a cabo la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la verificación de hipótesis.

**Tabla 33**

*Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 12%*

Resistencia a la compresión con 0% de PET - Resistencia a la compresión con 12% de PET	<b>Prueba de T para muestras relacionadas</b>					
	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	-,85267	-	2,83705	-,496	14	,628
		4,54239				

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis nula que señala que la incorporación de 12% de PET triturado influye de forma positiva en la f'c de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $t=-0,496$ ;  $p=0,628>0,05$ ).

- Para la resistencia a la compresión cuando se incorpora 14% de PET.

**Tabla 34**

*Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 14%*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión con 0% de PET	,215	15	,059	,913	15	,150
Resistencia a la compresión con 14% de PET	,152	15	,200 <sup>*</sup>	,966	15	,802

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados cumplen con el criterio de normalidad para la f'c con 14% de PET ( $p=0,802>0,05$ ) y para resistencia a la compresión con 0% de PET ( $p=0,150>0,05$ ). Dado que se cumple la prueba de normalidad, se ha llevado a cabo la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la verificación de hipótesis.

**Tabla 35**

*Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 14%*

Resistencia a la compresión con 0% de PET - Resistencia a la compresión con 14% de PET	<b>Prueba de T para muestras relacionadas</b>					
	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	-2,48200	-6,02116	1,05716	-1,504	14	,155

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis nula que señala que la incorporación de 14% de PET triturado influye de forma positiva en la f'c de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $t=-1,504$ ;  $p=0,155<0,05$ ).



- Para la resistencia a la compresión cuando se incorpora 16% de PET.

**Tabla 36**

*Prueba de normalidad para los datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 16%*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión con 0% de PET	,215	15	,059	,913	15	,150
Resistencia a la compresión con 16% de PET	,131	15	,200*	,965	15	,776

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados cumplen con el criterio de normalidad para la f'c con 16% de PET ( $p=0,776>0,05$ ) y para f'c con 0% de PET ( $p=0,150>0,05$ ). Dado que se cumple la prueba de normalidad, se ha llevado a cabo la prueba paramétrica de T de Student para muestras relacionadas en la verificación de hipótesis.

**Tabla 37**

*Prueba paramétrica de T STUDENT para datos de resistencia a la compresión de los BC con adición de PET al 0% y 16%*

Resistencia a la compresión con 0% de PET - Resistencia a la compresión con 16% de PET	<b>Prueba de T para muestras relacionadas</b>					
	Diferencias emparejadas			t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
	4,48333	1,81109	7,15557	3,598	14	,003

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se rechaza la hipótesis nula que señala que la incorporación de 16% de PET triturado influye de forma negativa en la resistencia a la compresión de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $t=3,598$ ;  $p=0,003<0,05$ ).

- Para la Absorción de agua cuando se incorpora 12% de PET.

**Tabla 38**

*Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 12% de PET*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de absorción con 0% de PET	,441	15	,000	,460	15	,001
% de absorción con 12% de PET	,147	15	,200*	,958	15	,652

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados no cumplen con el criterio de normalidad para el % de absorción con 12% de PET ( $p=0,652>0,05$ ) y para el % de absorción con 0% de PET ( $p=0,001<0,05$ ). Dado que no se cumple la prueba de normalidad, se ha realizado la prueba no paramétrica de wilcoxon para la prueba de hipótesis.

**Tabla 39**

*Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 12% de PET*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de diferencias entre % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 12% de PET es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis nula que señala que la incorporación de 12% PET triturado influye de forma negativa en la capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $w=0,001<0,05$ ).

- Para la Absorción de agua cuando se incorpora 14% de PET

**Tabla 40**

*Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 14% de PET.*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de absorción con 0% de PET	,441	15	,000	,460	15	,001
% de absorción con 14% de PET	,183	15	,190	,945	15	,456

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados no cumplen con el criterio de normalidad para el % de absorción con 14% de PET ( $p=0,456 > 0,05$ ) y para el % de absorción con 0% de PET ( $p=0,001 < 0,05$ ). Dado que no se cumple la prueba de normalidad, se ha realizado la prueba no paramétrica de wilcoxon para la prueba de hipótesis.

**Tabla 41**

*Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 14% de PET*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de diferencias entre % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 14% de PET es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis nula que señala que la incorporación de 14% PET triturado influye de forma negativa en la capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $w=0,001 < 0,05$ ).

- Para la Absorción de agua cuando se incorpora 16% de PET

**Tabla 42**

*Prueba de normalidad para los datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 16% de PET*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
% de absorción con 0% de PET	,441	15	,000	,460	15	,001
% de absorción con 16% de PET	,382	15	,000	,454	15	,001

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Interpretación

La prueba de normalidad tomada es SHAPIRO – WILK a causa de que se tuvo menos que 30 especímenes analizados, la tabla muestra que los valores examinados no cumplen con el criterio de normalidad para el % de absorción con 16% de PET ( $p=0,001 < 0,05$ ) y para el % de absorción con 0% de PET ( $p=0,001 < 0,05$ ). Dado que no se cumple la prueba de normalidad, se ha realizado la prueba no paramétrica de wilcoxon para la prueba de hipótesis.

**Tabla 43**

*Prueba no paramétrica de Wilcoxon para datos de % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 16% de PET*

<b>Resumen de contrastes de hipótesis</b>			
Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
La mediana de diferencias entre % de absorción con 0% de PET y % de absorción con 16% de PET es igual a 0.	Prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas	,001	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,050.

### Interpretación

Del análisis efectuado con el software SPSS, se toma la hipótesis alternativa en la cual nos indica que la incorporación de 16% PET triturado influye de forma negativa en la capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto. Con una contrastación de ( $w=0,001 < 0,05$ ).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. PRESENTACIÓN DE LA CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En esta sección se realizará la comparación de los resultados de la investigación con otras investigaciones.

Al realizar los ensayos de resistencia a compresión a los bloques de concreto elaborados a base de cemento, hormigón, agua y PET triturado con incorporación de 0%, 12%, 14% y 16% se obtuvo resultados promedio de 42.584kg/cm<sup>2</sup>, 43.437kg/cm<sup>2</sup>, 45.066kg/cm<sup>2</sup>, 38.101kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. De forma similar Moran (2017) al realizar ensayos de resistencia a compresión de los bloques de concreto elaborados a base de cemento, arena, sascab, cal, gravilla, agua y PET triturado con incorporación de 0%, 5%, 10% y 15% se obtuvo resultados promedios de 52.88kg/cm<sup>2</sup>, 34.89kg/cm<sup>2</sup>, 47.63 kg/cm<sup>2</sup>, 34.62kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. Estos resultados presentan una contradicción con los resultados que se halló, debido a que en la investigación de Moran (2017) cuando se le va añadiendo PET en 5%, 10% y 15%, la resistencia a compresión va disminuyendo con respecto a la resistencia a compresión del bloque patrón (0% PET), y sin embargo en la presente investigación cuando se le va añadiendo PET en 12%, 14% la resistencia a compresión del bloque patrón aumenta y aun añadiendo PET en un 16% la resistencia a compresión disminuye con respecto de la resistencia a compresión del bloque patrón.

A si mismo al realizar los ensayos de absorción de agua a los bloques de concreto patrón y con incorporación de PET triturado se obtuvo resultados promedios de 4.625%, 4.921%, 5.391% y 5.771%, respectivamente. De forma similar Moran (2017) obtuvo resultados promedios de 9.60%, 10.44%, 10.41%, 9.92%, respectivamente. Estos resultados presentan una similitud con los resultados que se halló, ya que, en ambas investigaciones, se observa un aumento en el porcentaje de absorción conforme se añade PET triturado.

Al realizar los ensayos de resistencia a compresión a los bloques de concreto patrón y con incorporación de PET triturado en porcentajes de 12%, 14% y 16% con relación de A/C 0.80 se obtuvo resultados promedios de 42.584kg/cm<sup>2</sup>, 43.437kg/cm<sup>2</sup>, 45.066kg/cm<sup>2</sup>, 38.101kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente. De forma similar Farias (2019) al realizar ensayos de resistencia a compresión a los bloques de concreto patrón y con incorporación de PET triturado en porcentajes de 5%, 15% y 30% con relación de A/C 0.81 obtuvo resultados promedios de 73.92kg/cm<sup>2</sup>, 77.38kg/cm<sup>2</sup>, 80.84 kg/cm<sup>2</sup>, 69.43 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Estos hallazgos son consistentes con los obtenidos previamente, ya que en esta investigación se observó que a medida que se va añadiendo el PET triturado hasta un 14% la resistencia a compresión aumenta y de la misma manera en el estudio de Farias (2019) añadiendo el PET triturado hasta un 15% la resistencia a compresión aumenta, pero pasados dichos porcentajes de incorporación la resistencia a compresión empieza a disminuir.

A si mismo al realizar el ensayo de absorción de agua a los bloques de concreto patrón y con incorporación de PET triturado se obtuvo resultados promedios de 4.625%, 4.921%,5.391% y 5.771%, respectivamente. De forma similar Farias (2019) obtuvo resultados promedios de 9.10%, 7.95%, 7.20%, 6.70%, respectivamente. Estos resultados discrepan con los resultados que se halló, ya que, en esta investigación, se observó que conforme se añade el PET triturado el porcentaje de absorción de agua va incrementando y en la investigación de Farias (2019) el porcentaje de absorción de agua va disminuyendo.

Al realizar los ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua a los bloques de concreto patrón con incorporación de PET triturado en 12%, 14% y 16% con relación de A/C 0.80 se obtuvo resultados promedios de 42.584kg/cm<sup>2</sup>, 43.437kg/cm<sup>2</sup>, 45.066kg/cm<sup>2</sup>, 38.101kg/cm<sup>2</sup> y 4.625%, 4.921%,5.391% y 5.771%, respectivamente. De forma similar Flores (2018) al realizar ensayos de resistencia a compresión y absorción de agua a los bloques de concreto patrón y con incorporación de PET triturado en porcentajes de 15%, 30% y 45% con relación de A/C 0.80 obtuvo resultados

promedios de 62.11kg/cm<sup>2</sup>, 47.58kg/cm<sup>2</sup>, 31.43 kg/cm<sup>2</sup>, 19.99kg/cm<sup>2</sup> y 8.10%, 8.40%, 8.90%, 9.47%, respectivamente. Estos resultados concuerdan con los resultados que se halló, ya que se pudo apreciar que a medida que se va añadiendo el PET triturado hasta un 14% la resistencia a compresión aumenta y pasado dicho porcentaje empieza a disminuir; y, de la misma forma se aprecia que la absorción va aumentando.

## CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos, se puede concluir que:

Realizado los ensayos al agregado pétreo procedente de la cantera Sacra familia se concluye que esta apta para la producción de boques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco, debido a que presenta resultados que se encuentran conforme a los parámetros definidos por la Norma Técnica Peruana.

La determinación de las cantidades de los materiales, mediante el diseño de mezcla para los bloques de concreto patrón y con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco, cumplieron satisfactoriamente la resistencia a compresión a la cual fueron diseñadas.

El bloque patrón presenta una resistencia a la compresión promedio de 42.584 kg/cm<sup>2</sup> y los bloques de concreto elaborados con sustitución de 12%,14% y 16% de PET triturado, presentan una resistencia a la compresión promedio de 42,202 Kg/cm<sup>2</sup>, el cual es aceptable, debido a que aún es mayor que el valor mínimo (35,18 Kg/cm<sup>2</sup>) según la NTP 399.600. Así mismo, el bloque patrón presenta un porcentaje de absorción de agua de 4.625% y los bloques de concreto elaborados con sustitución de 12%,14% y 16% de PET triturado, presentan un porcentaje de absorción de agua promedio de 5.361%, el cual es aceptable, debido a que aún es menor que el valor máximo (15 %) según la RNE E-070.



## RECOMENDACIONES

Se le recomienda para investigaciones futuras que también se realicen otros ensayos para determinar el comportamiento térmico y acústico.

Se recomienda que para los bloques de concreto se utilicen otras variedades de PET y someterlo a los ensayos de compresión y la capacidad de absorción de agua.

Se recomienda mejorar la consistencia aplicando distintas dosificaciones a la mezcla del concreto para aumentar la trabajabilidad del concreto.

Que todos los materiales deben abastecerse en una misma fecha y sitio adecuado para la ejecución de los ensayos y evitar contratiempos.

Tomar los resultados de esta investigación como antecedente que justifica y respalda la fabricación de bloques de concreto para muros no portantes con adición de PET triturado

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Cabellos, O. D. (2017). RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> CON LA ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO DRAMIX y SIKA. 342. From file:///C:/Users/USER/Downloads/Abanto%20Cabellos%20Oswaldo%20David%20(2).pdf
- Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto teoría y problemas (Segunda edición ed.). San Marcos E.I.R.L. From <https://www.udocz.com/apuntes/21543/tecnologia-del-concreto-teoria-y-problemas-ing-flavio-abanto-castillo>
- Abinco. (2010). Abinco. From <http://blog.abinco.com.mx/posts/carbonatacion-en-estructuras-de-concreto>
- Acoplásticos. (2022). ¿Qué es el PET? Retrieved April 13, 2023 from Acoplásticos: <https://www.acoplásticos.org/index.php/mnu-pre/opmbus-pref/36-opc-fag-pre4>
- Aguilar Tito, C. (n.d.). ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO 210KG/CM<sup>2</sup> CON ADICIÓN DE LIMADURA DE HIERRO PARA VIVIENDAS, SAN JUAN DE LURIGANCHO, 2018. Universidad Cesar Vallejo, 167. From file:///C:/Users/USER/Downloads/AGUILAR\_TC%20(1).pdf
- Alves de Medeiros, R., Silva Muñoz, G., & Farias de Medeiros, M. H. (2019). Correlación entre la absorción de agua, la resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión del hormigón con diferentes contenidos de puzolana. From <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v9i2.335>
- Anta, A., & Enríquez, J. A. (2019, July 29). CONTAMINACIÓN de LAGOS y RÍOS: Causas, Consecuencias y Cómo evitarla. Retrieved April 13, 2023 from Ecología Verde: <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-de-lagos-y-rios-causas-consecuencias-y-como-evitarla-1936.html>
- Armas Pacheco, F. A. (2014). SÍNTESIS DE POLIÉSTERES BIODEGRADABLES DERIVADOS DEL ÁCIDO TEREFTÁLICO Y ÁCIDO ADÍPICO CON 1,4-BUTANODIOL. From

- <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/12650/1/Tesis%20Final.pdf>
- Báez Ochoa, A. M., & Crespo Linares, D. C. (2017). RENOVAR: REUTILIZACIÓN O RECICLAJE DE LAS BOTELLAS DE PLÁSTICO. From [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5848/1/TCG\\_BaezOchoaAngieMilen\\_2017.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/5848/1/TCG_BaezOchoaAngieMilen_2017.pdf)
- Bailón Espinoza, J. Y., & Huatuco Cordova, E. F. (2021). Uso de plástico PET como agregado en la fabricación de unidades de albañilería ecológica para la construcción de muros de cerramiento en el sector Cooperativa Santa Isabel, distrito de Huancayo, al 2021. From [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10451/1/IV\\_FIN\\_106\\_TE\\_Bailon\\_Huactuco\\_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10451/1/IV_FIN_106_TE_Bailon_Huactuco_2021.pdf)
- Bulmaro Norega. (2020, December 11). Botellas de PET: Definiciones y proceso de fabricación. Retrieved April 13, 2023 from Ingeniería Química Reviews:  
<https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2020/12/botellas-pet-proceso-fabricacion-definiciones.html>
- Caballero Meza, B., & Flores Lengua, O. (2017). Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno - Tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción. From <http://dx.doi.org/10.57799/11227/7902>
- CANO VELASQUEZ, M. A. (2021). INFLUENCIA DEL CURADO EN LA POROSIDAD Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO DE  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>. UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO", Huaraz. From [https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4778/T033\\_73064193\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/4778/T033_73064193_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Castro Atao, M. (2018). Resistencia a la compresión axial simple de bloques huecos de concreto elaborados con fibras de polipropileno. From <https://doi.org/10.36881/yachay.v7i01.89>
- Caviedes Aguirre, J. D. (2020). DISEÑO DE UNA MÁQUINA TRITURADORA PARA PLÁSTICO PET. From <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7904/1/413>

1632-2020-1-IM.pdf

- Contreras Martínez, M. J., & Cervantes, E. L. (2009). Manual de proceso para la fabricación de una botella de plástico. From <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4119/101.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Datta, V. (2017, November 9). La contaminación del agua nos afecta a todos. Retrieved April 13, 2023 from National Geographic: <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/2017/10/del-oceano-al-grifo-la-contaminacion-del-agua-nos-afecta-todos>
- Ecolec. (2018). Tratamiento de residuos - Ecolec. Retrieved April 13, 2023 from Fundación Ecolec: <https://ecolec.es/informacion-y-recursos/tratamiento-de-residuos/>
- Ecoplas. (2022). Análisis de Ciclo de Vida de la gestión de envases de PET, latas y bricks mediante SIG y SDDR en España. From <https://ecoplas.org.ar/site2020/wp-content/uploads/2022/09/Publicacion-63-Analisis-del-Ciclo-de-Vida.pdf>
- Elaplas. (2023). Polieterimida PET - Plásticos técnicos. Retrieved April 13, 2023 from Elaplas: <https://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/pet/>
- Farias Solano, M. A. (2019). Influencia del porcentaje de polietileno tereftalato en las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto - 2018. From <https://hdl.handle.net/20.500.12692/35993>
- Fernandez, A. (2023, marzo). Aditivos para concreto. From [https://www.academia.edu/34718895/Cap%C3%ADtulo\\_6\\_Aditivos\\_para\\_Concreto](https://www.academia.edu/34718895/Cap%C3%ADtulo_6_Aditivos_para_Concreto)
- Ferrel Lagos, W. L. (2023, mayo 22). Fabricantes de molinos y planta reciclaje PET [Fotografía]. From Evisos: <https://lima-city.evisos.com.pe/fabricantes-de-molinos-y-planta-reciclaje-pet-lima-id-506985>
- Flores Guillén, E. F. (2018). Elaboración de elementos prefabricados de concreto con la adición de plástico reciclado PET. From <http://hdl.handle.net/20.500.14076/16471>
- Garza Rodriguez, E. A. (2014). PROPIEDADES MECÁNICA DINÁMICA DE

- NANOPARTÍCULAS                      TERMOFIJAS.                      From  
<http://eprints.uanl.mx/4186/1/1080253849.pdf>
- Gester. (2022). ¿En qué consiste el proceso de Peletización del plástico?  
 Retrieved April 13, 2023 from Gester: <https://gester.es/blog/en-que-consiste-el-proceso-de-peletizacion-del-plastico/>
- Gómez Serrato, J. G. (2016). DIAGNÓSTICO DEL IMPACTO DEL PLÁSTICO  
 - BOTELLAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE: UN ESTADO DEL ARTE.  
 From  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/10047/Gomez2016.pdf>
- Hamilton Steel. (2022). Tachos Contenedor Botella Reciclaje de Malla  
 Metalica 600 LT – HAMILTON STEEL SRL. Retrieved April 13, 2023  
 from                      HAMILTON                      STEEL                      SRL:  
<https://hamiltonsteelsrl.com/producto/botella-recicladora-de-malla-metalica-600-litros/>
- Hernández Sampieri, R. (2018). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:  
 LAS RUTAS CUANTITATIVA, CUALITATIVA Y MIXTA. McGraw-Hill  
 Interamericana.
- Huerta Ochoa, S. (2010). Cristalización. From  
<http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/sho/Cristalizacion.pdf>
- Interpack. (2023). C pet trays - Packaging products machines & services  
 Cyprus | Προϊόντα, μηχανές & υπηρεσίες συσκευασίας Κύπρος.  
 Retrieved April 13, 2023 from M&G Interpack package suppliers Ltd:  
<https://www.mginterpackcy.com/products/c-pet-trays>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y  
 control de mezclas de concreto. Porlant Cement Association (PCA).
- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (1992). Diseño y  
 control de mezclas de concreto. Instituto Mexicano del Cemento y del  
 Concreto. From  
<http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/7097/7098/7099/7103/82528.pdf>
- La caja de herramientas de ingeniería. (2003). Valores de módulo de Young,  
 resistencia a la tracción y límite elástico para algunos materiales. From

- [https://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d\\_417.html](https://www.engineeringtoolbox.com/young-modulus-d_417.html)
- Lizcano Rivas, V. D., & Guerrero Cantillo, D. J. (2020). ANÁLISIS DEL TEREFALATO DE POLIETILENO (PLÁSTICO PET) EN TUBERÍAS HIDRÁULICAS DOMÉSTICAS BAJO DIVERSOS RÉGIMEN DE FLUJO. From <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8472/An%C3%A1lisis%20del%20terefalato%20de%20polietileno%20%28pl%C3%A1stico%20PET%29%20en%20tuber%C3%ADas%20hidr%C3%A1ulicas%20dom%C3%A9sticas%20bajo%20diversos%20r%C3%A9gimen%20de%20flujo.pdf?sequence>
- Martinez Nieto, A. F. (s/f). Diseño de Mezcla de concreto\_Metodo ACI 211.1. Perú. From <https://es.slideshare.net/AxelMartnezNieto/diseo-de-mezcla-de-mortero-simple>
- McCormac, J. C., & Brown Russell, H. (2011). Diseño de concreto reforzado. (R. Arrijoa Juárez, Trans.) Alfaomega Grupo Editor.
- MINAM. (2021, Abril 27). Residuos sólidos en el PERÚ. Retrieved April 13, 2023 from Alrededor de 93 mil toneladas de residuos sólidos fueron valorizados en el 2020 a nivel nacional: <https://www.gob.pe/institucion/minam/noticias/487809-alrededor-de-93-mil-toneladas-de-residuos-solidos-fueron-valorizados-en-el-2020-a-nivel-nacional>
- Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2020, diciembre). Norma E.060 Concreto armado. Plataforma digital única del Estado Peruano. From <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>
- Moran Ruiz, Y. M. (2017, Setiembre). Evaluación de la resistencia a compresión y absorción de los bloques huecos a base de cemento, arena, sascab y gravilla con adición de triturado fino de pet. From <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/540>
- MTC Glosario. (2018). Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial. From [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_1556.p](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.p)

df

- Muñoz Perez, L. (2012). Estudio del uso del polietileno tereftalato (pet) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga. [Universidad Nacional Autónoma de México,2012]. Universidad Nacional Autónoma de México, México. From <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/0686328/0686328.pdf>
- NORMA E.070. (2019). Albañilería. From <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.070-albanileria-sencico.pdf>
- NTP 339.034. (2009). HORMIGON (concreto). From <https://es.slideshare.net/MayraAndreaRaveloArc/ntp-339034>
- NTP 399.600. (2017). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. BLOQUES DE CONCRETO PARA USO NO ESTRUCTURAL. From <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-tecnologica-de-los-andes/base-de-datos-2/ntp-399600-2017-unidades-de-albanileria-bloques-de-concreto-para-uso-no-estructural-requisitos/19760126>
- NTP 399.602. (2002). Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso estructural. From <https://es.scribd.com/document/454227510/NTP-399-602#>
- NTP 399.604. (2002). Unidad de albañilería. Método de muestreo. From <https://es.scribd.com/document/351903031/Norma-Tecnica-Peruana-Ntp-399-604-2002>
- Olarte, f. (2019, diciembre 19). Tipos de plásticos: toxicidad y usos. Ecovidiasolar. From <https://www.ecovidiasolar.es/blog/tipos-de-plasticos-toxicidad-y-usos/>
- Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (Segunda ed.). Colegio de Ingenieros del Perú. From <https://issuu.com/jj1989/docs/145311372-topicos-de-tecnologia-de->
- Porrero S., J., Ramos R., C., Grases G., J., & J. Velazco, G. (2014). Manual del Concreto Estructural (Primera Edición ed.). PAG Marketing Soluciones. From <https://pe56d.s3.amazonaws.com/p193k6ak6nqf8199a17uh1ukueue9.pdf>

- Quezada Lucio, N. (2010). Metodología de la investigación: estadística aplicada en la investigación. Editorial Macro.
- Química PUCP. (2005, September 14). Producción de PET. Retrieved April 13, 2023 from Textos Científicos: <https://www.textoscientificos.com/polimeros/pet/produccion-pet>
- Quinto Robles, N. Z. (2019). Evaluación de las propiedades físicas mecánicas del concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , adicionado plástico "PET" reciclado en el Distrito de Yanacancha, Provincia y Región de Pasco - 2019. From <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1679>
- Rivera L., G. A. (2013). Libro de tecnología del concreto y mortero (Primera edición ed.). Universidad del Cauca. From <https://www.udocz.com/apuntes/8628/tecnologia-concreto-y-mortero-rivera-pdf>
- Rodenas López, M. A. (2019). CONCRETO. From <https://www.academia.edu/13567232/Concreto>
- Rodriguez Guerra, A., & Baca Cajas, K. A. (2021, mayo). Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. From <https://remcb-puce.edu.ec/remcb/article/view/919>
- Sánchez Mora, J. J. (2023). Comportamiento térmico y mecánico del poli(etilén tereftalato) (PET) modificado con resinas poliméricas basadas en bisfenol-A [Tesis doctoral,Universidaad Politecnica de Catalunya]. Repositorio institucional, Barcelona. From <https://www.tdx.cat/handle/10803/6037#page=1>
- Suasnavas Flores, D. F. (2017). Degradación de materiales plásticos "PET" (polyethylene terephtalate), como alternativa para su gestión. From <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13224/Degradaci%C3%B3n%20Qu%C3%ADmica%20del%20PET.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torre, A. (2004). Tecnología del concreto. From [https://www.academia.edu/11718754/TECNOLOGIA\\_DEL\\_CONCRETO](https://www.academia.edu/11718754/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO)
- Tueros Rojas, R., & Lopez Jara, A. G. (2016). Evaluación comparativa de las



propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión y comparados con un bloque de. From <https://hdl.handle.net/20.500.12557/705>

Valle Garcia, D. E. (2018). Modelo de regresión lineal multivariado aplicado a la relación entre variables químicas del clinker y variables físicas del cemento. From <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/9588>

Vargas Santillán, A. (2019, febrero). Análisis de reciclado químico de plásticos (PE y PET) para la obtención de productos con valor agregado en México. From [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/5737/FIQ-D-2019-0214.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/5737/FIQ-D-2019-0214.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Chaca Raymundo, O. (2025). *Análisis de la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto con incorporación de 12%, 14% y 16% de PET triturado, según la NTP 399.604 para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco, 2022*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 307-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 16 de junio de 2020

Visto, el Oficio N° 261-2020-C-PAIC-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1346, del estudiante **Oliver Deyvis, CHACA RAYMUNDO**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

#### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1346, presentado por el (la) estudiante **Oliver Deyvis, CHACA RAYMUNDO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Rosner Nadler Mato Vicente, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27 y 28 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Único.- DESIGNAR**, como Asesor de Tesis del estudiante **Oliver Deyvis, CHACA RAYMUNDO**, al Mg. Rosner Nadler Mato Vicente, Docente del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese

 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
SECRETARÍA DE FACULTAD  
HUÁNUCO - PERÚ  
  
Mg. Johnny S. Jacha Rojas  
SECRETARIO DOCENTE

 FACULTAD DE INGENIERÍA  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
DECANO  
  
Mg. Borcha Campos Rios  
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Mat. y Reg. Acad. - Interesado - Archivo  
BLCRUP/IR/ma.

# ANEXO 2

## RESOLUCION DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1277-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de junio de 2022

Visto, el Oficio N° 806-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 307-2020-D-FI-UDH, de fecha 16 de junio de 2020, perteneciente al Bach. **Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Rosner Nadler Mato Vicente, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 806-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. **Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Hamilton Denniss Abal García (Secretario) y Ing. Juan Alex Alvarado Romero (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. **Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



Indicaciones:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivos:  
RCH/2021/010

# ANEXO 3

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE EJECUCIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1277-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 28 de junio de 2022

Visto, el Oficio N° 806-2022-C-PAIC-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Civil, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 307-2020-D-FI-UDH, de fecha 16 de junio de 2020, perteneciente al Bach. Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO se le designó como ASESOR(A) al Mg. Rosner Nadler Mato Vicente, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 806-2022-C-PAIC-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Johnny Prudencio Jacha Rojas (Presidente), Mg. Hamilton Denniss Abal García (Secretario) y Ing. Juan Alex Alvarado Romero (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022", presentado por el (la) Bach. Oliver Deyvis CHACA RAYMUNDO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil, del Programa Académico de Ingeniería Civil de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNIQUESE Y ARCHÍVESE



Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIC - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/CPM/rm

## ANEXO 4

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO,2022”

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN
<p><b>PROBLEMA GENERAL.</b>  <b>PG:</b> ¿Cómo influye la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL.</b>  <b>OG:</b> Determinar la influencia de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.</p>	<p style="text-align: center;"><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p><b>HG:</b> Existe influencia de forma positiva en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.</p> <p><b>H0:</b> Existe influencia de forma negativa en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de la incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado en los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca-Pasco 2022.</p> <hr/> <p style="text-align: center;"><b>HIPOTESIS ESPECIFICOS</b></p> <hr/> <p><b>H1:</b> Las propiedades físico mecánicas del</p>	<p style="text-align: center;"><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p>PET triturado</p> <p style="text-align: center;"><b>DEPENDIENTE</b></p> <p>- Resistencia a la compresión.            - Capacidad de absorción de agua.</p>	<p style="text-align: center;"><b>NIVELES DE INVESTIGACIÓN</b></p> <p><b>Enfoque de la investigación:</b>  <b>cuantitativo</b>, supone determinar las causas de un fenómeno o evento que tienen relación a la investigación; esto permite relacionar los aspectos principales con las variables deduciendo el problema de investigación. (Hernández, 2018).  <b>Alcance o nivel: explicativo</b>, en vista de que se logró conocer la relación que existe entre la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua (variables dependientes), , con la incorporación de 12%,14% y 16% de PET triturado (variable independiente).</p>

---

agregado pétreo son aptas para la producción de los bloques de concreto para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022

**H2:** Las proporciones de materiales determinadas cumplen satisfactoriamente con la resistencia a compresión a la cual fueron diseñadas, para la conformación de los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022

**H3:** La resistencia a la compresión y capacidad de absorción del agua en los bloques de concreto patrón con incorporación del 12%, 14% y 16% de PET triturado cumplen los parámetros para uso no estructural en Yanahuanca – Pasco 2022

**Diseño: Experimental**, ya que se realizarán pruebas controladas y se manipulará la variable independiente (porcentaje de PET triturado) para observar sus efectos en la resistencia a la compresión y capacidad de absorción de agua de los bloques de concreto. (Autor: Campbell, D. T., & Stanley, J. C.)

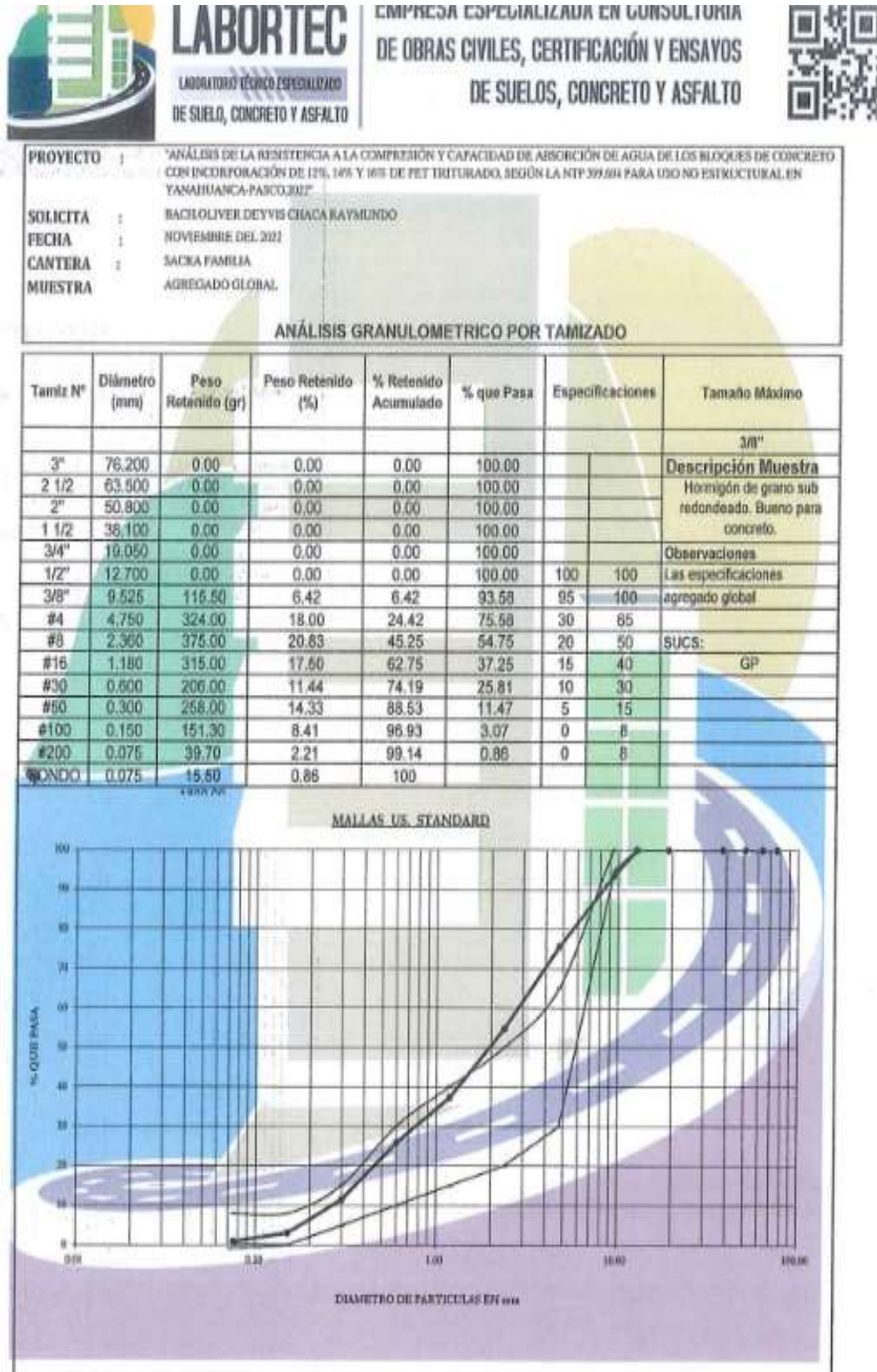
**Población Y Muestra:** El método de muestreo consiste en la elección por métodos no aleatorios, indicando que la muestra es igual a la población.

---

## ANEXO 5

### INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Formatos de análisis de laboratorio:







**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**PROCESO** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.404 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

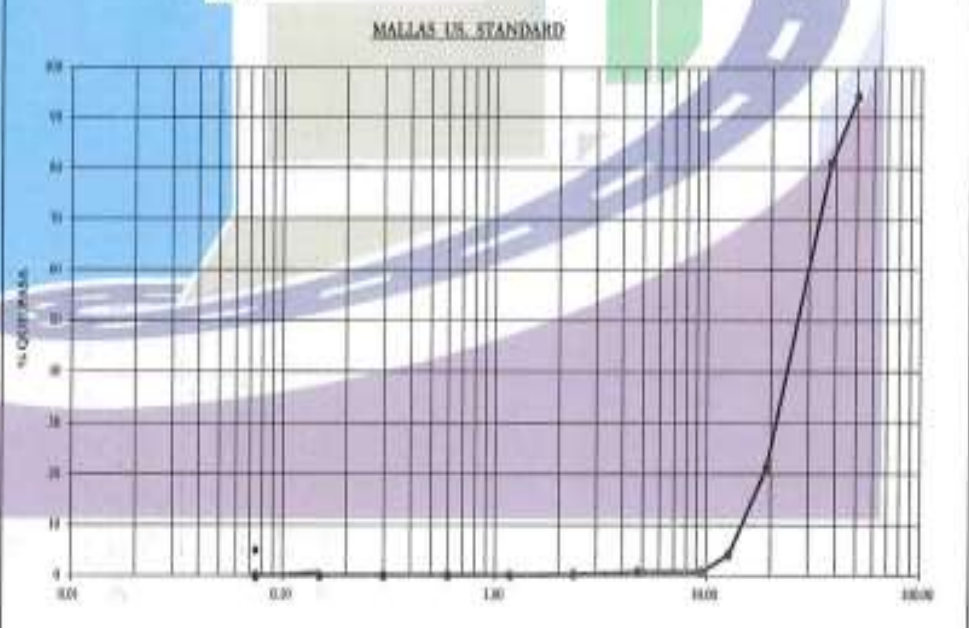
**SOLICITA** : BACHOLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2022

**MUESTRA** : TEREFTALATO DE POLIETILENO

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Tamiz N°	Díametro (mm)	Peso Retenido (gr)	Peso Retenido (%)	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo
							3/8"
1"	76.200						Descripción Muestra Agregado reciclado procedente de material inorgánico
1/2	63.500						
3/8	50.800	780.10	5.61	5.61	94.39		
4	38.100	1834.60	13.54	19.16	80.84		Observaciones Las especificaciones agregado global
10"	19.050	8074.80	59.62	78.77	21.23		
16"	12.700	2324.20	17.16	95.93	4.07		
20	9.525	452.00	3.34	99.27	0.73		
30	4.750	1.23	0.01	99.28	0.72		
40	2.360	65.19	0.48	99.76	0.24		
60	1.180	19.12	0.14	99.90	0.10		
80	0.800	7.76	0.06	99.96	0.04		
80	0.300	4.74	0.04	99.99	0.01		
100	0.150	0.52	0.00	100.00	0.00		
200	0.075	0.53	0.00	100.00	0.00	0	5
200	0.075	0.00	0.00	100.00			
		12784.71					



## DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO RMP

**OBRA** : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGUN LA NTP 599.004 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YAMAHUANCA PASCO, 2020.  
**SOLICITA** : BACH OLIVER DE VIVI CHAZA RAYMONDO  
**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2020  
**CANTERA** : SACRA FAMILIA  
**DISEÑO** : PATRÓN DE COBINACIÓN

### 1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO

	$f'_c$	150
	SLUMP	1"
<b>ENSAYO FÍSICO</b>	<b>A. GLOBAL</b>	
TAMAÑO NOMINAL	3/8	
ACCION DE MEZCLA		
PESO UNITARIO SUJETO	1758.13	445.0
PESO UNITARIO COMPACTADO	1915.05	535.0
PESO ESPECIFICO	2.58	1.394
% DE ABSORCIÓN	3.91	0
HUMEDAD	3.55	4.90000
PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO	3.15	

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

Las especificaciones de obra indican:

- \*No existen indicaciones en el diseño.
- \*La resistencia en compresión de diseño especificada, es de 80 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.
- \*La mezcla deberá tener una consistencia seca ( SLUMP entre 1"-2" ).
- \*El cemento usado es de la marca Nacional tipo estructural.

### 2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:

$$f'_{cr} = 80 + 70 = 150$$

### 3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA

$$\text{agua en litros} = 207 \text{ L}$$

### 4- CONTENIDO DE AIRE EN %

GRANDEZA DE LOS ELEMENTOS	APORTE DEL CEMENTO	GRANDEZA DE LOS ELEMENTOS
3.0	0.4	3.0

### 5- RELACIÓN AGUA CEMENTO

$$A/C = 0.800$$

  
**LABORTEC**  
 Elio Augusto Parreda C.  
 INGENIERO EN CIENCIAS DE CONSTRUCCIÓN

  
**LABORTEC**  
 Ing. Róber Céspedes Jaramilla  
 CIP N° 109887



**6- FACTOR CEMENTO**

F'c= 150

A/C= 0.800

6.09 bolsas de C

C= A/0.80

C= 250 Kg

**7- AGREGADO GRUESO**

1915.05 X 0.910 = 1743 Kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	250	0.08214 M <sup>3</sup>
Agua	207	0.20700 M <sup>3</sup>
Aire	3.0	0.03000 M <sup>3</sup>
Agr.Globol	1743	0.88088 M <sup>3</sup>
suma de valores		1.0000 M <sup>3</sup>

volumen del Pet 14%	0.88088 x 0.1400	M <sup>3</sup>
volumen del Pet	0.0963	M <sup>3</sup>
peso del Pet	133	Kg

volumen del Agregado G.	0.88088 - 0.0963	M <sup>3</sup>
volumen del Agregado G.	0.8865	M <sup>3</sup>
peso del Agregado Global	1499	Kg

**9- DISEÑO SECO**

	en Kg.
Cemento	250 Kg
Agua	207 Kg
Agr.Globol	1499 Kg
Pet	133 Kg
suma de valores	2088 Kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr.Globol	1552 Kg
Pet	133 Kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Global	5.40
aporte de Ag. Pet	-0.37
aporte total de agua	5.03
Agua efectiva.....	202



**LABORTEC**

LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



12- DISEÑO HUMEDO x M3

Cemento	259	Kg
Agen	202	Kg
Agr.Globol	1552	Kg
Pet	133	Kg
	2140	Kg

13- PROPORCIÓN EN VOLUMEN

	Pie3/Saco	
Cemento	1	Pie3
Agr.Globol	5.8	Pie3
Pet	0.5	Pie3
Agua	33.2	Lt./saco

F'c= 150

14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO

Cemento	42.5	Kg/saco
Agr.Globol	245.2	Kg/saco
Pet	21.8	Kg/saco
Agua	33.2	Lt./saco

15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO

Relación A/C de diseño	0.800
Relación A/C efectiva	0.781





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO DE 8MPa CON 16% PET**

**OBRA** : "ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 10%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 390.004 PARA USO NO ESTRUCTURAL, EN YANAHUANCA PASCO, 2012"

**SOLICITA** : BACHILLER DEYVIS CHACA RAMIRO

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2012

**CANTERA** : SADRÁ FAMILIA

**DISEÑO** : CON ADICIÓN DE TEREFTALATO DE POLIETILENO DE 16%

**1- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO**

ENSAYO FÍSICO	Agm. Global	PET	
		f <sub>c</sub>	slump
ENSAYO ALUMINO NOMINAL	1/8	160	1"
MODULO DE TENSIÓN			
PESO UNITARIO SECO	1758.13		
PESO UNITARIO COMPACTADO	1915.05		
PESO ESPECÍFICO	2.55	1.37	
NÚMERO ABSORCIÓN	3.91	0.03	
RESISTENCIA	3.55	0.3	
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.15		

Se calculará las proporciones de los materiales integrantes de una mezcla de concreto a ser empleada en la Obra.

**Las especificaciones de obra indican:**

\*No existen limitaciones en el diseño.

\*La resistencia a compresión de diseño especificada, es de 80 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

\*La mezcla deberá tener una consistencia seca (SLUMP entre 1" -2").

\*El cemento usado es de la marca Nacional tipo estructural.

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

$$f_{cr} = 80 + \frac{70}{100} \times 150$$

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**

agua en litros =  $\frac{207}{1}$  Lt

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

MATERIALES	GRANOS DEL AGREGADO	TOTAL DE AIRE
3.0	0.0	3.0

A/C = 0.800



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**6- FACTOR CEMENTO**

F<sub>c</sub> = 150

A/C = 0.000

6.09 bolsas de C

C = 110.00

C = 250 Kg

**7- AGREGADO GRUESO**

1915.05 x 0.910 = 1743 Kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	250	0.08214 M <sup>3</sup>
Agua	207	0.20700 M <sup>3</sup>
Aire	3.0	0.03000 M <sup>3</sup>
Agr. Global	1743	0.68086 M <sup>3</sup>
suma de volúmenes		1.0000 M <sup>3</sup>

volúmenes del Per 10%	0.68086 x 0.1000	M <sup>3</sup>
volúmenes del Per	0.1089	M <sup>3</sup>
peso del Per	152	Kg

volúmenes del Agregado G	0.68086 - 0.1089	M <sup>3</sup>
volúmenes del Agregado G	0.5719	M <sup>3</sup>
peso del Agregado Global	1464	Kg

**9- DISEÑO SECO**

	en Kg.
Cemento	250 Kg
Agua	207 Kg
Agr. Global	1464 Kg
Per	152 Kg
suma de volúmenes	2082 Kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agr. Global	1516 Kg
Per	152 Kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Global	5.27
aporte de Ag. Per	-0.43
aporte total de agua	4.85

Agua efectiva ..... 202

Ficha de resultados de laboratorio de resistencia a la compresión a los 28 días para el concreto convencional.



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION AXIAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA (F'b)**

PRESA HIDRAULICA ELE INTERNACIONAL SOILTTEST MADE IN USA 4839

OBRA: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 18% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

LOTE: BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 12% DE PET

SOLICITA: OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

FECHA: DICIEMBRE DE 2022

ESPECIMEN	FECHA DE ROTURA	LARGO DEL BLOQUE (cm)		ANCHO DEL BLOQUE (cm)		AREA			RESISTENCIA		F'M (Mpa)	F'M (KG/CM2)
		BLOQUE (cm)	BLOQUE (cm)	BRUTA (cm2)	HUECA	SOLIDA	HUECA	TOTAL KN	TOTAL (KG)			
BC-01 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	78.19	7973.0343	3.620	36.91	
BC-02 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	84.01	9586.1997	4.352	44.38	
BC-03 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	75.96	7745.6412	3.517	35.86	
BC-04 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	83.27	8491.0419	3.855	39.31	
BC-05 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	91.04	9283.3488	4.215	42.98	
BC-06 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	86.46	8815.3065	4.002	40.81	
BC-07 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	104.01	10605.8997	4.815	49.10	
BC-08 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	96.1	9799.317	4.449	45.37	
BC-09 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	107.24	10935.2628	4.965	50.63	
BC-10 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	87.85	8956.0251	4.066	41.46	
BC-11 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	82.07	8368.6779	3.799	38.74	
BC-12 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	105.95	10905.6915	4.951	50.49	
BC-13 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.05	8978.4585	4.076	41.57	
BC-14 (12% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	105.65	10762.9335	4.886	49.83	
BC-15 (12% PET)	20/11/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	83.44	9528.0768	4.326	44.11	
<b>PROMEDIOS</b>		<b>40.00</b>	<b>15.00</b>	<b>600.00</b>	<b>384.00</b>	<b>216.00</b>	<b>0.64</b>	<b>92.01</b>	<b>9382.33</b>	<b>4.26</b>	<b>43.44</b>	

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 982887000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirt@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



### ENSAYO DE ABSORCIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

**OBRA**

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 398.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

**LOTE**

BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 14% DE PET

**SOLICITA**

OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

**FECHA**

DICIEMBRE DEL 2022

N° MUESTRA	PESO SECO BLOQUE (gm)	PESO SATURADO BLOQUE (gm)	AGUA ABSORVIDA BLOQUE (mm)	% ABSORCIÓN
BC-01 (14% PET)	11789	12425	636.00	5.39
BC-02 (14% PET)	11791	12433	642.00	5.44
BC-03 (14% PET)	11793	12430	637.00	5.40
BC-04 (14% PET)	11797	12435	638.00	5.41
BC-05 (14% PET)	11796	12432	636.00	5.39
BC-06 (14% PET)	11794	12429	635.00	5.38
BC-07 (14% PET)	11790	12430	640.00	5.43
BC-08 (14% PET)	11798	12433	635.00	5.38
BC-09 (14% PET)	11792	12436	644.00	5.46
BC-10 (14% PET)	11794	12429	635.00	5.38
BC-11 (14% PET)	11793	12435	642.00	5.44
BC-12 (14% PET)	11797	12431	634.00	5.37
BC-13 (14% PET)	11795	12428	633.00	5.37
BC-14 (14% PET)	11801	12427	626.00	5.30
BC-15 (14% PET)	11805	12433	628.00	5.32
PROMEDIOS	11795.0	12431.1	636.1	5.4



MUESTRA SECA



MUESTRA SATURANDO



MUESTRA DESPUES DE SATURAR





**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION AXIAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA (F'<sub>b</sub>)**

PRESA HIDRAULICA ELÉ INTERNACIONAL SOILTEST MADE IN USA 4832

OBRA : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.804 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

LOTE : BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 14% DE PET

SOLICITA : OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

FECHA : DICIEMBRE DE 2022

ESPECIMEN	FECHA DE ROTURA	LARGO DEL BLOQUE (cm)	ANCHO DEL BLOQUE (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	AREA HUECA	AREA SOLIDA	AREA HUECA	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>m</sub> (Mpa)	F <sub>m</sub> (KG/CM <sup>2</sup> )
BC-01 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	108.25	11038.2525	5.011	51.10
BC-02 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	114.55	11680.6635	5.303	54.08
BC-03 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	85.01	9076.3497	4.121	42.02
BC-04 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	81.16	8275.8852	3.757	38.31
BC-05 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.16	9011.3452	4.591	46.81
BC-06 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	97.82	9984.9024	4.533	46.23
BC-07 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.81	9035.5617	4.102	41.83
BC-08 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	90.25	9202.7925	4.178	42.61
BC-09 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	104.38	10641.5892	4.831	49.27
BC-10 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	86.75	8845.8975	4.016	40.95
BC-11 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.02	10097.0694	4.584	46.75
BC-12 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.91	10085.8527	4.579	46.69
BC-13 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	79.28	8084.1816	3.670	37.43
BC-14 (14% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.25	10018.5525	4.549	46.38
BC-15 (14% PET)	20/11/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.45	9835.0065	4.465	45.33
<b>PROMEDIOS</b>		<b>40.00</b>	<b>15.00</b>	<b>600.00</b>	<b>384.00</b>	<b>216.00</b>	<b>0.64</b>	<b>95.46</b>	<b>9734.26</b>	<b>4.42</b>	<b>45.07</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_eirl@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

 **LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 **LABORTEC**  
Ing. Rider Cajalón Jaramilla  
CIP N° 189667



**LABORTEC**

LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE ABSORCION DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA**

**OBRA**

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

**LOTE**

BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 16% DE PET

**SOLICITA**

OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

**FECHA**

DICIEMBRE DEL 2022

Nº MUESTRA	PESO SECO BLOQUE (gm)	PESO SATURADO BLOQUE (gm)	AGUA ABSORVIDA BLOQUE (mm)	% ABSORCION
BC-01 (16% PET)	11798	12488	690.00	5.85
BC-02 (16% PET)	11792	12481	689.00	5.84
BC-03 (16% PET)	11896	12479	583.00	4.90
BC-04 (16% PET)	11801	12483	682.00	5.78
BC-05 (16% PET)	11795	12484	689.00	5.84
BC-06 (16% PET)	11798	12486	688.00	5.83
BC-07 (16% PET)	11790	12489	699.00	5.93
BC-08 (16% PET)	11794	12481	687.00	5.82
BC-09 (16% PET)	11791	12486	695.00	5.89
BC-10 (16% PET)	11793	12480	687.00	5.83
BC-11 (16% PET)	11797	12488	691.00	5.86
BC-12 (16% PET)	11799	12483	684.00	5.80
BC-13 (16% PET)	11797	12486	689.00	5.84
BC-14 (16% PET)	11803	12479	676.00	5.73
BC-15 (16% PET)	11801	12488	687.00	5.82
PROMEDIOS	11803.6	12484.1	681.1	5.8



MUESTRA SECA



MUESTRA SATURANDO



MUESTRA DESPUES DE SATURAR  
48 HORAS



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO DE SUELOS DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Kiber Cajaleán Jaramillo  
CIP N° 189867



**LABORTEC**  
LABORATORIO TECNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION AXIAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA (F'b)**

PRESA HIDRAULICA ELE INTERNACIONAL SOILTEST MADE IN USA 4833

OBRA : ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

LOTE : BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 16% DE PET

SOLICITA : OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

FECHA : DICIEMBRE DE 2022

ESPECIMEN	FECHA DE ROTURA	LARGO DEL BLOQUE (cm)	ANCHO DEL BLOQUE (cm)	AREA BRUTA (cm <sup>2</sup> )	AREA HUECA	AREA SOLIDA	%AREA HUECA	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'W (Mpa)	F'W (KG/CM <sup>2</sup> )
BC-01 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	90.42	9220.1274	4.186	42.69
BC-02 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	96.16	6746.3352	3.063	31.23
BC-03 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	76.66	7817.0202	3.549	36.19
BC-04 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	75.88	7703.8335	3.498	35.67
BC-05 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	77.43	7895.5371	3.585	36.55
BC-06 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	78.7	8025.039	3.643	37.15
BC-07 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	72.41	7383.6477	3.352	34.18
BC-08 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	82.27	8389.0719	3.809	38.84
BC-09 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	82.25	8387.0325	3.808	38.83
BC-10 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	70.5	7188.885	3.264	33.28
BC-11 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	70.61	8015.8617	3.639	37.11
BC-12 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	85.56	8724.5532	3.961	40.39
BC-13 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	92.34	9415.9098	4.275	43.59
BC-14 (16% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	93.01	9484.2297	4.306	43.91
BC-15 (16% PET)	20/11/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.75	9049.8375	4.109	41.90
<b>PROMEDIOS</b>		<b>40.00</b>	<b>15.00</b>	<b>600.00</b>	<b>384.00</b>	<b>216.00</b>	<b>0.64</b>	<b>80.71</b>	<b>8229.79</b>	<b>3.74</b>	<b>38.10</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 962987000  
Fono : 062-267145  
E-mail : labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR

**LABORTEC**  
Silo Augusto Saavedra C.  
CIP N° 169957

**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169957



**LABORTEC**

LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE ABSORCION DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA**

**OBRA**

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022

**LOTE**

BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 0% DE PET

**SOLICITA**

OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO

**FECHA**

DICIEMBRE DEL 2022

N° MUESTRA	PESO SECO BLOQUE (gm)	PESO SATURADO BLOQUE (gm)	AGUA ABSORVIDA BLOQUE (mm)	% ABSORCION
BC-01 (0% PET)	11793	12345	551.80	4.68
BC-02(0% PET)	11794	12348	554.00	4.70
BC-03 (0% PET)	11791	12340	549.00	4.66
BC-04 (0% PET)	11793	12349	556.00	4.71
BC-05 (0% PET)	11790	12339	549.00	4.66
BC-06 (0% PET)	11799	12347	548.00	4.64
BC-07 (0% PET)	11793	12349	556.00	4.71
BC-08 (0% PET)	11896	12344	448.00	3.77
BC-09 (0% PET)	11791	12349	558.00	4.73
BC-10 (0% PET)	11789	12350	561.00	4.76
BC-11 (0% PET)	11795	12344	549.00	4.65
BC-12 (0% PET)	11794	12340	546.00	4.63
BC-13 (0% PET)	11801	12349	548.00	4.64
BC-14 (0% PET)	11797	12347	550.00	4.66
BC-15 (0% PET)	11798	12362	564.00	4.78
PROMEDIOS	11800.9	12346.8	545.9	4.6



MUESTRA SECA



MUESTRA SATURANDO



MUESTRA DESPUES DE SATURAR  
48 HORAS



Eljo Augusto Saavedra C.  
ING. LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
CIP N° 169867



EMPRESA ESPECIALIZADA EN CONSULTORÍA  
DE OBRAS CIVILES, CERTIFICACIÓN Y ENSAYOS  
DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA COMPRESION AXIAL DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA (F'b)**

**PRESA HIDRAULICA ELE INTERNACIONAL SOLTEST MADE IN USA 4832**

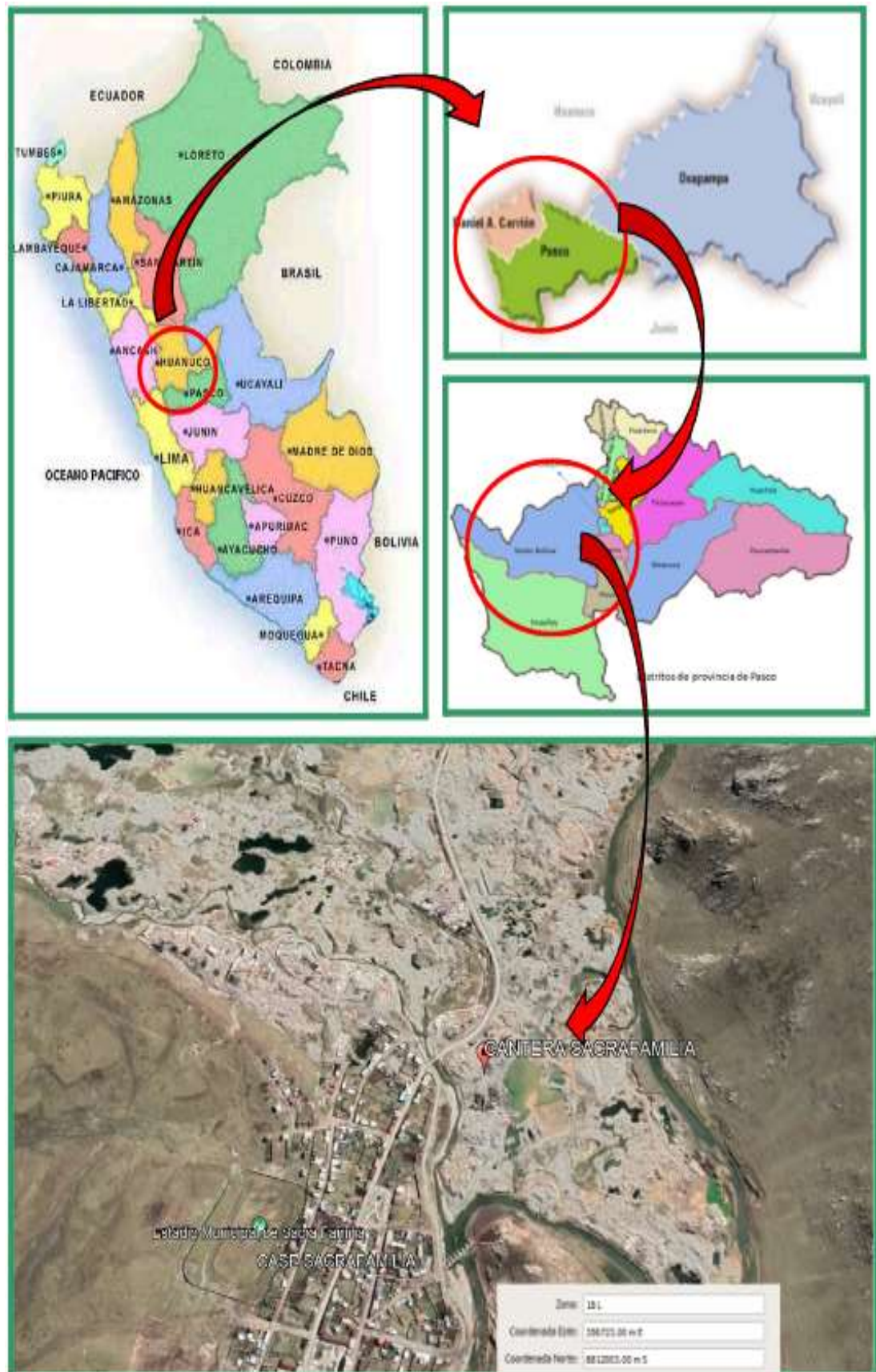
**OBRA :** ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE AGUA DE LOS BLOQUES DE CONCRETO CON INCORPORACIÓN DE 12%, 14% Y 16% DE PET TRITURADO, SEGÚN LA NTP 399.604 PARA USO NO ESTRUCTURAL EN YANAHUANCA-PASCO, 2022  
**LOTE SOLICITA :** BLOQUE DE CONCRETO (BC) CON 0% DE PET  
**FECHA :** OLIVER DEYVIS CHACA RAYMUNDO  
**FECHA :** DICIEMBRE DE 2022

ESPECIMEN	FECHA DE	LARGO DEL	ANCHO DEL	AREA	AREA	AREA	TAREA	RESISTENCIA	RESISTENCIA	FM (Mpa)	F'M (KG/CM2)
	ROTURA	BLOQUE (cm)	BLOQUE (cm)	BRUTA (cm <sup>2</sup> )	HUECA	SOLIDA	HUECA	TOTAL (KN)	TOTAL (KG)		
BC-01 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.72	9046.7784	4.107	41.88
BC-02 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	86.86	8835.7005	4.011	40.91
BC-03 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	100.43	10240.8471	4.549	47.41
BC-04 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	78.88	8043.3936	3.652	37.24
BC-05 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	87.18	8850.3446	3.110	31.71
BC-06 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	100.82	10555.9344	4.792	48.87
BC-07 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	80.66	9233.3835	4.192	42.75
BC-08 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	87.35	8907.0795	4.044	41.24
BC-09 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	90.66	9233.3835	4.192	42.75
BC-10 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	87.76	8950.9266	4.064	41.44
BC-11 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	91.46	9325.1565	4.234	43.17
BC-12 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	88.47	9021.2859	4.096	41.77
BC-13 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	93.87	9571.9239	4.346	44.31
BC-14 (0% PET)	20/12/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	95.05	9692.2485	4.400	44.87
BC-15 (0% PET)	20/11/22	40.00	15.00	600.00	384.0	216.0	0.640	102.8	10462.122	4.750	48.44
<b>PROMEDIOS</b>		<b>40.00</b>	<b>15.00</b>	<b>600.00</b>	<b>384.00</b>	<b>216.00</b>	<b>0.64</b>	<b>90.20</b>	<b>9198.03</b>	<b>4.18</b>	<b>42.58</b>

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
Celular : 982967000  
Fono : 052-287145  
E-mail : Labortec\_eir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificado mediante el código QR



## ANEXO 6 UBICACIÓN DE LA CANTERA



## ANEXO 7

### PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES DE CONCRETO

Se procedió a materializar dicha investigación para lo cual se desarrolló en cuatro etapas.

#### **PRIMERA ETAPA: Adquisición del agregado pétreo y agregado reciclado.**

- **Muestreo de Agregado Pétreo**

Teniendo en cuenta los parámetros establecidos en la NTP 400.010 se procedió a la extracción de las muestras de la cantera “Sacra familia”, el cual fue llevado en bolsas plásticas y costales hacia el laboratorio de mecánica de suelos “LABORTEC”.

#### **Figura 22**

*Material pétreo de la cantera sacra familia.*



*Nota.* Se muestra el material pétreo almacenado en la cantera Sacra Familia.

- **Adquisición de agregado reciclado (PET triturado)**

Paralelo a la obtención del agregado pétreo se procedió a la adquisición de la muestra del PET triturado reciclado de la empresa “Esto Quiero”, y transportado al laboratorio de mecánica de suelos “LABORTEC”.

**Figura 23**

*PET triturado*



*Nota.* Se muestra el PET triturado procedente de las botellas de PET.

### **SEGUNDA ETAPA: Realización de ensayos a los agregados y Diseño de Mezclas.**

En esta etapa se registraron los datos de los ensayos en ficha de registro del laboratorio.

#### **✓ Realización de ensayos a los agregados.**

Las muestras representativas de la cantera Sacra familia y agregado reciclado (PET triturado) fueron trasladados y almacenados para ser sometidos a las distintas pruebas estandarizadas por la Norma Técnica Peruana:

- **Análisis Granulométrico del Agregado**

Se desarrolló de acuerdo a los procedimientos que se establece en la NTP 400.012 (Análisis del agregado fino, grueso y global). Los agregados obtenidos de la cantera sacra familia fueron uniformizados y reducidos para ser secados a aire libre durante 7 días, seguido con la realización del cuarteo de la muestra hasta obtener una muestra menor, para llevar a cabo el secado al horno a una temperatura de 110°C.



**Figura 24**

*Cuarteo del agregado*



*Nota.* Se aprecia el cuarteo del agregado.

Se realizó el registro de la masa inicial, seguido se colocó sobre la malla superior, procediendo con la agitación manual de trayectoria circular por un periodo continuo de 1 minuto de tamizado, finalizando el proceso se realizó el registro del producto retenido en el tamiz, la verificación de diferencias de masa inicial y final.

**Figura 25**

*Tamizado del agregado*



*Nota.* Se aprecia el tamizado y secado del agregado. .

Para el proceso descrito, se emplearon equipos y herramientas:

- Balanza con un margen de 0.10 gr

- Tamices montados en marcos
- Horno de 110°C ± 5°C
- Bandeja metálica
- Pala metálica de mano

- **Ensayo de Peso Unitario Suelto y Compactado**

El ensayo se desarrolló siguiendo los procedimientos que se establece en la NTP 400.017 (Peso unitario suelto y compactado). Para determinar el peso unitario suelto, se registró el peso del envase de medida, luego se llenó parcialmente el recipiente con el material pétreo y se enrasó para registrar el peso total del material y el recipiente.

**Figura 26**

*Ensayo de peso unitario suelto y compactado*



*Nota.* Se aprecia el llenado del agregado en el recipiente para la determinación del peso. .

Continuando con el ensayo se procedió nuevamente al llenado del material pétreo sobre el recipiente y finalmente se enrasa sobre la parte superior.

Continuando con el ensayo, se volvió a llenar el recipiente con el material pétreo y finalmente se enrasó en la parte superior

**Figura 27**

*Proceso de llenado del material pétreo en tres capas*



*Nota.* Se aprecia el llenado por capas del agregado en el recipiente. .

Para el proceso descrito, se emplearon equipos y herramientas:

- Balanza con margen de 0.10gr
- Compactadora de acero liso de 5/8”
- Recipiente de forma cilíndrica
- Pala metálica de mano.

- **Ensayo de Peso Específico y Absorción de Agregado**

El ensayo se desarrolló siguiendo los procedimientos que se establece en la NTP 400.021 (Método de ensayo normalizado para la densidad, peso específico y absorción del agregado grueso). Continuando con el proceso, se humedeció parcialmente la muestra y se dejó reposar durante 24 horas. Luego, se eliminó el agua y se extendió la muestra sobre un recipiente para secarla. Una vez seca, se llenó el cono con la muestra y se compactó con el pisón repetidamente hasta que se observó un desmoronamiento.

**Figura 28**

*Peso específico y absorción de agregado*



*Nota.* Se aprecia el llenado y compactado del agregado sobre el cono. .

Continuando se procedió con el registro de los pesos de los instrumentos sin agregado, Luego con 500 gr de agregado fue introducido en a la fiola con agua.

**Figura 29**

*Registro de los pesos de los instrumentos sin agregado*



*Nota.* Se aprecia el registro de los instrumentos. .

Se hizo rodar manualmente la fiola para eliminar las burbujas de aire visibles, para luego ser registrado el peso de muestra, agua y picnómetro con precisión de 0.10gr

Peso de muestra, agua y picnómetro.

**Figura 30**

*Peso de muestra, agua y picnómetro*



*Nota.* Se aprecia la inclinación y fricción de la fiola con la muestra dentro. .

Una vez que se retiró la muestra de la fiola se sometió al horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , ya teniendo seca la muestra se registró su peso.

**Figura 31**

*Muestra sometida al horno*



*Nota.* Se aprecia que la muestra se está introduciendo al horno para ser secado.

Para el proceso descrito se utilizó:

- Balanza margen de 0.10gr.
- Horno de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Fiola.
- Cono y pisón.
- Bandeja.

- **Ensayo de Contenido de Humedad o Procedimientos**

El ensayo se desarrolló siguiendo los procedimientos que se establece en la NTP 339.185 (Método de ensayo normalizado para contenido de humedad). El ensayo se desarrolló con el registro del peso de la tara, seguido se llenó la muestra en la tara para ser registrada el peso, luego fue secada en el horno a una temperatura controlada; teniendo la muestra seca se registró el peso y se procedió a calcular el contenido de humedad.

**Figura 32**

*Contenido de humedad*



*Nota.* Se aprecia el registro del peso de la muestra húmeda.

Para el proceso descrito se utilizó los siguientes equipos y herramientas:

- Balanza con un margen 0.10gr
- Horno de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tara.

- **Análisis Granulométrico del Agregado Reciclado (PET)**

El ensayo granulométrico del PET triturado se realizó siguiendo los procedimientos que establece la NTP 400.012 (Análisis del agregado fino, grueso y global). El agregado reciclado se tuvo expuesto a cielo abierto durante 7 días, seguido con el cuarteo de la muestra hasta obtener una muestra menor, seguido se procedió al registro de la masa inicial de la muestra y seguido dicha muestra se colocó sobre la malla superior, procediendo con la agitación manual de trayectoria circular por un periodo

continuo de 2 minutos de tamizado, finalizando el proceso se realizó el registro del material atrapado en cada tamiz, la verificación de diferencias de masa inicial y final.

**Figura 33**

*Análisis granulométrico del agregado reciclado (PET)*



*Nota.* Se aprecia el tamizado del PET triturado.

#### ✓ **Diseño de Mezcla**

Realizado todos los ensayos estandarizados necesarios, y obtenido los resultados de cada una de ellas se procedió a realizar el diseño de mezclas según el método ACI, teniendo en cuenta que el bloque de concreto es para un uso no estructural se tuvo presente la NTP 399.600, la cual establece como requisito que el bloque de concreto deberá tener la resistencia mínima a compresión respecto al área neta de 3.45 MPa (35.18 kg/cm<sup>2</sup>), en consecuencia, a lo mencionado líneas arriba se procedió a diseñar el concreto de resistencia 80 kg/cm<sup>2</sup>, se le fue incorporando PET triturado en función al volumen global. Para la elaboración de los bloques. Se realizó cuatro diseños de mezclas con las características siguientes:

- Diseño de Mezcla del concreto patrón (0% PET)
- Diseño de Mezcla del concreto con incorporación de 12% de PET
- Diseño de Mezcla del concreto con incorporación de 14% de PET
- Diseño de Mezcla del concreto con incorporación de 16% de PET

Terminado el diseño de mezcla, se establece la cantidad de materiales a emplear para 60 bloques de concreto de ello se obtuvo las siguientes cantidades:

**Tabla 44***Cantidad de materiales empleados en los bloques de concreto*

Muestra	Cantidad	Dimensión del BC (cm)	Cemento (kg)	Agregado global (kg)	Agua(It)	PET (kg)
BC (0% PET)	15	15X40X20	14.90	104.00	12.00	0
BC (12% PET)	15	15X40X21	14.90	91.50	11.65	6.60
BC (14% PET)	15	15X40X22	14.90	89.40	11.65	7.70
BC (16% PET)	15	15X40X23	14.90	87.35	11.65	8.80

### **TERCERA ETAPA: Elaboración de las unidades de albañilería.**

Se fabricaron de acuerdo con la dosificación determinada en el diseño de la mezcla con distintos porcentajes de PET; el bloque de concreto patrón no contiene PET (0%) y los demás bloques de concreto tienen un contenido de 12%, 14% y 16% de PET triturado en reemplazo del volumen del agregado global. La elaboración de los bloques se desarrolló en la bloquetera Huallaga con la colaboración de dos personas quienes asistieron durante todo el proceso; para la elaboración se utilizaron los siguientes equipos y herramientas:

- 01 Mesa vibradora de concreto
- 01 carretilla tipo buggy
- 02 palas
- 01 balanza electrónica
- 01 balde de 4L
- 01 balde de 20L
- 01 molde metálico para el bloque de concreto de 15cmx40cmx20cm.

Asimismo, se utilizaron los siguientes materiales para la elaboración:

- Cemento Portland Tipo I
- Agregado global (hormigón)
- Agua
- Pet Triturado



Se inició con la elaboración del bloque de concreto con la preparación manual del concreto, donde se siguió los siguientes procedimientos:

- a) Se colocó y apilo el hormigón sobre un área limpia y seca conforme a la cantidad obtenida en el diseño de mezcla, para lo cual se distribuyó en 04 tandas según el contenido de PET triturado por añadir.

**Figura 34**

*Agregados distribuidos en 4 tandas*



*Nota.* Se aprecia el material distribuido sobre una superficie limpia.

- b) Distribuyendo de manera uniforme el hormigón, se vertió el cemento sobre cada tanda. Seguido se realizó la mezcla de los 02 elementos hasta tener un color uniforme, y haciendo un hoyo en el centro se echó el agua y se procedió con el mezclado de los elementos.

**Figura 35**

*Vertido del cemento en cada tanda*



*Nota.* Se aprecia el vertido de cemento sobre el hormigón, y la realización del mezclado. .

- c) Se añadió el PET triturado en función a su peso conforme a la dosificación y se vertió en las tandas ya mezcladas. Se realizó la

mezcla de cada tanda nuevamente hasta tener una mezcla uniforme.

**Figura 36**

*Incorporación de PET triturado*



*Nota.* Se aprecia la adición del PET a la mezcla. .

- d) Se procedió con la medición del asentamiento, mediante el cono de Abrams (NTP 339.035) donde se siguió el procedimiento para cada concreto con distintos porcentajes de adición de PET, encontrándose dentro del rango según para el cual fue diseñado la mezcla.
- e) El proceso de moldeo se llevó a cabo llenando la pasta de concreto en el molde metálico, que se encontraba encima de la mesa vibradora; dicho proceso de moldeado y vibrado tuvo un tiempo que oscilaba entre 15 a 20 segundos.

**Figura 37**

*Proceso de llenado del molde metálico*



*Nota.* Se aprecia el llenado de la mezcla al molde metálico y el vibrado.

- f) Se movió a una superficie limpia, seca y libre de impurezas, donde se realizó el desmolde retirando el molde en dirección vertical

**Figura 38**

*Desmoldado de los bloques de concreto.*



*Nota.* Se aprecia el retiro del molde metálico.

- g) Después de haber fraguado la pasta de concreto durante 24 horas se trasladó los bloques a un espacio adecuado dentro de la bloquetera, para ser curado 03 veces al día, durante 07 días por el método de aspersión, mediante una manguera.

**Figura 39**

*Curado de los bloques de concreto*



*Nota.* Se aprecia el curado por aspersión de los bloques de concreto.

#### **CUARTA ETAPA: Muestreo y ensayo a las unidades de albañilería.**

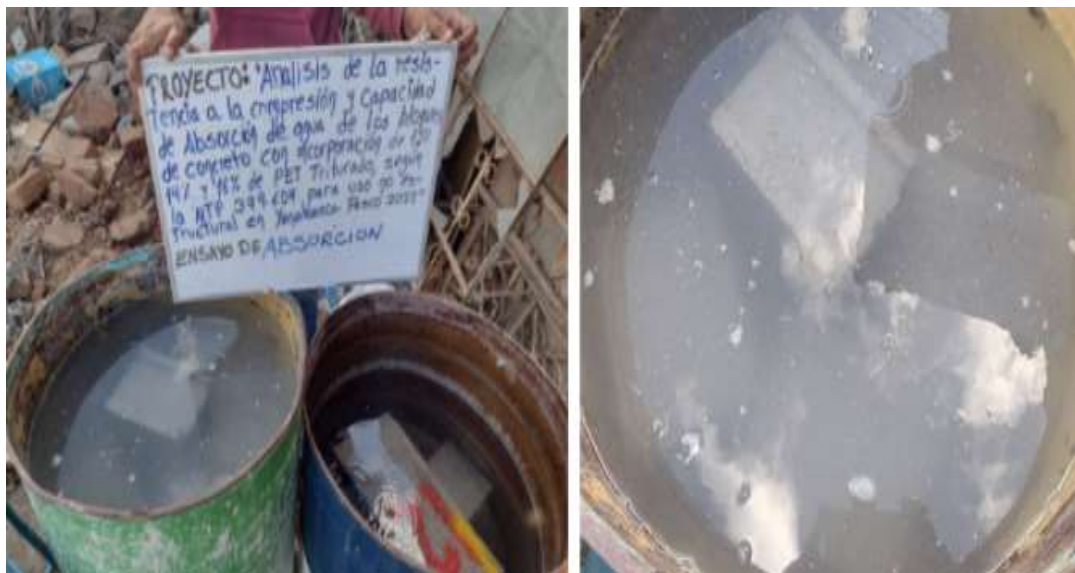
Se realizaron los ensayos de los especímenes en el laboratorio LABORTEC, para determinar la resistencia a la compresión y la capacidad de absorción de agua de los especímenes de concreto.

##### **✓ Absorción de agua**

Se sometieron a este proceso 60 bloques de concreto con sus distintos porcentajes de incorporación de PET triturado en la cual se siguió los procedimientos establecidos según la NTP 399.604 (Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto). El proceso de absorción se inició sumergiendo los bloques de concreto en cilindros durante 24 horas a temperatura ambiente, luego se procedió a pesar dichos bloques teniéndolos totalmente sumergidos y sujetados mediante un alambre de metal, para ser registrados como peso sumergido ( $W_i$ ).

**Figura 40**

*Absorción de los BC con distintos porcentajes*



*Nota.* Se aprecia a los bloques de concreto sumergidos en cilindros.

Seguidamente se sacaron los bloques de los cilindros y se dejó que drenara el agua durante 1 minuto, además se secó el agua superficial, y luego ser pesado y registrado como peso saturado ( $W_s$ ).

**Figura 41**

*Proceso de pesado de los bloques de concreto*



*Nota.* Se aprecia el registro de los pesos de los bloques de concreto.

Continuando con el proceso, se sometieron a los bloques a un horno durante 24 horas, cumplido el tiempo fueron retirados y se esperó un lapso de un tiempo para que enfríen, para poder ser pesados y registrados como peso seco al horno ( $W_d$ ).

Para el procedimiento mencionado se utilizó los siguientes herramientas y equipos:

- Balanza de 0.10 gr
- Balanza digital portátil con gancho
- Horno de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Cilindros

#### ✓ **Resistencia a la Compresión**

Para la realización del ensayo de resistencia a compresión se siguió los procedimientos establecidos según la NTP 399.604 (Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto), para ello 60 BC fueron ensayados a una edad de 28 días. El proceso del ensayo partió con la clasificación de los BC según el porcentaje de PET incorporado, luego se procedió a realizar las mediciones del ancho, largo y altura con una wincha

metálica con división de 1 mm, y el espesor con un calibre vernier (pie de rey) con la finalidad de poder determinar luego el área neta y área bruta.

**Figura 42**

*Muestras de concreto para el ensayo a compresión*



Nota. Se aprecia el registro de las dimensiones de los bloques de concreto.

seguido se procedió a verificar que estén libre de alguna mancha de humedad, empleando el método de refrentado con yeso – cemento, el cual se realizó 3 horas antes con la finalidad de que la mezcla cemento- yeso obtenga una resistencia no menor de 24.1 MPa como lo establece la normativa.

**Figura 43**

*Muestras de concreto para el ensayo a compresión*



Nota. Se aprecia el refrentado de los bloques de concreto.

Como el área de soporte de acero y platos de la prensa de concreto no son

suficientes para cubrir el área del bloque de concreto se procedió a colocar entre estos y los bloques enfrentados placas de acero de 18 cm de ancho, 50cm de largo y espesor de 1 pulgada.

**Figura 44**

*Área de acero y platos de prensa de concreto*



*Nota.* Se aprecia la plancha de acero y plato de la prensa.

Dando continuidad al proceso, los especímenes fueron puestos en la prensa de concreto, para ser sometidos a una carga máxima durante un periodo de tiempo que varía entre 1 y 2 minutos.

**Figura 45**

*Ajuste de la carga máxima a aplicar*



*Nota.* Se aprecia la colocación del bloque de concreto en la maquina compresor de concreto.

Después de aplicar la carga al bloque durante el tiempo establecido, se retiró y se registró la carga de compresión máxima en las fichas de registro de laboratorio.

**Figura 46**

*Aplicación de la carga sobre el bloque de concreto*



*Nota.* Se aprecia la aplicación de carga y el retiro del bloque de concreto de la máquina compresor de concreto.



## ANEXO 8

### PANEL FOTOGRÁFICO

**Figura 47**

*Lavado del Material Granular*



*Nota.* Se aprecia al cargador frontal realizando el lavado del material granular en la cantera Sacra familia.

**Figura 48**

*Zarandeo de Material Granular*



*Nota.* Se aprecia al cargador frontal realizando el lavado del material granular en la cantera Sacra familia.

**Figura 49**

*Apilamiento de Material Granular*



*Nota.* Se aprecia el material granular apilado en la cantera Sacra familia.

**Figura 50**

*Cargado del Material Granular*



*Nota.* Se aprecia el cargado del material granular en el volquete de 15 m3.

**Figura 51**

*Cantera Sacra Familia*



**Figura 52**

*Material Granular*



**Figura 53**

*Almacenado de Residuos Sólidos en la Planta de Tratamiento*



**Figura 54**

*Planta de Tratamiento*



*Nota.* Planta de tratamiento ubicado en la localidad de Tambopampa.