



EN LA UAP  
TU ERES PARTE  
DEL CAMBIO



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**  
Escuela Profesional De Ingeniería Civil

**TESIS**

**“COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DEL  
CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO CON  
TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANUCO –  
PERÚ - 2019”**

PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. **EDITH YASDALY BARTOLOME TARAZONA**

ASESOR:

Ing. **HAMILTON DENNISS ABAL GARCIA (ORCID:0000-  
0002-8378-9152)**

**HUANUCO – PERÚ**  
**2022**



---

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis con mucho cariño, amor y gratitud a:

Al divino creador por la vida, vigor y dicha porque siempre el estará conmigo y me guiará.

A mis progenitores José Bartolomé y Valeria Tarazona por su amor, bendición, buenos consejos y mi madre por enseñarme con su ejemplo a salir adelante.

A mis hermanas, hermano y sobrinos quienes siempre estaban y estarán a mi lado brindándome su apoyo incondicional, aconsejándome y dándome fuerzas en los malos momentos, a mi hermano desde el cielo siempre ahí guiándome y por sus buenos consejos que me dio.



---

## AGRADECIMIENTO

Al divino creador por darme vida, bendecirme y permitir seguir adelante en mi formación académica.

A la universidad Alas Peruanas Filial Huánuco por haberme formado académicamente y con valores para ser buenos profesionales, a los docentes por brindarnos sus conocimientos, experiencias y dedicación que nos servirán durante mi vida profesional.

A mis progenitores, familiares y amistades quienes siempre me brindaron buenos consejos contribuyendo a mi formación profesional y que siempre depositaron su confianza en mí, estaban y estarán a mi lado brindándome su apoyo incondicional, aconsejándome y dándome fuerzas en los malos momentos.



## RESUMEN

En este trabajo de investigación cuasi experimental se tiene como objetivo de realizar la comparación de resistencia a compresión a los 28 días del concreto convencional y el concreto elaborado con tereftalato de polietileno.

En el diseño de dosificación consta que el tereftalato de polietileno se agregara un 10% del hormigón y los demás materiales se agregaran de acuerdo a diseño de dosificación realizado en el laboratorio, teniendo 4 tipos de nuestras y estas son:

P-1: es el concreto patrón ósea es el concreto sin PET

T-T: es el concreto con PET que se retienen desde la malla 3/8" hasta la n° 200

T-10: es el concreto con PET que se retienen en la malla n°10

T-16: es el concreto con PET que se retienen en la malla n° 16

Los resultados del ensayo a compresión muestran que cuando se reemplaza el 10 % de tereftalato de polietileno triturado respecto a su masa reduce su resistencia y obteniendo las siguientes resistencias promedio:

P-1: 305.69 kg/cm<sup>2</sup>

T-T: 60.05 kg/cm<sup>2</sup>

T-10: 66.58 kg/cm<sup>2</sup>

T-16: 75.85 kg/cm<sup>2</sup>

Esto debiendo su baja resistencia a que el tereftalato de polietileno absorbe más agua que el hormigón para el diseño de mezcla y en el momento de fraguado no retiene al agua y provocado que el concreto tenga cangrejera.



## SUMMARY

The present quasi-experimental research work aims to make the comparison of compressive strength after 28 days of conventional concrete and concrete made with polyethylene terephthalate.

In the dosing design it is stated that polyethylene terephthalate will add 10% of the concrete and the other materials will be added according to the dosage design made in the laboratory, having 4 types of ours and these are:

P-1: is the bone pattern concrete is the concrete without PET

T-T: it is the concrete with PET that is retained from the mesh  $\frac{3}{4}$  " to n° 200

T-10: it is the concrete with PET that are retained in the mesh # 10

T-16: it is the concrete with PET that are retained in the mesh No. 16

The results of the compression test show that when 10% of crushed polyethylene terephthalate is replaced with respect to its mass, it reduces its resistance and obtaining the following average resistance:

P-1: 318.45 kg / cm<sup>2</sup>

T-T: 60.05 kg / cm<sup>2</sup>

T-10: 66.59 kg / cm<sup>2</sup>

T-16: 74.92 kg / cm<sup>2</sup>

This is due to its low resistance to polyethylene terephthalate absorbing more water than concrete for mixing design and at the time of setting does not retain water and caused the concrete to have crab.



---

## INDICE

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	1
2. MARCO TEÓRICO .....	8
CAPÍTULO III .....	20
3. PRESENTACION DE RESULTADOS .....	20
CAPÍTULO IV .....	50
4. PRUEBA DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS .....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	57
ANEXOS .....	59
PANEL FOTOGRAFICO.....	79



## INDICE PRINCIPAL

1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO .....	1
1.1. DELIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1.1. Espacial .....	1
1.1.2. Tiempo.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problemas Específicos.....	2
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1. Objetivo General .....	2
1.3.2. Objetivos Específicos.....	2
1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.4.1. Hipótesis General .....	3
1.4.2. Hipótesis Específicos .....	3
1.5. VARIABLES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.5.1. Variables independientes.....	3
1.5.2. Variables dependientes.....	4
1.5.3. Operacionalización de las Variables. ....	4
1.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	4
1.6.1. Tipo de la Investigación .....	4
1.6.2. Nivel de la Investigación .....	4
1.6.3. Métodos de la Investigación.....	5
1.6.4. Diseño de investigación .....	5



1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.7.1. Población:.....	5
1.7.2. Muestra:.....	5
1.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	6
1.8.1. Técnicas .....	6
1.8.2. Instrumentos .....	6
1.9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIAS DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
1.9.1. Justificación: .....	7
1.9.2. Importancia: .....	7
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN .....	8
2.1.1. Contexto internacional .....	8
2.1.2. Contexto Nacional.....	8
2.1.3. Contexto local .....	9
2.2. BASES TEÓRICAS .....	9
2.2.1. El tereftalato de polietileno .....	9
2.2.2. El Concreto convencional .....	12
2.2.3. Resistencia del concreto. ....	15
2.2.4. Ensayos de las resistencias a la compresión (NTP 339.034 1999) .....	17
2.3. DEFINICIONES DE LOS TÉRMINOS BÁSICOS .....	18
CAPÍTULO III .....	20
3. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS .....	20
3.1 PROCEDIMIENTO DE DATOS .....	20





---

3.1.1. Verificación de la calidad de materiales a utilizar .....	20
3.1.2. Dosificación para la de mezcla de concreto (anexo E y anexo F) .....	22
3.1.3. Fabricación de las probetas .....	22
3.1.4. El curado de las probetas .....	27
3.1.5. Ensayos a la compresión .....	27
3.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	28
3.2.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO .....	28
3.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES .....	32
3.3.1. Comparación de la resistencia a la compresión de concreto.....	32
3.4. Resultados estadísticos para la resistencia de compresión del concreto convencional y el concreto con el 10 % del PET .....	35
3.4.1. Análisis estadístico de la resistencia a compresión.....	35
3.4.2. Análisis estadísticos de la resistencia a la compresión de las medias del concreto con 10 % del PET .....	36
3.5. Aplicación de la “t” student para las muestras pequeñas .....	36
3.5.1. Aplicación de la t student para el concreto con tereftalato de polietileno.....	38
3.5.2. Aplicación de la t student para el concreto con tereftalato de polietileno que se retiene en la malla nº 10.....	40
3.5.3. Utilizaremos la t student para el concreto con tereftalato de polietileno que se retienen en la malla nº 16.....	42
3.5.4. Aplicación de la t student para el concreto convencional y la media aritmética del concreto con 10% tereftalato de polietileno .....	43
3.6. PRUEBAS DE NORMALIDAD .....	45
3.6.1. PRUEBA DE SHAPIRO – WILK.....	45



---

CAPÍTULO IV .....	50
4. PRUEBA DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS .....	50
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL .....	50
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	50
BIBLIOGRAFÍA .....	57
ANEXOS .....	59
PANEL FOTOGRAFICO.....	79



## INDICE DE LAS TABLAS

<b>TABLA 1.</b> Operación de variable.....	4
<b>TABLA 2.</b> Probetas elaboradas.....	6
<b>TABLA 3.</b> Código internacional SPI .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>TABLA 4.</b> Datos técnicos del PET .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>TABLA 5.</b> Proporciones de materiales que utilizaremos en un m <sup>3</sup> para concreto patrón	23
<b>TABLA 6.</b> Proporciones de materiales que utilizaremos en un m <sup>3</sup> para concreto con PET .....	25
<b>TABLA 7.</b> Equipos e instrumentos utilizados durante la preparación de la mezcla .....	26
<b>TABLA 8.</b> Resultados del concreto patrón F`C 210 kg/cm <sup>2</sup> (anexo –G).....	29
<b>TABLA 9.</b> Resultados del concreto elaborado con 10% de PET que se retiene a partir de malla 3/8" (ANEXO – G).....	30
<b>TABLA 10.</b> Resultados del concreto elaborado con 10% de PET que se retiene en la malla nº 10 (ANEXO – G).....	30
<b>TABLA 11.</b> Resultados de resistencia de compresión el concreto elaborado con 10% de PET que se retiene en la malla nº 16 (ANEXO – G).....	31
<b>TABLA 12.</b> Análisis estadístico del concreto tipo P-1.....	35
<b>TABLA 13.</b> Análisis estadístico del concreto tipo T-T.....	35
<b>TABLA 14.</b> Análisis estadístico del concreto tipo T-10.....	36
<b>TABLA 15.</b> Análisis estadístico del concreto tipo T-16.....	36
<b>TABLA 16.</b> Análisis estadístico de las medias aritméticas del concreto con 10 % de pet .....	36
<b>TABLA 17.</b> Concreto tipo P-1.....	38
<b>TABLA 18.</b> Concreto tipo T-T.....	39
<b>TABLA 19.</b> Concreto tipo P-1.....	40
<b>TABLA 20.</b> Concreto tipo T-10.....	40
<b>TABLA 21.</b> Concreto tipo P-1.....	42
<b>TABLA 22.</b> Concreto tipo T-16.....	42



---

<b>TABLA 23.</b> Concreto tipo P-1.....	43
<b>TABLA 24.</b> Concreto tipo M-G .....	43
<b>TABLA 25.</b> Resumen de la muestra analizada (T-T).....	45
<b>TABLA 26.</b> Análisis de la prueba de Shapiro - Wilk.....	45
<b>TABLA 27.</b> Resumen de la muestra analizada (T-10).....	46
<b>TABLA 28.</b> Resultados de la prueba de Shapiro – Wilk (T-10).....	46
<b>TABLA 29.</b> Resumen de la muestra analizada (T-16).....	47
<b>TABLA 30.</b> Analisis de la prueba de Shapiro – Wilk (T-16).....	47
<b>TABLA 31.</b> Resumen de la muestra analizada (M-P).....	48
<b>TABLA 32.</b> Analisis de la prueba de Shapiro – Wilk (M-P).....	48



## INDICE DE IMAGEN

<b>Figura 1.</b> Requerimiento de granulometría para agregados finos.....	14
<b>Figura 2.</b> Requisitos granulométricos del agregados gruesos.....	15
<b>Figura 3.</b> Muestra cilíndrica de concreto para el ensayo de compresión estándar .....	17
<b>Figura 4:</b> Cemento andino del tipo I.....	22
<b>Figura 5.</b> Hormigón del rio Huallaga de Conchamarca.....	22
<b>Figura 6.</b> El agua .....	23
<b>Figura 7.</b> Tereftalato de polietileno triturado en láminas.....	23
<b>Figura 8.</b> Grafico estadístico del concreto convencional .....	29
<b>Figura 9.</b> Grafico estadístico del concreto con 10% de PET que se retienen a partir de la malla 3/8" .....	30
<b>Figura 10.</b> Grafico estadístico del concreto con 10% de PET que se retiene en la malla N° 10.....	31
<b>Figura 11.</b> Grafico estadístico de las resistencias a compresión d unl concreto con 10% de PET que se retiene en tamiz N° 16.....	32
<b>Figura 12.</b> Promedio de resistencia entre el concreto T-T y P-1.....	33
<b>Figura 13.</b> Promedio de resistencia entre el concreto T-10 y P-1.....	33
<b>Figura 14.</b> Promedio de resistencia entre el concreto T-16 y P-1.....	34
<b>Figura 15.</b> Comparación de resistencias de las muestras .....	34
<b>Figura 16.</b> Tabla de la t student .....	37
<b>Figura 17.</b> Grafica de la t student.....	37
<b>Figura 18.</b> Tabla de la T student .....	39
<b>Figura 19.</b> Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-T .....	40
<b>Figura 20.</b> Tabla de la T student .....	41
<b>Figura 21.</b> Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-10.....	41
<b>Figura 22.</b> Tabla de la t student .....	42
<b>Figura 23.</b> Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-16.....	43



---

<b>Figura 24.</b> Tabla de la t student .....	44
Figura 25. Resultados de la prueba t student para el concreto tipo T-10 .....	45
<b>Figura 26.</b> Grafica de la prueba de normalidad .....	46
<b>Figura 27.</b> Grafica de la prueba de normalidad (T-10) .....	47
<b>Figura 28.</b> Grafica de la prueba de normalidad (T-16) .....	48
<b>Figura 29.</b> Grafica de la prueba de normalidad .....	49



## INDICE DE ANEXO

ANEXO A – MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	59
ANEXO B - TECNICAS .....	60
ANEXO C - ENSAYOS DEL HORMIGON .....	61
ANEXO D - ENSAYOS DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO.....	64
ANEXO E – EL DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO .....	65
ANEXO F - DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO ADICIONANDOLE EL TEREFTALATO DE POLIETILENO.....	68
ANEXO G – RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION.....	71
<b>ANEXO H - CALIBRACION .....</b>	<b>75</b>
ANEXO I – COSTOS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR POR M3 .....	78



## LISTA DE ABREVIATURA

F`C= Resistencia del concreto

HI= Hipótesis alternativa

H0= Hipótesis nula

NTP= Norma técnica peruana

PET= Tereftalato de polietileno

T-T= Tereftalato de polietileno que se retienen en las mallas  $\frac{3}{4}$ " hasta nº200

T-10= Tereftalato de polietileno que se retienen en la malla nº 10

T-16= Tereftalato de polietileno que se retienen en la malla nº 16





## INTRODUCCIÓN

Esta investigación es para la comparación de la resistencia a compresión entre un concreto convencional y un concreto elaborado con tereftalato de polietileno, donde es una propuesta de sustituir un 10% de masa del concreto con PET.

El tereftalato de polietileno se utilizará triturado y luego se agregará en un 10% de la masa del concreto, cada muestra será elaboradas de diferentes tamaños para poder constatar que el tereftalato de polietileno añadido al concreto afecta a los ensayos a la compresión.

A continuación, describiremos todo el procedimiento de experimentación que se realizó en este trabajo de investigación, se inició con la obtención del tereftalato de polietileno y luego del tamizado o selección del tereftalato de polietileno que se retiene en las mallas nº 10 y 16 como también se hicieron los análisis de este material al igual que del hormigón para así poder tener los datos que se necesitan para el diseño del concreto.

En primer lugar, realizamos un diseño para el concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> sin tereftalato de polietileno el cual se denominó el concreto patrón o muestra 01 y posteriormente realizamos de igual manera para un concreto donde se añade el 10% de tereftalato de polietileno del concreto fresco.

Una vez diseñado realizamos la elaboración del concreto o probetas y curado a los 28 días y posterior se rompieron las probetas, lo cual obtuvimos los resultados que hay una gran diferencia del  $f'c$  a compresión entre el concreto patrón (muestra principal) y el concreto donde se añadió el tereftalato de polietileno



## CAPÍTULO I

### 1. PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

#### DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las obras de construcción civil van en **aumento** y ya que uno de los materiales más utilizados es el concreto y la contaminación ambiental también van en aumento. En la actualidad los materiales de descartable van en mayor uso, pero en esta vez hablaremos de tereftalato de polietileno (PET) ya que este material lo encontramos en productos como envases de bebidas, empaquetadura de alimentos y entre otros estos demorándose en descomponer causan contaminación ambiental.

En este trabajo de innovación tomaremos el tereftalato de polietileno que reemplazara al hormigón en 10%. Por ello se debe de hacer un buen diseño de mezcla ya que tenemos que garantizar la buena calidad de los materiales.

El problema es de reducir el consumo de hormigón y con también la contaminación ambiental ya que estos materiales utilizando con mayor frecuencia por la población.

Para el diseño de dosificación se tomaron en cuenta la calidad del agregado teniendo en cuenta la norma E.060 de concreto armado y la NTP 400.037 de los agregados para el concreto y así poder reemplazar el 10% de hormigón por el tereftalato de polietileno.

#### 1.1. DELIMITACIONES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

##### 1.1.1. Espacial

Ciudad: Huánuco

Distrito: Huánuco

Provincia: Huánuco

Región: Huánuco

##### 1.1.2. Tiempo

Año: 2019

#### 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN



### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto elaborado con tereftalato de polietileno?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

**PE1:** ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 3/8" hasta la N.º 200?

**PE2:** ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 10?

**PE3:** ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 16?

## **1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

**OE1:** Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 3/8" hasta la N.º 200

**OE2:** Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 10



**OE3:** Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 16

#### **1.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.4.1. Hipótesis General**

Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno.

##### **1.4.2. Hipótesis Específicos**

**HE1:** Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N.º 3/8" hasta N.º 200.

**HE2:** Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla Nº10.

**HE3:** Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla Nº16.

#### **1.5. VARIABLES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

##### **1.5.1. Variables independientes**

Tereftalato de polietileno



### 1.5.2. Variables dependientes

Resistencia a la compresión

### 1.5.3. Operacionalización de las Variables.

**TABLA 1.** Operación de variable

Tipo de Variable	Definición de la variable	Dimensión	Indicador	Und.
<b>Variable dependiente:</b> Resistencia a la compresión	La resistencia se calcula mediante el esfuerzo máximo que soporta bajo una carga de aplastamiento	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>	Ficha de laboratorio
<b>Variable independiente:</b> Tereftalato de polietileno	Es el tipo de plástico más utilizado en envases de alimentos y se reconoce con la sigla PET	Porcentaje de tereftalato de polietileno	Kg	Balanza de precisión

Fuente: Elaboración Propia

## 1.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.6.1. Tipo de la Investigación

Es cuantitativo aplicativo por que se busca conocer sobre una problemática que es de la evaluación de comparación de compresión del concreto f'c 210 agregándole el tereftalato de polietileno y se probara en la diferencia de resistencia a compresión añadiéndole el tereftalato de diferentes dimensiones, pero igual porcentaje

### 1.6.2. Nivel de la Investigación

Es experimental y correlacional por que busca conocer la diferencia de las resistencias a la compresión del concreto agregándole los distintos tamaños del tereftalato de polietileno para un concreto F'c 210.

Se experimentará y se demostrara en el laboratorio en ensayos a compresión de las probetas cuando se va modificando la variable independiente.



### **1.6.3. Métodos de la Investigación**

Primero se contará con el tereftalato de polietileno, y segundo se diseñará la mezcla para el concreto  $f'_{210}$ , se fabricará las probetas y cumplido el tiempo de curado que son los 28 días se hará rotura de probetas y por último se hará un análisis estadístico.

Esta investigación tiene como finalidad de comprobar y verificar los datos que se obtuvieron de las resistencias a compresión es diferentes porque su granulometría del tereftalato de polietileno va cambiando.

### **1.6.4. Diseño de investigación**

El diseño es cuasi experimental, en este trabajo se variará el tamaño de la variable independiente este siendo el tereftalato de polietileno triturado de diferentes tamaños añadiendo al concreto en un 10%. Y sin modificar el diseño de dosificación del patrón.

## **1.7. POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.7.1. Población:**

Estará conformados por los concretos convencional o patrón y los concretos con tereftalato de polietileno por lo cual asumimos una población de 24 probetas.

### **1.7.2. Muestra:**

Para la selección de muestras de las probetas de concreto convencional y concreto con tereftalato de polietileno se tomó en cuenta el ACI - 318.08 en donde trabajamos con las probetas de las medidas de 150 por 300mm.

(ACI) Nos dice:

**5.6.2.4** – un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de al menos dos probetas de 150 por 300 mm o de al menos tres probetas de 100 por 200 mm, preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinación  $f'_{c}$ .



Debido a que se realizara la comparación de compresión de los concretos patrones con el concreto añadiendo el tereftalato de polietileno se realizaron 3 grupos de concreto con tereftalato de polietileno esta dosificación será el 10% del hormigón y en cada grupo se añadirá el tereftalato de polietileno de diferentes tamaños de tamizado como se indicaran en la tabla n° 03 y se tendrá un grupo de probetas de un concreto convencional este siendo el patrón. Se tendrán en total de 24 probetas como lo mostraremos en la siguiente tabla.

**TABLA 2.** Probetas elaboradas

Descripción	Tipo	Nombre de probeta	Días de curado	Numero de muestra
Concreto convencional	Patrón	P-1	28	6
Concreto con tereftalato de polietileno	Concreto con 10% de PET que se retienen en el tamiz $\frac{3}{4}$ " hasta n° 200	T-T	28	6
	Concreto con 10% de PET de las medidas que se retienen en la malla la n° 10	T-10	28	6
	Concreto con 10% de PET de las medidas que se retienen en la malla la n° 16	T-16	28	6

Fuente: Elaboración propia

## 1.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### 1.8.1. Técnicas

La observación

Realice los formatos para la obtención de los datos tanto del tereftalato de polietileno, el agregado y concreto y son: (Anexo – B)

- Formato de granulometría para el tereftalato de polietileno y del agregado
- Formato de granulometría del agregado
- Formato del diseño de mezcla
- Formato de rotura de concreto

### 1.8.2. Instrumentos

Se necesitaron ficha y análisis estos son:



Ficha de laboratorio de la rotura de probetas

Análisis estadísticos

## **1.9. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIAS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.9.1. Justificación:**

Este trabajo lo tomamos de suma importancia ya que nos ayudara a reducir la contaminación ambiental, en este sentido debemos optar por el desarrollo de materiales alternativos que nos ayudaran a cuidar el medio ambiente.

Es por eso que nace esta iniciativa de la investigación del donde podríamos utilizar un concreto ecológico elaborado con tereftalato de polietileno incentivando a la población a reciclar los plásticos y así poder reusar el plástico y reducir el consumo de los agregados, ya que en los últimos años se está incrementando las obras en construcción civil así de esta manera se estaría mitigado el impacto ambiental.

### **1.9.2. Importancia:**

Esta investigación es de suma importancia porque se realizará una evaluación de dosificación al concreto tradicional y al concreto tradicional adicionándole el tereftalato de polietileno y se comparará la resistencia a compresión y así determinaremos las diferencias de resultados en ambos casos

Esta investigación se determinará que el tereftalato de polietileno se comporta con un agregado y no cambiará las dosificaciones del concreto al agregarlo dicho plástico





## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTE DE LA INVESTIGACIÓN

Después de haber revisado las múltiples investigaciones de las diferentes universidades del país y a nivel internacional, se seleccionó estudios que se relacionan con este presente trabajo de investigación como lo detallaremos a continuación:

##### 2.1.1. Contexto internacional

Caballero Meza & Flores Lengua (2016), en la tesis titulada “elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno – tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción”. Tesis para optar el título de ingeniero civil; seleccionamos una de las conclusiones más relevantes que nos servirán como base para la investigación:

Basado en el análisis de las propiedades físicas y mecánicas de los bloques adicionados con PET triturado en diferentes proporciones a través de ensayos normalizados, se pudo determinar que los bloques fabricados no cumplieron con la resistencia mínima requerida por las normas técnicas Colombianas debido a que estos valores fueron menores que los 5 Mpa establecidos como mínimo por la norma lo cual ayuda a concluir que estos bloques no pueden ser utilizados para la mampostería estructural pero si pueden ser utilizados para la construcción de muros divisorios no portantes. (pág. 76)

##### 2.1.2. Contexto Nacional

Reyna Pari, (2016), en la tesis titulada “reutilización del plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”. Tesis para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería Ambiental; seleccionamos una de las conclusiones más relevantes que nos servirán como base para la investigación:

Se determinó la resistencia de compresión (kg/cm<sup>2</sup>) del concreto conteniendo los



residuos de plástico PET, bagazo de caña de azúcar y papel, obteniéndose el resultado de 459.26 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto obteniendo plástico PET al 5% en peso como la resistencia más óptima. La tendencia que se pudo observar es que la resistencia a la compresión del concreto conteniendo los residuos disminuye conforme se aumentó el % en peso de los residuos. (pág. 29)

### **2.1.3. Contexto local**

Rodriguez Martinez, (2018) “Influencia de la Textura del Tereftalato de Plietileno Usado Como Agregado”, Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil; seleccionamos una de las conclusiones más relevantes que nos servirán como base para la investigación:

La resistencia alcanzada del grupo experimental alcanzo una resistencia mínima promedio de 251.01 kg/cm<sup>2</sup> y un máximo de 296.23 kg/cm<sup>2</sup>; con una desviación estándar de 14.73 kg/cm<sup>2</sup>; con relación al peso unitario de las probetas se tiene un máximo de 2354.75 kg/m<sup>3</sup> y un mínimo de 2233.41 kg/m<sup>3</sup>. (pág. 85)

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. El tereftalato de polietileno**

#### **2.2.1.1. Concepto**

Universidad complutense, (2016), nos detalla:

El material polietilén tereftalato (PET) es un poliéster obtenido a partir de una reacción de policondensación entre el ácido tereftalico (TA) y el etilenglicol. Su producción comenzó en 1941 en Inglaterra, donde fue patentado por Whinfield y Dickson, y cinco años más tarde ya se utilizaba industrialmente como fibra. Aun así, tuvo que esperar 20 años más tarde para empezar a producir en forma de botella, su principal destino actual.

En estos momentos, posee una producción mundial de aproximadamente 12 millones de toneladas métricas y su creciente importancia como material de envase alimentario se debe en que las últimas décadas ha sustituido al vidrio y al poli cloruro de vinilo debido a su mayor manejabilidad e inocuidad, respectivamente. Además,





sus características, ligero, fuerte, seguro, irrompible y reciclable. Su función principal es la de proteger el contenido manteniendo la totalidad de sus características y beneficios intactos.

### 2.2.1.2. Identificación de los envases

Colomo Ruiz, (pág. 5-6), (2013), nos menciona:

En los centros de acopio los envases son seleccionados y marcados para una mejor distribución de los mismos, es por ello que los envases poliméricos corresponden en realidad a un gran número de productos muy diferentes, tanto por sus materias primas como por sus procesos de fabricación y usos. Por ello, para facilitar la identificación de cada polímero, y también para ayudar a su clasificación para poder implementar sistemas de reciclado, se ha instituido el Código Internacional (SPI), que permite identificar con facilidad de que material específicamente está hecho un envase polimérico. El proceso de reciclado dependerá del tipo de polímero recolectado.

**TABLA 3. Código internacional SPI**

Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de Farmacia y medicamentos.
	PEAD (HDPE)	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, <u>shampoo</u> , baldes, bolsas, tanques de agua y cajones para pescado.
	PVC	Cloruro de polivinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, simil cuero, usos médicos como catéteres y bolsas de sangre.
	PEBD (LDPE)	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos y usos agrícolas.

Fuente: Colomo Ruiz

### 2.2.1.3. Ventajas y desventajas del tereftalato de polietileno

Sanchez Herrera, Peña Ruiz, & Rico Leguizamon, (2018), nos dice:



Dentro de las ventajas y desventajas que ofrece este tipo de material para el sector de la construcción se encuentran:

**Ventajas:**

Es transparente, aunque admite algunos colorantes, Irrompible, liviano, impermeable, no toxico, inerte (al contenido), Resistencia esfuerzos permanentes y al desgaste, ya que presenta alta rigidez y dureza, alta resistencia química y buenas propiedades térmicas, totalmente reciclable, superficie barnizable.

**Desventajas:**

Tiene número finito de reciclado, no se destruye de forma natural, Tiene desprendimiento de sustancias toxicas cuando es sometido a temperaturas por arriba de los 230 °C. Según afirma (Juárez N, Santiago J, & Vera M, 2011, pág. 2).

**TABLA 3.** Datos técnicos del PET

Propiedades	Unidad	Valor
Densidad		1,34-1,39
Resistencia a la tensión	MPA	59-72
Resistencia a la compresión	MPA	76-128
Resistencia al impacto, izod	J/mm	0,01-0,04
Dureza	---	Rockwell M94- M101
Dilatación térmica		15,2-24
Resistencia al calor	°C	80-120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780-15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	---	3,65
Absorción de agua	%	0,02
Velocidad de combustión	Mm/min	Consumo lento
Efecto de luz solar	---	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	----	Excelente
Temperatura de fusión	°c	244-254



#### **2.2.1.4. Manejo y reutilización del tereftalato de polietileno**

Sanchez Herrera, Peña Ruiz, & Rico Leguizamon, (2018), (Pag. 12), nos dice:

Considerar que la reutilización es el proceso mediante el cual se utilizan aquellos bienes o productos que ya han sido desechados y a los cuales se les puede dar un uso igual o diferente para el cual fueron creados.

El proceso de reciclado mecánico inicia con la recogida y clasificación. Se trata de conseguir residuos identificados, separados por tipos, fáciles de manejar y que se puedan obtener en grandes cantidades. El paso siguiente es la trituración o molienda a continuación, el producto se lava y se separa la suciedad y las sustancias contaminantes, y posteriormente el material se centrifuga y se seca, almacenándose en silos intermedios en los que se realiza una homogenización que garantice una calidad constante y adecuada. (Arnaiz Arnaiz, 2016, pág. 102).

Desde los planteamientos de (Premalatha, Pavithraparvathi, Aparna , Jasmine Rubya, & Jeeshma, 2016) lo que se quiere lograr con el reciclaje del PET es que “La reutilización de materiales de desecho pueda reducir el costo de la construcción” (p.1), además disminuir la contaminación del ambiente.

Si bien es cierto, el proceso de recolección del PET es tedioso, puesto que lleva una tarea en la cual intervienen factores como la compra a aquellos recolectores de calle, entidades que implementen un sistema de reciclaje y después se debe seleccionar según su tipo de cristalinidad y así establecer si es de una baja o alta densidad.

#### **2.2.2. El Concreto convencional**

##### **2.2.2.1. El concreto**

E. Harmser, (2002), nos dice:

El concreto es una mezcla de agregado grueso, cemento, agregado fino y agua.

El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el



volumen de mortero solo debería llenar el volumen entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos.

Para obtener un buen concreto no solo basta contar con materiales de buena calidad mezclados en proporciones correctas. Es necesario también tener en cuenta factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciados y curado.

### **2.2.2.2. Los componentes del concreto**

E. Harmser, (2002) nos dice:

#### **2.2.2.2.1. Cemento**

El cemento se obtiene de la pulverización del Clinker, el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos. Está constituido por los siguientes componentes:

- Silicato tricálcico
- Silicato dicalcico
- Aluminato tricálcico
- Aluminio – ferrito tetracalcico
- Componentes menores

Existen diversos tipos de cementos, los cuales están especificados en la norma ASTM-C-150-99a.

Ellos son:

**Tipo I:** que es uso general y sin propiedades especiales

**Tipo II:** de moderado calor de hidratación y alguna resistencia al ataque de los sulfatos

**Tipo III:** de resistencia temprana y elevado calor de hidratación

**Tipo IV:** bajo calor de hidratación

**Tipo V:** de alta resistencia al ataque de sulfatos

#### **2.2.2.2.2. Agregados finos**

Norma tecnica peruana, (2018)



## Características

El agregado fino debe consistir en arena natural, arena manufacturada o una combinación de ellas.

## Análisis granulométrico

El agregado fino no debe tener más del 45 % que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla consecutiva, las que se muestra en el apartado 5.1 y su módulo de fineza no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.

Debe tener la granulometría según los límites de la Figura 01:

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 $\mu\text{m}$ (No. 30)	25 a 60
300 $\mu\text{m}$ (No. 50)	5 a 30
150 $\mu\text{m}$ (No. 100)	0 a 10
75 $\mu\text{m}$ (No. 200)	0 a 3,0 <sup>A,B</sup>

<sup>A</sup> Para concreto no sujeto a la abrasión, el límite para el material más fino que el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) debe ser máximo 5 %.

<sup>B</sup> Para agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75  $\mu\text{m}$  (No. 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquistos, este límite debe ser 5 % para concreto sujeto a abrasión y máximo 7 % para concreto no sujeto a abrasión.

Figura 1. Requerimiento de granulometría para agregados finos

Fuente: Norma técnica peruana 400.037 - 2018

### 2.2.2.3. Agregado grueso

#### Características

El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto chancado, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma

#### Granulometría

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos de la Figura N° 2 según el tamaño especificado.



Tamaño	Tamaño máximo nominal	Distribución que debe poseer las muestras normalizadas													
		150 mm (4 pulg)	75 mm (3 pulg)	47.5 mm (1 7/8 pulg)	25 mm (1 pulg)	15 mm (3/4 pulg)	7.5 mm (3/8 pulg)	4.75 mm (No. 4)	2.5 mm (No. 60)	1.18 mm (No. 150)	600 micras (No. 250)	300 micras (No. 500)	150 micras (No. 1000)	75 micras (No. 2000)	37.5 micras (No. 4000)
1	90 mm a 17.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/8 pulg)	100	90 a 100	—	25 a 90	—	0 a 25	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
2	80 mm a 2.5 mm (3 1/8 pulg a 1/8 pulg)	—	—	100	80 a 100	25 a 70	0 a 25	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
3	50 mm a 2.0 mm (2 pulg a 3/16 pulg)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
107	50 mm a 0.75 mm (2 pulg a 3/16 pulg)	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 70	—	10 a 20	—	0 a 5	—	—	—
4	37.5 mm a 0.6 mm (1 1/2 pulg a 1/16 pulg)	—	—	—	—	100	90 a 100	30 a 55	0 a 5	—	0 a 5	—	—	—	—
407	47.5 mm a 0.425 mm (1 7/8 pulg a No. 4)	—	—	—	—	100	25 a 100	—	25 a 70	—	10 a 20	0 a 5	—	—	—
5	25.0 mm a 0.25 mm (1 pulg a 1/16 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	30 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	—
10	15.0 mm a 0.15 mm (3/4 pulg a 3/16 pulg)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	—
30	7.5 mm a 0.075 mm (3/8 pulg a No. 200)	—	—	—	—	—	—	—	—	20 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	—
6	19.0 mm a 0.3 mm (3/4 pulg a 1/16 pulg)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	30 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	—
97	150 mm a 4 mm (2 3/4 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	200	90 a 100	—	20 a 25	0 a 20	0 a 5	—	—
7	12.5 mm a 0.125 mm (1/2 pulg a No. 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	—
8	9.5 mm a 0.34 mm (3/8 pulg a No. 5)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	35 a 100	10 a 20	0 a 10	0 a 5	—
10	11.2 mm a 0.2 mm (7/16 pulg a 3/16 pulg)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	50 a 100	20 a 25	5 a 20	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (No. 4 a No. 150)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

NOTA: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida.

Figura 2. Requisitos granulométricos de los agregados gruesos

Fuente: Norma técnica peruana 400.037

### 2.2.2.2.4. Agua

E. Harmser, (2002), nos detalla:

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, El agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la Trabajabilidad de la mezcla.

Podrá emplearse agua no potable en la elaboración del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad. Para ello se fabricarán cubos de morteros elaborados con ellas y se ensayarán según la norma ASTM-C-109/109M-99. Si las resistencias obtenidas a los 7 y 28 días son por lo menos el 90% de las esperadas en morteros similares elaborados a base de agua potable el líquido es aceptable (ACI-3.4.3). Es conveniente verificar, adicionalmente, que no contenga agentes que puedan reaccionar negativamente con el refuerzo.

### 2.2.3. Resistencia del concreto.

#### 2.2.3.1. Especificaciones del concreto

Romo Proaño, nos dice

Las especificaciones técnicas son el punto de partida para el diseño de los hormigones.

Entre las propiedades más importantes que deben considerarse se tiene:

Resistencia a la compresión





Trabajabilidad del hormigón fresco

Velocidad de fraguado

Peso específico

### **2.2.3.2. Resistencia del hormigón**

Romo Proaño, nos dice

La resistencia a la compresión del hormigón normalmente se la cuantifica a los 28 días de fundido el concreto, aunque en estructuras especiales como túneles y presas, o cuando se emplean cementos especiales, pueden especificarse tiempos menores o mayores a esos 28 días.

### **2.2.3.3. Resistencia del concreto a compresión:**

Galicía Perez & Velasquez Curo, 2016), nos dice:

La resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Expresado en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas ( $\text{lb/pulg}^2$  o PSI) a una edad de 28 días. Se pueden utilizar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y las resistencias en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% P de la resistencia a los 28 días. La resistencia a la compresión especificada se designa con el símbolo de  $f_c$ , llevándole hasta la ruptura mediante cargas que se incrementan relativamente rápidos esto dura unos pocos minutos. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión. La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia específica,  $f_c$ , en la especificación de trabajo.



*Figura 3. Muestra cilíndrica de concreto para el ensayo de compresión estándar*  
*Fuente: Romo P. M*

#### **2.2.4. Ensayos de las resistencias a la compresión (NTP 339.034 1999)**

(Galicia Perez & Velasquez Curo, 2016), nos dice:

El método de ensayo consiste en aplicar una carga axial en compresión a los moldes cilíndricos o corazones en una velocidad tal que esté dentro del rango especificado antes que la falla ocurra. El esfuerzo a la compresión de la muestra está calculado por el cociente de la máxima carga obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra. (INDECOPI, NTP 339.034, 1999) La resistencia a la compresión de la probeta se calcula con la siguiente fórmula: (Pag.41)

$$R_c = \frac{4G}{\pi D^2}$$

Dónde:

**R<sub>c</sub>**: Es la resistencia de rotura a la compresión, en kilogramos por centímetro cuadrado.

**G**: La carga máxima de rotura en kilogramos.

**D**: Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en centímetros.



### 2.3. DEFINICIONES DE LOS TÉRMINOS BÁSICOS

**Agregado:** según la Norma técnica peruana, (2018) nos dice es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas. Se les llama también árido

**Concreto convencional:** según Nortmix, nos dice: El concreto convencional es el concreto hidráulico premezclado de uso general para cualquier tipo de construcción que no requiera de condiciones especiales.

**Curado de concreto:** Según SENCICO, (2014) nos dice, se refiere a mantener húmedo el concreto endurecido, con la finalidad de reponer el agua que pierde al medio ambiente.

**Diseño de mezcla:** según Delgado Arana, (2011), es la selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cubica de concreto, conocida usualmente como diseño de mezclas, puede ser definida como el proceso de selección de los ingredientes más adecuados y dela combinación más conveniente, con la finalidad de obtener un producto que en el estado no endurecido tenga la trabajabilidad y consistencia adecuados y que endurecido cumpla con los requisitos establecidos por el diseñador indicados en los planos y/o las especificaciones de la obra.

**Fraguado:** según Rivera L. nos dice, el fraguado se refiere al paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido. Aunque durante el fraguado la pasta adquiere alguna resistencia, para efectos prácticos es conveniente distinguir el fraguado del endurecimiento, pues este último término se refiere al aumento de resistencia de una pasta de cemento fraguada.

**Granulometría:** según Rivera L. nos dice; consiste en dividir una muestra representativa del agregado en fracciones de igual tamaño de partículas; la medida de la cuantía de cada fracción se denomina como granulometría.

**Hormigón:** según la Norma técnica peruana, (2018) nos dice es el agregado grueso, proveniente de la desintegración natural de materiales pétreos, encontrándosele corrientemente en canteras y lechos de ríos, depositado en forma natura



**Muestra:** según vivienda, (2014) nos dice Dos o más porciones de hormigón tomadas en un determinado tiempo de un lote único o camión mezclador.

**Probeta de concreto:** son las muestras que se sacan de una tanda de concreto, y estos ya endurecidos se realizan los ensayos mecánicos del concreto

**Resistencia a la compresión:** según SENCICO, (2014) nos dice, es el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse.

**Tereftalato de polietileno:** según Universidad complutense, (2016), nos dice, es un poliéster obtenido a partir de una reacción de poli condensación entre el ácido tereftalico (TA) y el etilenglicol.

**Trabajabilidad:** según SENCICO, (2014) nos dice es la propiedad del concreto en estado fresco la cual determina su capacidad para ser mezclado, manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación

### 3. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

#### 3.1 PROCEDIMIENTO DE DATOS

##### 3.1.1. Verificación de la calidad de materiales a utilizar

Se realizaron los controles de calidad de los materiales para los diseños de las mezclas como son los análisis al hormigón como también al tereftalato de polietileno

##### 3.1.1.1. Análisis del hormigón

Los agregados utilizados para el concreto tienen que cumplir con requisitos que indica en la norma técnica peruano N°400.037 2018

##### Análisis granulométrico (Anexo C1)



Fotografía 1. Cuarteando la muestra



Fotografía 2. Muestra que pasa por las diferentes mallas

### Gravedad específica y absorción del Hormigón (Anexo C2)



Fotografía 3. El agregado se remojó 12 horas



Fotografía 4. Del agregado grueso se eliminó el agua superficial



Fotografía 5. La prueba del cono

#### 3.1.1.2. Análisis del tereftalato de polietileno

Se realizó los siguientes análisis del tereftalato de polietileno.

#### Análisis granulométrico (Anexo D-1)



Fotografía 6. Análisis granulométrico del PET

#### Gravedad específica y absorción del PET (Anexo D – 2)



**Fotografía 7.** Absorción del PET



**Fotografía 8.** Hallando el peso variado del PET

### 3.1.2. Dosificación para la de mezcla de concreto (anexo E y anexo F)

Obteniendo los análisis del agregado y del tereftalato de polietileno realizamos la dosificación de la mezcla para el concreto de estudio que es añadiendo el PET el cual se tomó como referencia las dosificaciones de la mezcla del patrón (concreto f'c 210)

### 3.1.3. Fabricación de las probetas

Se utilizaron moldes de las medidas de 15 x 30 cm aproximadamente

Se realizaron 20 probetas contando con los materiales de diseño de dosificación del concreto



**Figura 4:** Cemento andino del tipo I  
**Fuente:** Elaboración propia

**Características:**



En esta investigación utilizamos el cemento portland del tipo I por ser de uso general en obras.  
El cemento que se empleó cumple con la NTP 334.009



**Figura 5.** Hormigón del rio Huallaga de Conchamarca  
**Fuente:** Elaboración propia

**Características:**

la calidad del hormigón lo utilizamos de acuerdo a que lo establece los requisitos de la NTP 400.037

	 <p><i>Figura 6. El agua</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	<p><b>Características:</b> el agua que se utilizo es potable del laboratorio.</p> <p>Se debe utilizar agua para la elaboración del concreto y curado de probetas como se especifica en la NTP 339.088</p>
	 <p><i>Figura 7. Tereftalato de polietileno triturado en láminas</i> <i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	<p><b>Características:</b> el tereftalato de polietileno convencional tiene las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Irrompible</li> <li>- Resistencia a esfuerzos permanentes</li> <li>- Alta resistencia química</li> <li>- Baja absorción de la humedad</li> </ul>

### 3.1.3.1. Insumo

#### 3.1.3.1.1. Insumos para la muestra patrón

Los materiales usados para un concreto convencional se detallan en la tabla n° 5 y para el concreto con 10% de tereftalato de polietileno se detalla en la tabla n° 6.

Esta muestra patrón o el concreto sin tereftalato de polietileno se diseñó para un  $F' c$  210 kg / cm<sup>2</sup>.

**TABLA 4.** Proporciones de materiales que utilizaremos en un m<sup>3</sup> para concreto patrón

Materiales	Cantidad	Unidad
Cemento	356	Kg
Hormigón	211	Kg
Agua	1690	Kg

Fuente: Elaboración propia

#### Calculado el volumen para 6 probetas

Medidas de las probetas 30 cm por 15cm

Volumen por probeta =  $3.14 \times 0.075 \times 0.3 = 0.0053$  m<sup>3</sup>

Volumen por 6 probetas =  $0.0053 \times 6 = 0.032$





Considerando el desperdicio el volumen para 6 probetas = 0.032

### Calculando cantidad de material para 6 probetas

#### Cantidad de hormigón

1m<sup>3</sup>            1690

0.032           x

El hormigón que se utilizará para 6 probetas será = **50.71 kg**

#### Cantidad de cemento

1m<sup>3</sup>            356

0.032           x

El cemento que se utilizará para 6 probetas será = **10.68 kg**

#### Cantidad de agua

1m<sup>3</sup>            211

0.032           x

El agua que se utilizará para 6 probetas será = **6.33 kg**



*Fotografía 9. Materiales a utilizarse para el concreto*

#### **3.1.3.1.2. Insumo para la muestra con tereftalato de polietileno**

Para el concreto añadiendo el 10% de tereftalato de polietileno se realizó el mismo diseño que para el concreto patrón o concreto convencional

En este tipo de concreto se añadió el 10% de tereftalato de polietileno al concreto fresco diseñado.



**TABLA 5.** Proporciones de materiales que utilizaremos en un m<sup>3</sup> para concreto con PET

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Cemento	356	Kg
Hormigón	1412	Kg
Agua	292	Kg
Tereftalato de polietileno	203	Kg

Fuente: Elaboración propia

**Calculado el volumen para 6 probetas**

**Cantidad de hormigón**

1m<sup>3</sup>            1412

0.035            x

El hormigón que se utilizará para 6 probetas será = **49.41 kg**

**Calculando cantidad de material para 6 probetas**

**Cantidad de cemento**

1m<sup>3</sup>            356

0.035            x

El cemento que se utilizará para 6 probetas será = **12.45 kg**

**Cantidad de agua**

1m<sup>3</sup>            292

0.035            x

El agua que se utilizará para 6 probetas será = **10.21 kg**

**Cantidad de PET**

1m<sup>3</sup>            203

0.035            x

El PET que se utilizará para 6 probetas será = **7.09 kg**



**Fotografía 10.** Realizando la prueba del slump



**Fotografía 11.** Chuseando la mezcla del concreto



**Fotografía 12.** Dosificando el concreto



**Fotografía 13.** Las muestras desmoldadas

### 3.1.3.2. Equipo para la fabricación de probetas

Los materiales y equipos se utilizaron en diferentes etapas de fabricación de las muestras de concreto como son en la etapa de tamizado del pet y del hormigón, diseño de mezcla, preparación del concreto y en la prueba de rotura a compresión de las probetas

**TABLA 6.** Equipos e instrumentos utilizados durante la preparación de la mezcla

Equipo	Cantidad (und)
Moldes para elaborar las probetas	20
Cono de abrams	1
Varilla lisa	1
Plancha metálica	1
Balanza de gramos y kilogramos	1

Equipo	Cantidad (und)
Recipientes	3
Mezcladora	1
Cilindro	2
Tamiz	1
Regla metálica	1
Cucharon metálico	1

Fuente: Elaboración propia

#### 3.1.4. El curado de las probetas

Se curaron por el periodo de 28 días sumergido en agua



Fotografía 14. Curado de las probetas sumergido en agua

#### 3.1.5. Ensayos a la compresión

##### Control de equipo

Antes de someterlo las probetas al ensayo de la resistencia a la compresión se verifico que la maquina a utilizarse este calibrado (Anexo – H)

##### Control de las probetas

Se tuvo control de las probetas tomando de cada una de ellas las medidas y peso

**Peso:** nos sirve para obtener la masa unitaria de la probeta y es pesada en una balanza y se toman su peso en gramos para obtener peso exacto

**Medidas:** se toma la medida de diámetro 3 veces al igual la altura y luego se promedia, el diámetro se mide con vernier y la altura con wincha.



*Fotografía 15. Muestra para realizar el ensayo a compresión*



*Fotografía 16. Tomando medidas de las probetas*



*Fotografía 17. Realizando la el ensayo a compresión*



*Fotografía 18. Probetas rotas a compresión*



*Fotografía 19. Vista de la probeta rota*

## **3.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **3.2.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO**

#### **3.2.1.1. Resultados del ensayo de resistencia**

Las probetas se curaron sumergido en agua durante 28 días en el laboratorio después se



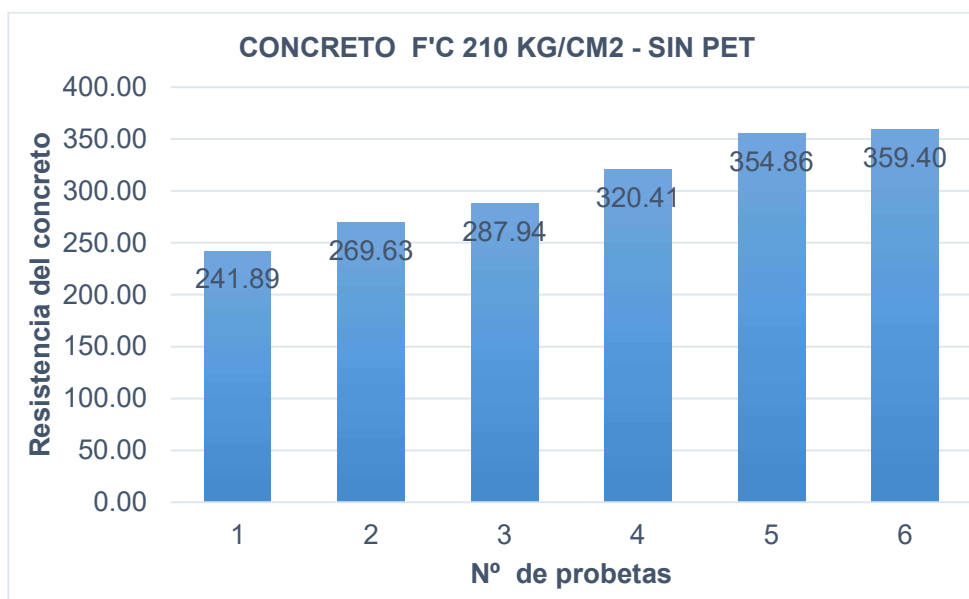
realizamos los ensayos de resistencia a compresión.

### 3.2.1.1.1. Resultados de la resistencia a compresión del patrón

**TABLA 7.** Resultados del concreto patrón F`C 210 kg/cm2 (anexo –G)

Nº	Tipo de probeta	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Promedio F`C (kg/cm2)
1	P-1	21/06/2019	19/07/2019	28	241.89	305.69
2		21/06/2019	19/07/2019	28	269.63	
3		21/06/2019	19/07/2019	28	287.94	
4		21/06/2019	19/07/2019	28	320.41	
5		21/06/2019	19/07/2019	28	354.86	
6		21/06/2019	19/07/2019	28	359.40	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 8.** Gráfico estadístico del concreto convencional

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.1.1. Ensayos de resistencia del concreto añadiendo PET

Los resultados de la resistencia a compresión del concreto con 10% de tereftalato de polietileno se redujeron significativamente a comparación del concreto convencional

**Ensayos de resistencia del F`C 210 kg/cm2 añadiendo el 10% de tereftalato de polietileno (PET) que se retiene entre las mallas 3/8" hasta la nº 200**

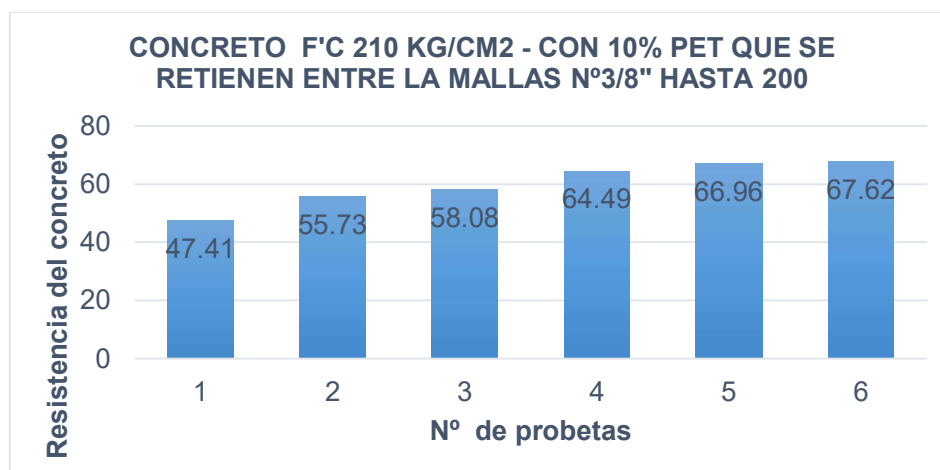
La resistencia se redujo significativamente, y solo obtuvimos un 29% de la resistencia a compresión, comparando con lo que fue diseñado para un concreto F`C 210 kg / cm2.



**TABLA 8.** Resultados del concreto elaborado con 10% de PET que se retiene a partir de malla 3/8" (ANEXO – G)

Nº	Tipo de probeta	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Promedio F`C (kg/cm2)
1	T-T	21/06/2019	19/07/2019	28	47.41	60.05
2		21/06/2019	19/07/2019	28	55.73	
3		21/06/2019	19/07/2019	28	58.08	
4		21/06/2019	19/07/2019	28	64.49	
5		21/06/2019	19/07/2019	28	66.96	
6		21/06/2019	19/07/2019	28	67.62	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 9.** Gráfico estadístico del concreto con 10% de PET que se retienen a partir de la malla 3/8"

Fuente: Elaboración propia

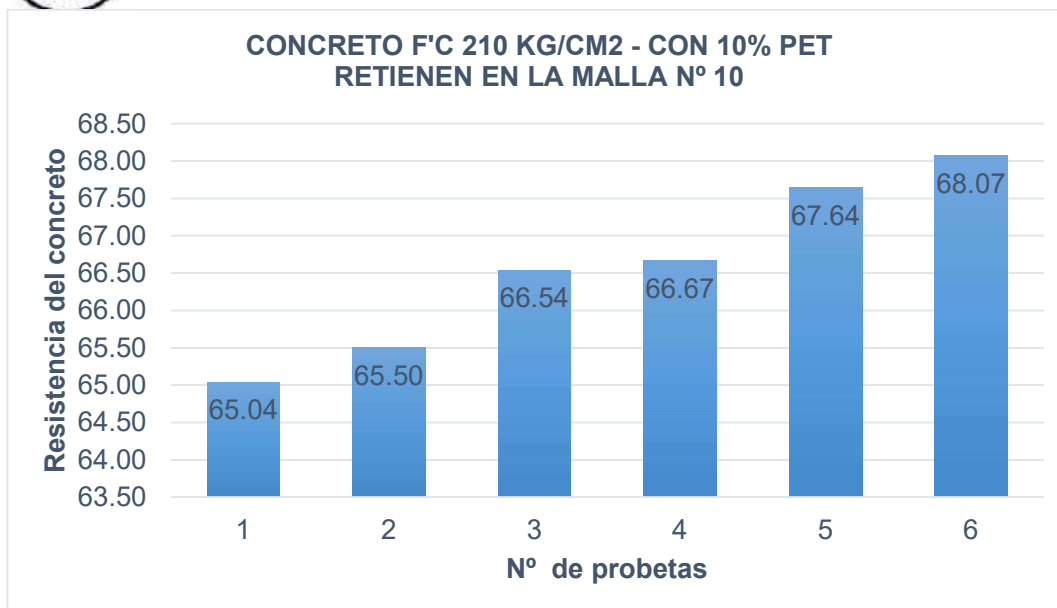
### Ensayos del concreto F`C 210 kg/cm2 añadiendo el 10% de tereftalato de polietileno (PET) que se retiene en la malla nº 10

La resistencia se redujo significativamente, y solo se pudo obtener un 32% de resistencia a compresión, comparando con lo que fue diseñado para un concreto F`C 210 kg / cm2.

**TABLA 9.** Resultados del concreto elaborado con 10% de PET que se retiene en la malla nº 10 (ANEXO – G)

Nº	Tipo de probeta	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Promedio F`C (kg/cm2)
1	T-10	21/06/2019	19/07/2019	28	65.04	66.58
2		21/06/2019	19/07/2019	28	65.50	
3		21/06/2019	19/07/2019	28	66.54	
4		21/06/2019	19/07/2019	28	66.67	
5		21/06/2019	19/07/2019	28	67.64	
6		21/06/2019	19/07/2019	28	68.07	

Fuente: Elaboración propia



**Figura 10.** Gráfico estadístico del concreto con 10% de PET que se retiene en la malla N° 10  
**Fuente:** Elaboración propia

**Ensayos de un concreto F`C 210 kg/cm2 añadiendo el 10% de tereftalato de polietileno (PET) que tiene en la malla n° 16**

La resistencia se redujo significativamente, y solo pudimos obtener un 36% de la resistencia a compresión, comparándolo con lo que fue diseñado para el concreto F`C 210 kg/cm2.

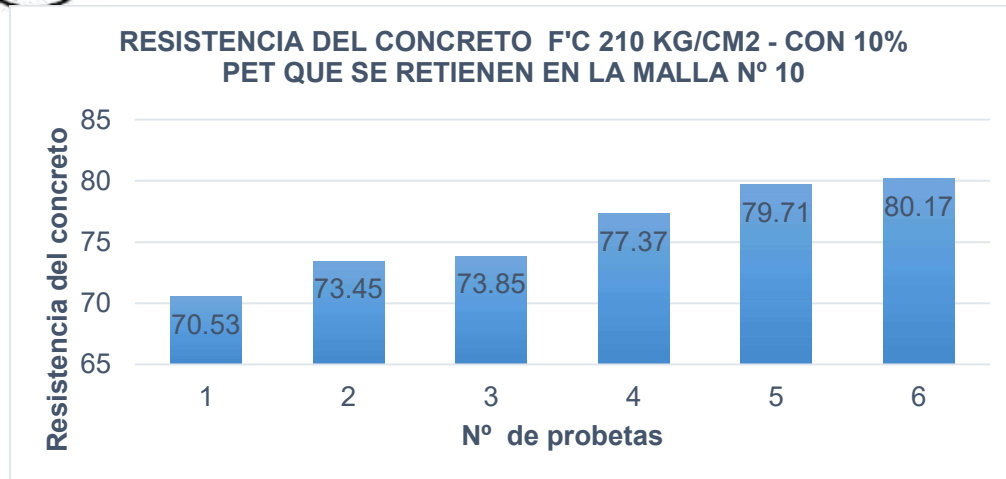
Siendo esta la muestra del 10% del tereftalato de polietileno que se retiene en la malla n° 16, el mejor de las muestras, ya que se obtener una mayor resistencia de compresión.

**TABLA 10.** Resultados de resistencia de compresión el concreto elaborado con 10% de PET que se retiene en la malla n° 16 (ANEXO – G)

N°	Tipo de probeta	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Promedio F`C (kg/cm2)
1	T-16	21/06/2019	19/07/2019	28	70.53	75.85
2		21/06/2019	19/07/2019	28	73.45	
3		21/06/2019	19/07/2019	28	73.85	
4		21/06/2019	19/07/2019	28	77.37	
5		21/06/2019	19/07/2019	28	79.71	
6		21/06/2019	19/07/2019	28	80.17	

**Fuente:** Elaboración propia





**Figura 11.** Gráfico estadístico de las resistencias a compresión d un concreto con 10% de PET que se retiene en tamiz N° 16

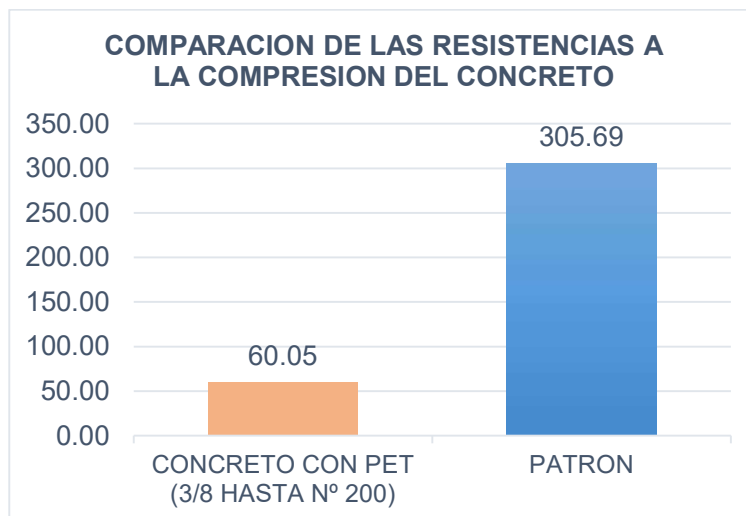
**Fuente:** Elaboración propia



### 3.3. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

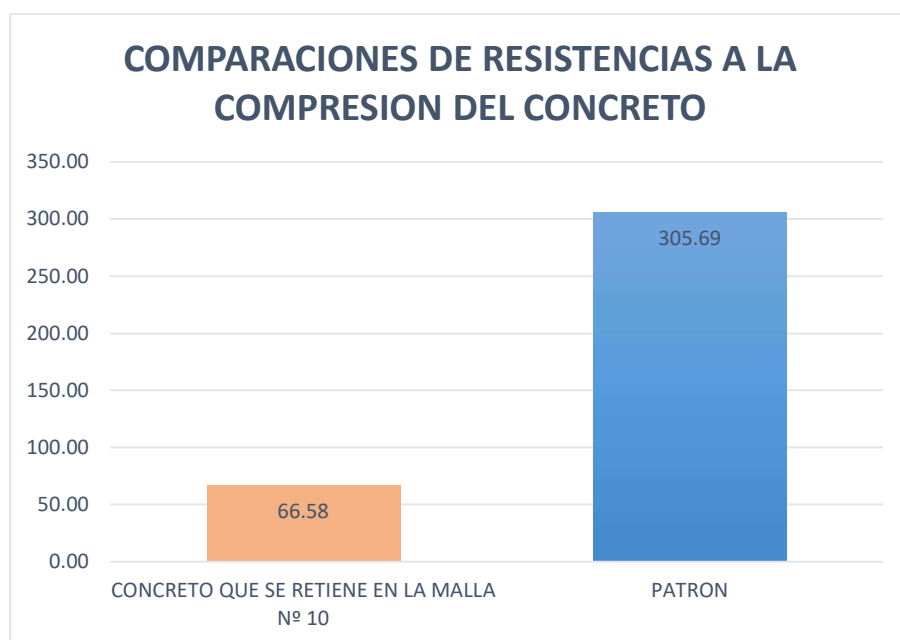
#### 3.3.1. Comparación de la resistencia a la compresión de concreto

**3.3.1.1. Comparaciones de los resultados de las resistencias a compresión del concreto convencional y un concreto añadiendo PET que se retienen a partir de la malla 3/8"**



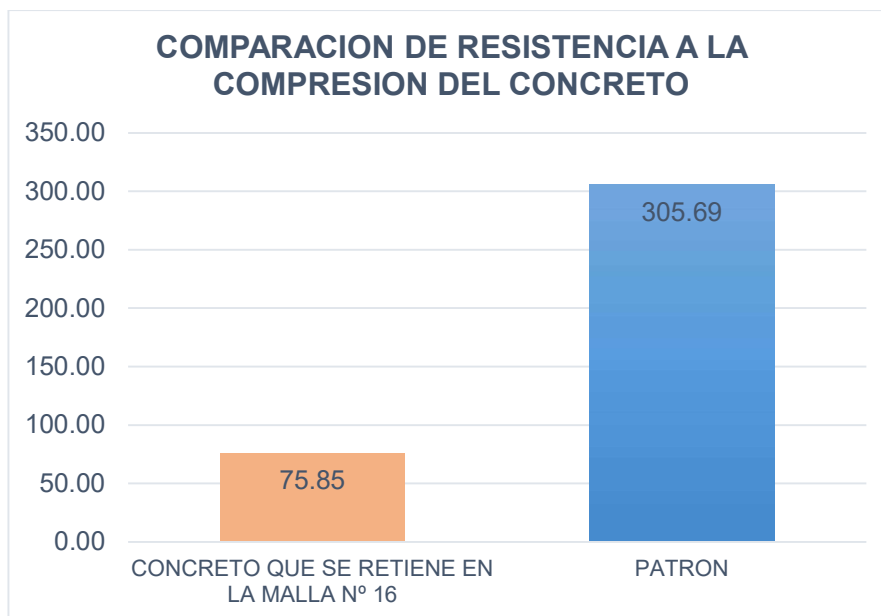
**Figura 12.** Promedio de resistencia entre el concreto T-T y P-1  
*Fuente: Elaboración propia*

**3.3.1.2. Comparaciones de resultados de resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto añadiendo PET que se retiene en la malla n° 10**



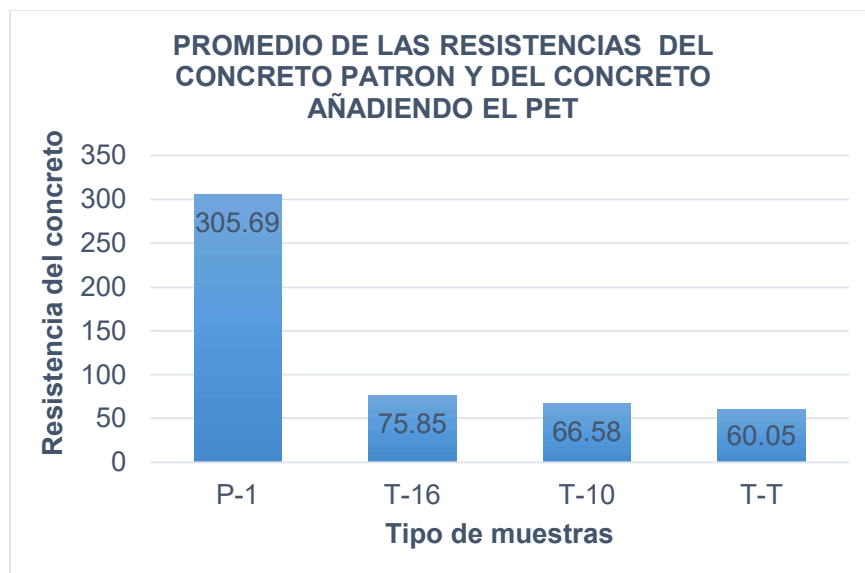
**Figura 13.** Promedio de resistencia entre el concreto T-10 y P-1  
*Fuente: Elaboración propia*

**3.3.1.3. Comparaciones de resultados de resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto añadiendo PET que se retiene en la malla nº 16**



*Figura 14. Promedio de resistencia entre el concreto T-16 y P-1  
Fuente: Elaboración propia*

**3.3.1.4. Resultados de los promedios de la resistencia a compresión del concreto convencional y las medias del concreto añadiendo el 10% de tereftalato de polietileno (PET)**



*Figura 15. Comparación de resistencias de las muestras  
Fuente: Elaboración propia*



### 3.4. Resultados estadísticos para la resistencia de compresión del concreto convencional y el concreto con el 10 % del PET

Realizaremos el análisis estadístico para más adelante poder calcular la t student como también poder saber en cuanto son los porcentajes que se reduce la resistencia de acuerdo a lo que se diseñó.

Este análisis se realizará con los resultados obtenidos de cada una de las probetas por cada grupo de muestras

#### 3.4.1. Análisis estadístico de la resistencia a compresión

##### 3.4.1.1. Muestra patrón

**TABLA 11.** Análisis estadístico del concreto tipo P-1

Nº	Tipo de probeta	Días de curado	F`C (kg/cm <sup>2</sup> )	Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar	Coficiente de Variación
1	P-1	28	241.89	305.69	1867.49	43.21	14.14%
2		28	269.63				
3		28	287.94				
4		28	320.41				
5		28	354.86				
6		28	359.4				

Fuente: Elaboración propia

##### 3.4.1.2. Concreto adicionando 10% de PET que se retienen desde la malla nº

3/8 hasta nº 200

**TABLA 12.** Análisis estadístico del concreto tipo T-T

Nº	Tipo de probeta	F`C (kg/cm <sup>2</sup> )	Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar	Coficiente de Variación
1	T-T	47.41	60.05	51.18	7.15	11.91%
2		55.73				
3		58.08				
4		64.49				
5		66.96				
6		67.62				

Fuente: Elaboración propia

##### 3.4.1.3. Concreto adicionando el 10% de PET que se retiene en la malla nº 10



**TABLA 13.** Análisis estadístico del concreto tipo T-10

Nº	Tipo de probeta	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	T-10	65.04	66.58	1.15	1.07	1.61%
2		65.50				
3		66.54				
4		66.67				
5		67.64				
6		68.07				

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.1.4. Concreto adicionando el 10% de PET que se retiene en la malla nº 16

**TABLA 14.** Análisis estadístico del concreto tipo T-16

Nº	Tipo de probeta	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	T-16	70.53	75.85	12.32	3.51	4.63%
2		73.45				
3		73.85				
4		77.37				
5		79.71				
6		80.17				

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.2. Análisis estadísticos de la resistencia a la compresión de las medias del concreto con 10 % del PET

**TABLA 15.** Análisis estadístico de las medias aritméticas del concreto con 10 % de pet

Nº	Tipo de probeta	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	T-G	75.85	67.49	42.02	6.48	9.60%
2		66.58				
3		60.05				

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5. Aplicación de la “t” student para las muestras pequeñas

Rodriguez Martinez, 2018, nos dice:

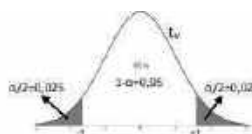
Es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño.

Esta es la base de la prueba “t” de student para la determinación de las diferencias entre dos medias muestrales y para la construcción del intervalo de confianza para la diferencia entre las medias de las poblaciones.

La distribución “t” es más ancha y más plana en el centro que la distribución normal estándar como resultado de ello se tiene una mayor variabilidad en las medias de muestra calculadas a partir de la muestra más pequeña. Sin embargo, a medida que aumenta el tamaño de la muestra, la distribución “t” se aproxima a la distribución normal estándar.

**Distribución t de Student**

Contiene los valores de  $t$  tales que  $\frac{\alpha}{2} = P(t_v > t)$ , donde  $v$  son los Grados de Libertad



Grados de Libertad	$\alpha/2$												
	0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
1	636,619	318,309	65,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,378	1,000	0,727	0,325	0,158	0,079
2	31,599	22,327	5,925	6,955	4,303	2,920	1,896	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071
3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,127	0,068
4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,124	0,067
5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,122	0,066
6	5,959	5,208	3,767	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,121	0,065
7	5,408	4,785	3,499	2,988	2,365	1,896	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,120	0,065
8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,387	0,889	0,706	0,546	0,262	0,120	0,065
9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,363	0,883	0,703	0,543	0,261	0,120	0,064
10	4,587	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,120	0,064
11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,120	0,064
12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,120	0,064
13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,120	0,064
14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,120	0,064
15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,120	0,064
16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,120	0,064
17	3,965	3,646	2,899	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,120	0,064
18	3,922	3,610	2,879	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,120	0,064
19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,120	0,064

Figura 16. Tabla de la t student

Fuente: <https://estdg.blogspot.com/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

Para esta investigación se consideró el 95% de confiabilidad, cual es una confiabilidad ni muy confiable ni poco confiable.

Ahora analizaremos nuestra el área de aceptación y nuestra área de rechazo, tomamos el 95% de nuestra zona de aceptación y 5% será la zona de rechazo.

Tomaremos el tipo de “t” de student bilateral, por lo cual muestra zona de rechazo será como se detalla en la figura N°17

Es decir, la zona de rechazo será  $\alpha/2$  ( $0,05/2 = 0,025$ )

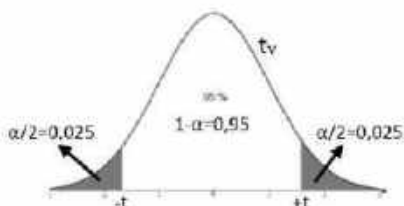


Figura 17. Grafica de la t student



Fuente: <https://estdg.blogs.upv.es/files/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

Los grados de libertad será (Nº muestra patrón + Nº de muestra con PET – 2)

Una vez que tienes el grado de libertad y  $\alpha/2$ , utiliza la tabla

Te dará el área de aceptación y de rechazo

Y por último se calcula el “t” con la siguiente formula

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{n_1 s_1^2 + n_2 s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Donde

$\bar{X}_1$  = Medias de la muestra 01

$\bar{X}_2$  = Medias de la muestra 02

$n_1$  = Tamaño de la muestra 01

$n_2$  = Tamaño de la muestra 02

$s_1^2$  = Desviación Estándar de la muestra 01

$s_2^2$  = Desviación Estándar de la muestra 02

t = Valor de la prueba de Student

### 3.5.1. Aplicación de la t student para el concreto con tereftalato de polietileno

#### 3.5.1.1.1. Aplicación de la t student para el Concreto con tereftalato de polietileno que se retienen en la malla nº 3/8 hasta la nº 200

**TABLA 16.** Concreto tipo P-1

Nº	Tipo de probeta	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	P-1	28	241.89	305.69	1867.49	43.21	14.14%
2		28	269.63				
3		28	287.94				
4		28	320.41				
5		28	354.86				
6		28	359.4				

Fuente: Elaboración propia



**TABLA 17.** Concreto tipo T-T

Nº	Tipo de probeta	F <sup>o</sup> C (kg/cm <sup>2</sup> )	Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar	Coficiente de Variación
1	T-T	47.41	60.05	51.18	7.15	11.91%
2		55.73				
3		58.08				
4		64.49				
5		66.96				
6		67.62				

Fuente: Elaboración propia

Grado de libertad = 6+6-2=10

$\alpha/2$  -----0.025

		$\alpha/2$													
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475	
Grados de libertad	1	636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,158	0,079	
	2	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071	
	3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,594	0,277	0,137	0,068	
	4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067	
	5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066	
	6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065	
	7	5,408	4,785	3,499	2,996	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065	
	8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065	
	9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064	
	10	4,567	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064	
	11	4,437	4,026	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064	
	12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064	
	13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064	
	14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064	
	15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064	
	16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064	
	17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064	
	18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064	
	19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127	0,064	
	20	3,850	3,552	2,845	2,526	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127	0,063	
	21	3,819	3,527	2,831	2,516	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127	0,063	

Figura 18. Tabla de la T student

Fuente: <https://estdq.blogs.upv.es/files/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

$$\bar{X}_1 = 305.69$$

$$\bar{X}_2 = 60.05$$

$$n_1 = 6$$

$$n_2 = 6$$

$$s_1^2 = 43.21$$

$$s_2^2 = 7.15$$

$$t = 15.54$$



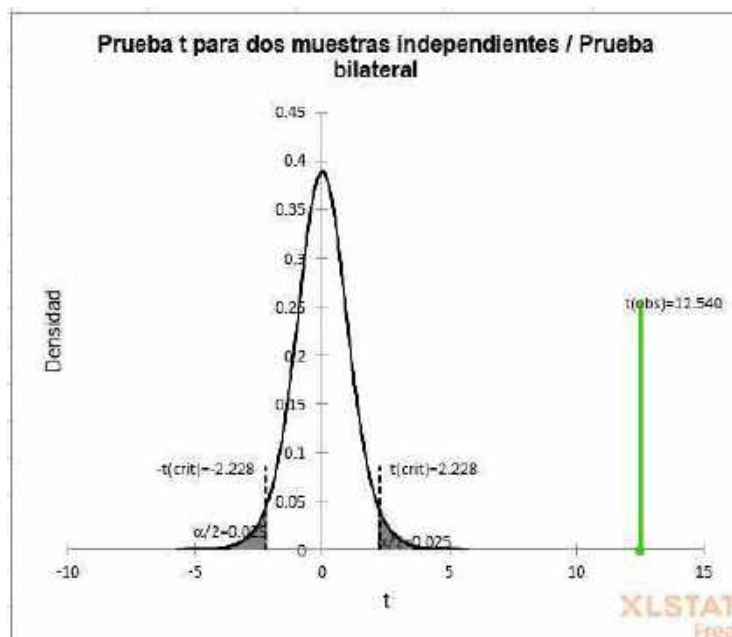


Figura 19. Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-T  
Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Aplicación de la t student para el concreto con tereftalato de polietileno que se retiene en la malla n° 10

TABLA 18. Concreto tipo P-1

Nº	Tipo de probeta	Días de curado	F <sup>c</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar	Coficiente de Variación
1	P-1	28	241.89	305.69	1867.49	43.21	14.14%
2		28	269.63				
3		28	287.94				
4		28	320.41				
5		28	354.86				
6		28	359.4				

Fuente: Elaboración propia

TABLA 19. Concreto tipo T-10

Nº	Tipo de probeta	F <sup>c</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	Media aritmética (kg/cm <sup>2</sup> )	Varianza	Desviación estándar	Coficiente de Variación
1	T-10	65.04	66.58	1.15	1.07	1.61%
2		65.50				
3		66.54				
4		66.67				
5		67.64				
6		68.07				

Fuente: Elaboración propia



Grado de libertad = 6+6-2=10

$\alpha/2$  -----0.025

		$\alpha^2$												
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
grados de libertad	1	636.619	318.309	63.657	31.821	12.706	6.314	3.078	1.376	1.000	0.727	0.325	0.158	0.079
	2	31.599	22.327	9.925	6.965	4.303	2.920	1.886	1.051	0.816	0.617	0.289	0.142	0.071
	3	12.924	10.215	6.841	4.541	3.182	2.353	1.638	0.979	0.765	0.584	0.277	0.137	0.068
	4	8.610	7.173	4.604	3.747	2.776	2.132	1.533	0.941	0.741	0.569	0.271	0.134	0.067
	5	6.869	5.893	4.032	3.365	2.571	2.015	1.476	0.920	0.727	0.559	0.267	0.132	0.066
	6	5.959	5.208	3.707	3.143	2.447	1.943	1.440	0.906	0.718	0.553	0.265	0.131	0.065
	7	5.408	4.785	3.499	2.998	2.365	1.895	1.415	0.896	0.711	0.549	0.263	0.130	0.065
	8	5.041	4.501	3.355	2.896	2.306	1.860	1.397	0.889	0.706	0.546	0.262	0.130	0.065
	9	4.781	4.297	3.250	2.821	2.262	1.833	1.383	0.883	0.703	0.543	0.261	0.129	0.064
	10	4.587	4.144	3.169	2.764	2.228	1.812	1.372	0.879	0.700	0.542	0.260	0.129	0.064
	11	4.437	4.025	3.106	2.718	2.201	1.796	1.363	0.875	0.697	0.540	0.259	0.129	0.064
	12	4.318	3.930	3.055	2.681	2.179	1.782	1.356	0.873	0.695	0.539	0.259	0.128	0.064
	13	4.221	3.852	3.012	2.650	2.160	1.771	1.350	0.870	0.694	0.538	0.259	0.128	0.064
	14	4.140	3.787	2.977	2.624	2.145	1.761	1.345	0.868	0.692	0.537	0.258	0.128	0.064
	15	4.073	3.733	2.947	2.602	2.131	1.753	1.341	0.866	0.691	0.536	0.258	0.128	0.064
	16	4.015	3.686	2.921	2.583	2.120	1.746	1.337	0.865	0.690	0.535	0.258	0.128	0.064
	17	3.965	3.646	2.898	2.567	2.110	1.740	1.333	0.863	0.689	0.534	0.257	0.128	0.064
	18	3.922	3.610	2.878	2.552	2.101	1.734	1.330	0.862	0.688	0.534	0.257	0.127	0.064
	19	3.883	3.579	2.861	2.539	2.093	1.729	1.328	0.861	0.688	0.533	0.257	0.127	0.064
	20	3.850	3.552	2.845	2.528	2.086	1.725	1.325	0.860	0.687	0.533	0.257	0.127	0.063
	21	3.819	3.527	2.831	2.518	2.080	1.721	1.323	0.859	0.686	0.532	0.257	0.127	0.063

Figura 20. Tabla de la T student

Fuente: <https://estdg.blogs.upv.es/files/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

$\bar{X}_1 = 305.69$

$\bar{X}_2 = 66.58$

$n_1 = 6$

$n_2 = 6$

$s_1^2 = 43.21$

$s_2^2 = 1.07$

$t = 12.37$

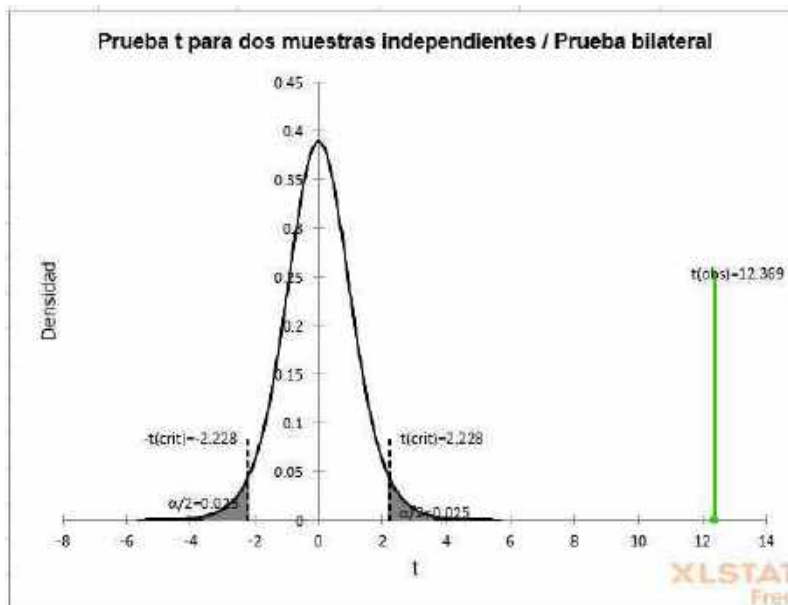


Figura 21. Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-10

Fuente: Elaboración propia



3.5.3. Utilizaremos la t student para el concreto con tereftalato de polietileno que se retienen en la malla n° 16

TABLA 20. Concreto tipo P-1

N°	Tipo de probeta	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	P-1	28	241.89	305.69	1867.49	43.21	14.14%
2		28	269.63				
3		28	287.94				
4		28	320.41				
5		28	354.86				
6		28	359.4				

Fuente: Elaboración propia

TABLA 21. Concreto tipo T-16

N°	Tipo de probeta	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	T-16	70.53	75.85	12.32	3.51	4.63%
2		73.45				
3		73.85				
4		77.37				
5		79.71				
6		80.17				

Fuente: Elaboración propia

Grado de libertad = 3+6-2=10

$\alpha/2$  -----0.025

		$\alpha/2$													
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475	
Grado de libertad	1	636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,585	0,486	0,409	
	2	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071	
	3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137	0,068	
	4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,776	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067	
	5	6,869	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066	
	6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065	
	7	5,408	4,785	3,499	2,998	2,355	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065	
	8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,305	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065	
	9	4,781	4,287	3,250	2,821	2,282	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064	
	10	4,567	4,144	3,169	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064	
	11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064	
	12	4,318	3,930	3,056	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064	
	13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064	
	14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064	
	15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064	
	16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064	
	17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064	
	18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064	

Figura 22. Tabla de la t student

Fuente: <https://estdq.blogs.upv.es/files/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

$\bar{X}_1 = 305.69$

$\bar{X}_2 = 75.85$



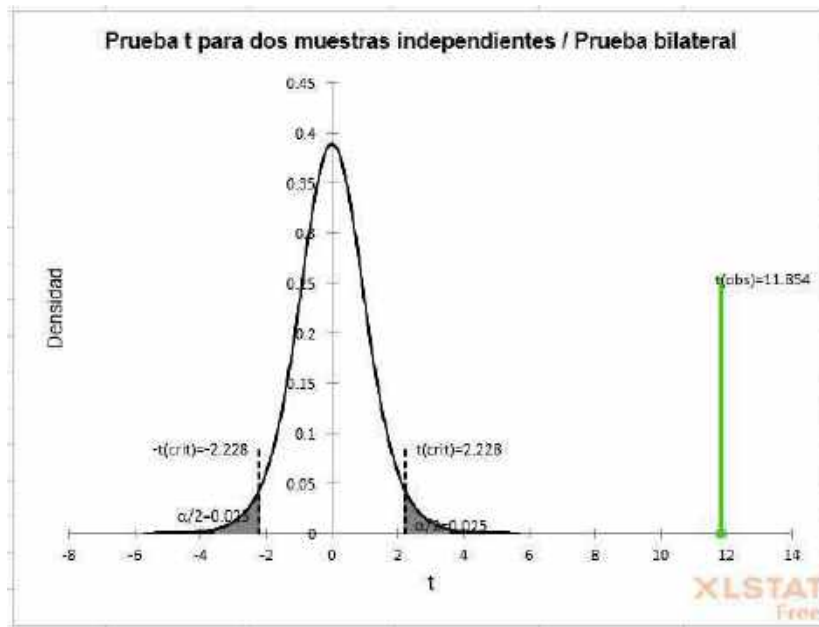
$$n_1 = 6$$

$$n_2 = 6$$

$$s_1^2 = 43.21$$

$$s_2^2 = 3.52$$

$$t = 11.85$$



**Figura 23.** Resultado de la prueba de la t student del concreto tipo T-16  
**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.4. Aplicación de la t student para el concreto convencional y la media aritmética del concreto con 10% tereftalato de polietileno

**TABLA 22.** Concreto tipo P-1

Nº	Tipo de probeta	Días de curado	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
1	P-1	28	241.89	305.69	1867.49	43.21	14.14%
2		28	269.63				
3		28	287.94				
4		28	320.41				
5		28	354.86				
6		28	359.4				

**Fuente:** Elaboración propia

**TABLA 23.** Concreto tipo M-G

Nº	Tipo de probeta	F`C (kg/cm2)	Media aritmética (kg/cm2)	Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de Variación
----	-----------------	--------------	---------------------------	----------	---------------------	---------------------------



1	M-G	75.85	67.49	42.02	6.48	9.60%
2		66.58				
3		60.05				

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Grado de libertad} = 3+6-2=7$$

$$\alpha/2 \text{ -----} 0.025$$

		$\alpha/2$												
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
1		636,619	318,309	63,657	31,821	12,706	6,314	3,078	1,376	1,000	0,727	0,325	0,156	0,079
2		31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,886	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071
3		12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,638	0,978	0,765	0,584	0,277	0,137	0,068
4		8,610	7,173	4,604	3,747	2,778	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067
5		6,859	5,893	4,032	3,365	2,571	2,015	1,476	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066
6		5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065
7		5,408	4,755	3,499	2,988	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065
8		5,041	4,501	3,355	2,896	2,306	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065
9		4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064
10		4,567	4,144	3,169	2,764	2,223	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064
11		4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064
12		4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064

Figura 24. Tabla de la t student

Fuente: <https://estdg.blogs.upv.es/files/2018/01/Tabla-T-Student-2.pdf>

$$\bar{X}_1 = 305.69$$

$$\bar{X}_2 = 67.49$$

$$n_1 = 6$$

$$n_2 = 3$$

$$s_1^2 = 43.21$$

$$s_2^2 = 6.48$$

$$t = 8.37$$

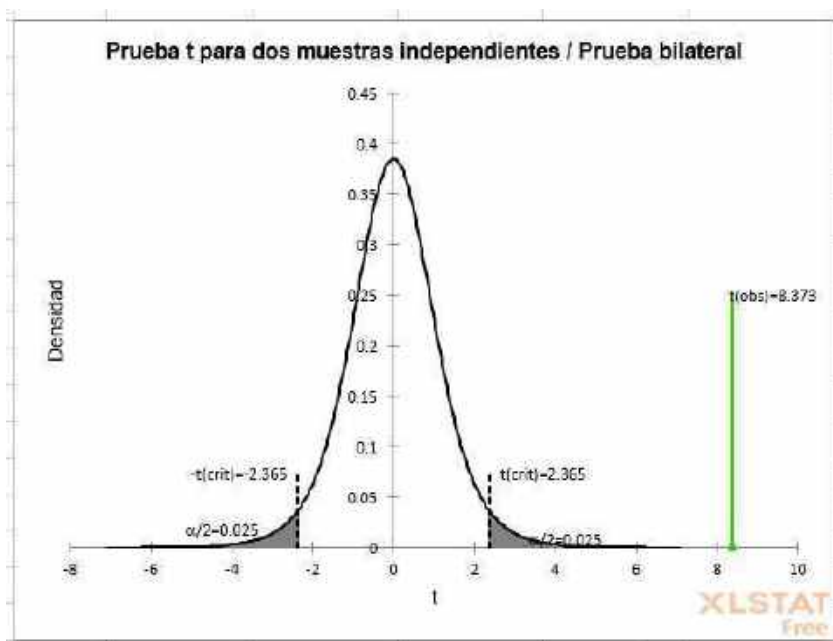


Figura 25. Resultados de la prueba t student para el concreto tipo T-10  
Fuente: Elaboración propia

### 3.6. PRUEBAS DE NORMALIDAD

#### 3.6.1. PRUEBA DE SHAPIRO – WILK

La lógica de la prueba se basa en las desviaciones que presentan las estadísticas de orden de la muestra respecto a los valores esperados de los estadísticos de orden de la normal estándar.

Deben de cumplir lo siguiente:

Si  $psps > Wt, \alpha (0.05)$  Aceptamos  $H_0$ .

Si  $psps \leq Wt, \alpha (0.05)$  Rechazamos  $H_0$ .

##### 3.6.1.1. PRUEBA DE SHAPIRO WILK PARA MUESTRA T-T

**TABLA 24.** Resumen de la muestra analizada (T-T)  
**Resumen de procesamiento de casos**

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
TT	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente: Elaboración propia

**TABLA 25.** Análisis de la prueba de Shapiro - Wilk  
**Pruebas de normalidad**



	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
TT	,191	6	,200*	,931	6	,587

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la prueba de Shapiro – Wilk es =0.587

Por lo tanto: Si  $p_{spss} > \alpha$  (0.05) Aceptamos H0

0.587 > 0.05 ok

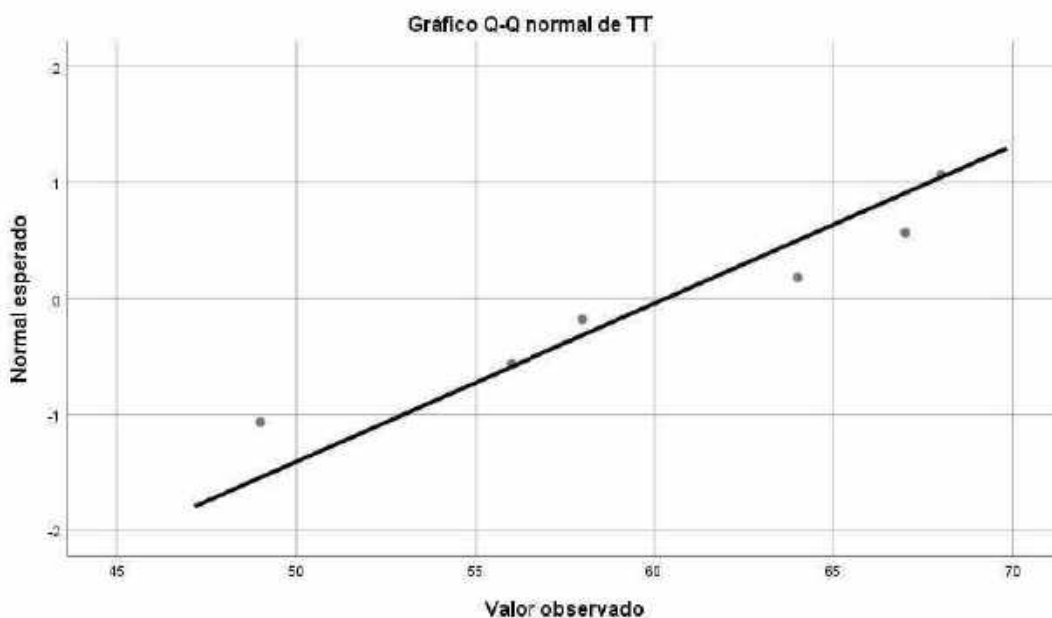


Figura 26. Grafica de la prueba de normalidad

Fuente: elaboración propia

La línea representa la distribución normal y los puntos negros la distribución de los datos de la muestra. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible).

### 3.6.1.2. PRUEBA DE SHAPIRO WILK PARA MUESTRA T-10

TABLA 26. Resumen de la muestra analizada (T-10)

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
T10	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 27. Resultados de la prueba de Shapiro – Wilk (T-10)

#### Pruebas de normalidad



	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T10	,154	6	,200*	,951	6	,751

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la prueba de Shapiro – Wilk es =0.751

Por lo tanto: Si  $p_{spss} > \alpha$  (0.05) Aceptamos H0

0.751 > 0.05 ok

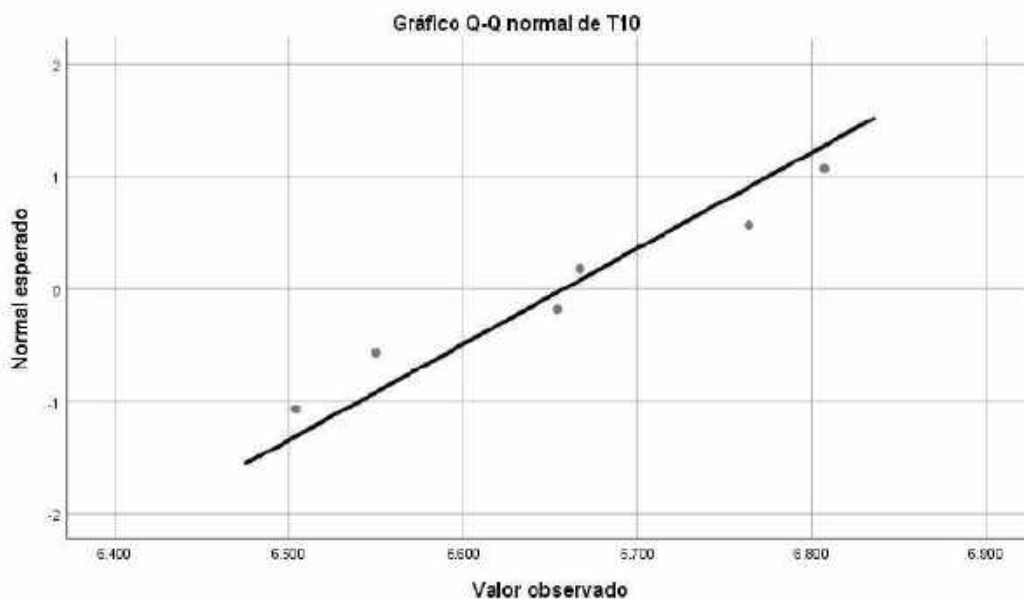


Figura 27. Grafica de la prueba de normalidad (T-10)

Fuente: Elaboración propia

La línea representa la distribución normal y los puntos negros la distribución de los datos de la muestra. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible).

### 3.6.1.3. PRUEBA DE SHAPIRO WILK PARA MUESTRA T-16

TABLA 28. Resumen de la muestra analizada (T-16)

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
T16	6	100,0%	0	0,0%	6	100,0%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 29. Analisis de la prueba de Shapiro – Wilk (T-16)

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>	Shapiro-Wilk
--	---------------------------------	--------------





	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T16	,200	6	,200*	,927	6	,554

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la prueba de Shapiro – Wilk es =0.554

Por lo tanto: Si  $p_{spss} > \alpha$  (0.05) Aceptamos  $H_0$

$0.554 > 0.05$  ok

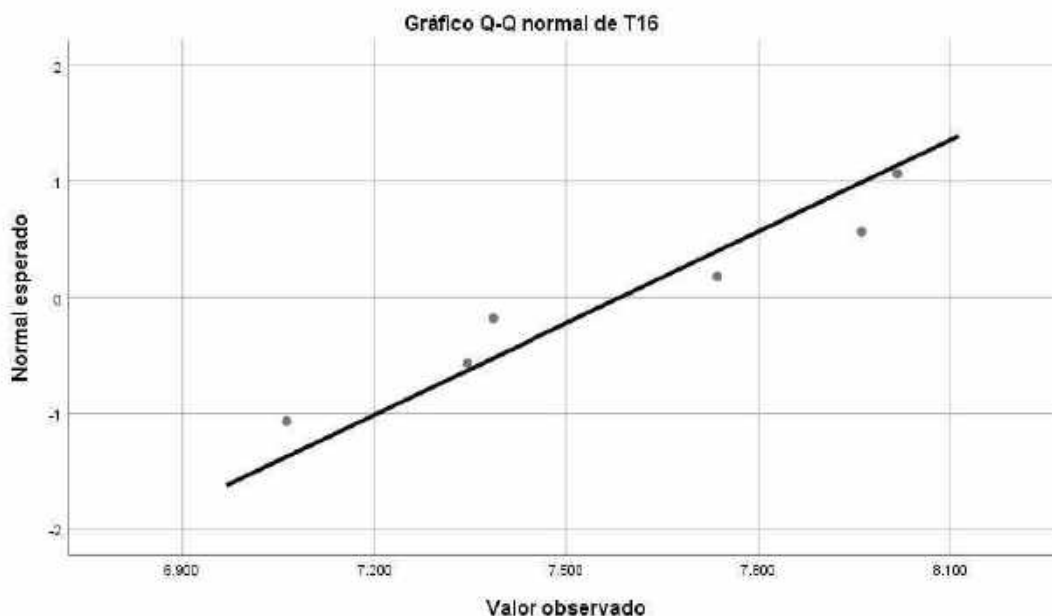


Figura 28. Grafica de la prueba de normalidad (T-16)

Fuente: Elaboración propia

La línea representa la distribución normal y los puntos negros la distribución de los datos de la muestra. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible).

### 3.6.1.4. PRUEBA DE SHAPIRO WILK PARA MUESTRA M-P

TABLA 30. Resumen de la muestra analizada (M-P)

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
MG	3	100,0%	0	0,0%	3	100,0%

Fuente: Elaboración propia

TABLA 31. Analisis de la prueba de Shapiro – Wilk (M-P)

#### Pruebas de normalidad

Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup>

Shapiro-Wilk



	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
MG	,212	3	.	,990	3	,809

Fuente: Elaboración propia

El resultado de la prueba de Shapiro – Wilk es =0.809

Por lo tanto: Si  $psps > \alpha$  (0.05) Aceptamos  $H_0$

0.809 > 0.05 ok

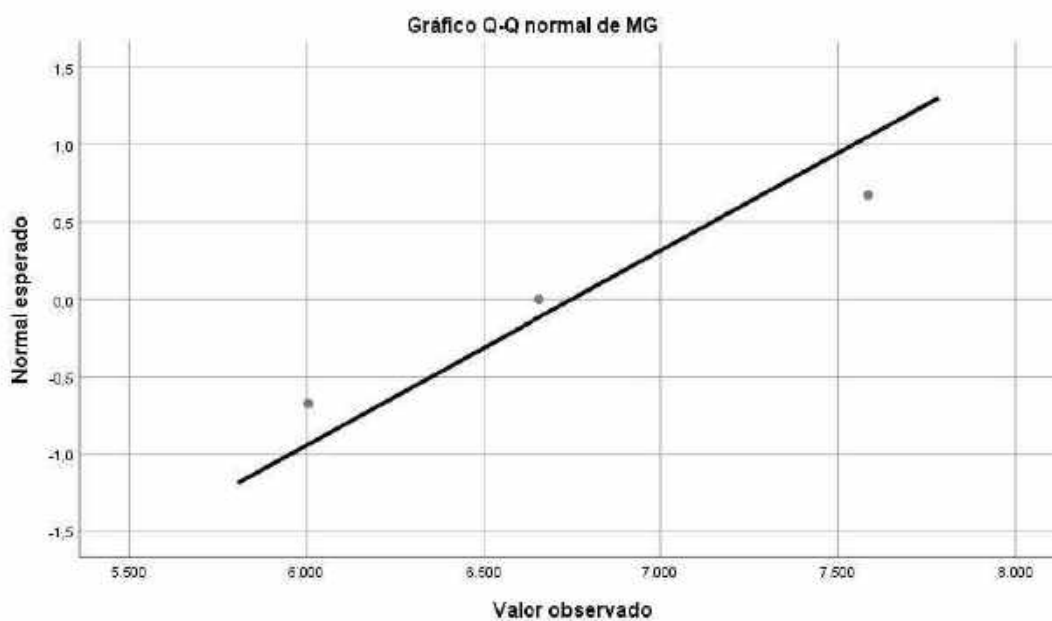


Figura 29. Grafica de la prueba de normalidad  
Fuente: Elaboración propia

La línea representa la distribución normal y los puntos negros la distribución de los datos de la muestra. Para decir que los datos se comportan conforme a la normal deben estar ubicados sobre la línea (o lo más cercano posible).

### 4. PRUEBA DE CONTRASTE DE HIPÓTESIS

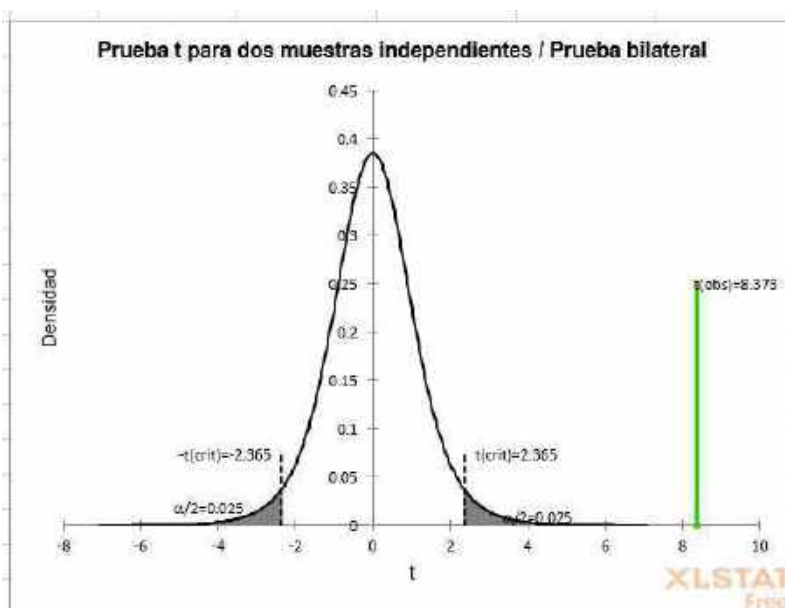
Realice las validaciones de las hipótesis con el programa de t student para muestras independiente, obteniendo con respuesta a la hipótesis de la investigación lo siguiente.

#### 4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

**H.** *Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno.*

Se rechaza la hipótesis nula

Con una constatación de la t student con un valor de 95% de confianza, puesto que la  $t=8.37$ , esto significa que aceptamos la hipótesis general, como también las medias de las dos muestras es estadísticamente la diferentes es significativa.



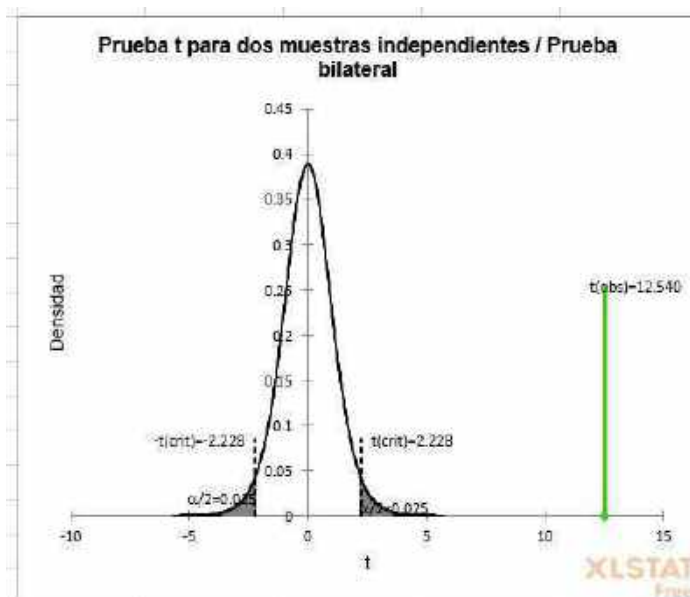
#### 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

**HE1:** *Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 3/8" hasta N° 200.*

Se rechazaremos la hipótesis nula

Con una constatación de la t student con un valor de 95% de confianza, puesto que la

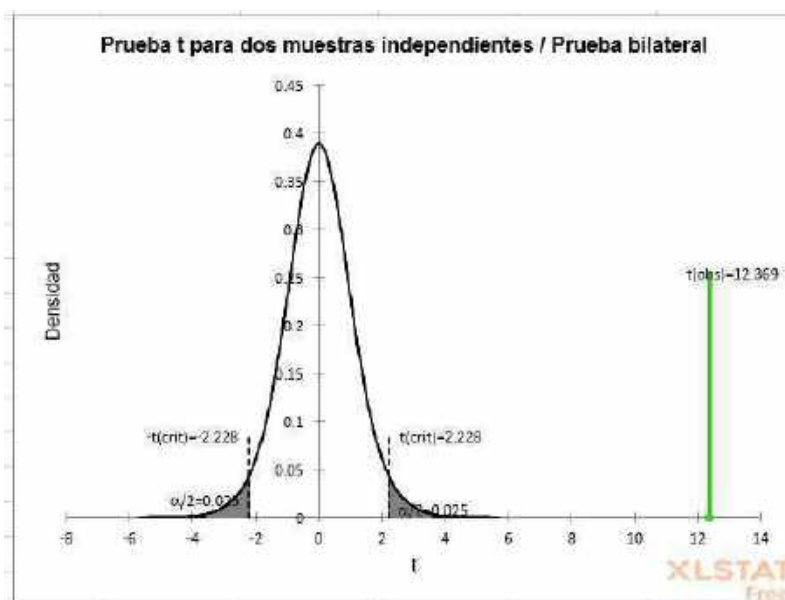
$t=12.54$ , esto significa que aceptamos la hipótesis, como también las medias de las dos muestras es estadísticamente la diferentes es significativa.



**HE2:** Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N°10.

Se rechazaremos la hipótesis nula

Con una constatación de la t student con un valor de 95% de confianza, puesto que la  $t=12.37$ , esto significa que aceptamos la hipótesis, como también las medias de las dos muestras es estadísticamente la diferentes es significativa.

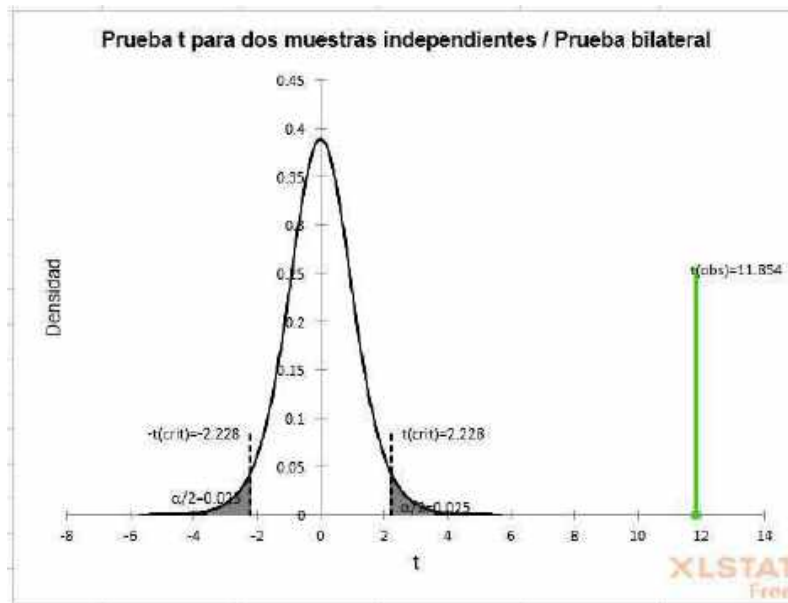




**HE3:** Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N°16.

Se rechazaremos la hipótesis nula

Con una constatación de la t student con un valor de 95% de confianza, puesto que la  $t=11.85$ , esto significa que aceptamos la hipótesis, como también las medias de las dos muestras es estadísticamente la diferentes es significativa.





## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**OG:** *Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno.*

Se determinó que existe diferencia significativa entre los promedios de las resistencias a compresión del concreto convencional y el concreto elaborado con 10% de tereftalato de polietileno con una contratación de  $t=8.37$ , con una confiabilidad del 95%

**OE1:** *Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 3/8" hasta la N° 200*

**OE2:** *Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 10*

**OE3:** *Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 16*

En los objetivos específicos se determinó que existe diferencia significativa entre las medias o los promedios de las resistencias a compresión del concreto convencional y el concreto elaborado con 10% de tereftalato de polietileno con una confiabilidad de 95%, lo cual se obtuvieron los resultados de acuerdo al tamaño que fue añadido el tereftalato de polietileno, los resultados fueron los siguientes:  $T-T= 12.54$ ,  $T-10= 12.37$ ,  $T-16=11.85$

En la prueba de normalidad el concreto con 10% de tereftalato de polietileno se tiene una distribución al borde de la recta lo cual por lo cual podemos decir que tenemos una distribución normal.

De la investigación se resalta que la adición del tereftalato de polietileno no ha aumentado sus resistencias a la compresión del concreto.



---

Los datos que obtuvimos de esta investigación nos dicen la resistencia del concreto añadiendo el tereftalato de polietileno aumenta su resistencia a la compresión cuando disminuye el tamaño del PET



## CONCLUSIONES

Este trabajo de investigación concluye que el tereftalato de polietileno influye en el concreto disminuyendo su resistencia a la compresión ya que en este trabajo se a utilizado el 10% de tereftalato de polietileno respecto a su masa del concreto.

El tereftalato de polietileno triturado en láminas influye a la resistencia del concreto de acuerdo al tamaño que se añade al concreto.

Los 3 tipos de las muestras del concreto que se utilizo es en un 10% del tereftalato de polietileno de su masa del concreto:

T-T: concreto con tereftalato de polietileno que se retiene en la malla 3/4" hasta n°200,

T-10: concreto con tereftalato de polietileno que se retiene en la malla n° 10 y

T-16: concreto con tereftalato de polietileno que se retiene en la malla n° 16;

Poseen una variación de resistencia teniendo la muestra

T-T= 60.05 kg/cm<sup>2</sup>,

T-10=66.58 kg/cm<sup>2</sup>

T-16=75.85 kg/cm<sup>2</sup>.

Teniendo una resistencia a la compresión del concreto patrón P-1= 305.69 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una diferencia entre las nuestra con PET y el patrón de T-T= 245.64 kg/cm<sup>2</sup>, T-10= 239.11 kg/cm<sup>2</sup> y T-16= 229.84 kg/cm<sup>2</sup>

Como también se tiene diferencias de resistencias a la compresión entre las muestras de concreto con 10% de tereftalato de polietileno respecto a su masa: (T-T) – (T-10) =6.53 kg/cm<sup>2</sup> y (T-10) – (T-16) = 9.27 kg/cm<sup>2</sup>





---

## RECOMENDACIONES

El empleo del tereftalato de polietileno es limitado, debido a que hay pocas alternativas de uso de este material en la construcción; se recomienda hacer nuevos estudios de este material reemplazando al agregado y poder conseguir una dosificación exacta para un concreto más resistente y así poder sugerir el uso de este material, como también estaríamos ayudando a descontaminar el medio ambiente.

El uso del concreto con tereftalato de polietileno no es recomendable usar en concreto estructural, debido a que disminuye su resistencia a la compresión de acuerdo a que se añadió el tamaño tereftalato de polietileno.

Durante el análisis se pudo verificar los resultados obtenidos de las pruebas de la resistencia a compresión va aumentando de acuerdo que el tereftalato de polietileno va reduciendo su tamaño.

Por último, recomiendo a seguir esta investigación, disminuyendo el porcentaje de tereftalato de polietileno que reemplaza al agregado o también utilizar el tereftalato de polietileno más fino sin que alteren las propiedades del concreto



## BIBLIOGRAFÍA

- ACI. (s.f.). *Requisitos de reglamento para concreto estructural*. Estados Unidos.
- Caballero Meza, B., & Flores Lengua, O. (2016). *elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico polietileno – tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción*. Cartegena: ESCONPAT.
- Colomo Ruiz, N. R. (2013). *Ingeniería del reciclado en envases de tereftalato de polietileno (PET)*. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Delgado Arana, R. (2011). *Introducción a la ingeniería*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- E. Harmser, T. (2002). *Diseño de estructura de concreto armado*. Peru: Pontificia Universidad Católica.
- Galicia Perez, M. A., & Velasquez Curo, M. A. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionando con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a un concreto patrón de calidad  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>*. Cuzco - Peru: Universidad Andina del Cusco.
- Norma E-060*. (s.f.).
- Norma técnica peruana. (2018). *NTP 400.037*. Lima: INACAL.
- Reyna Pari, C. A. (2016). *Reutilización del plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.
- Rivera L., G. (s.f.). *Concreto simple*. Popayan: Universidad del Cauca.
- Rodriguez Martinez, C. A. (2018). *Influencia de la Textura del Tereftalato de Polietileno Usado Como Agregado*. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- Rodriguez Martinez, C. A. (2018). *Influencia de la textura del tereftalato de polietileno usando como agregado, en la resistencia del concreto*. Huanuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- Romo Proaño, M. (s.f.). *Diseño de estructura de concreto armado*. Ecuador.



---

Sanchez Herrera, C. E., Peña Ruiz, J., & Rico Leguizamon, L. F. (2018). *Identificación de los usos actuales del tereftalato de polietileno (PET) reciclado en la Ingeniería*. Colombia: universidad cooperativa de colombia.

SENCICO. (2014). *Manual de preparacion, colocacion y cuidado del concreto*. Lima: Cartolan Editores SRL.

Universidad complutense. (2016). *El polietilèn Tereftalato (PET) Como Envase de Agua Mineral* . Madrid: Universidad complutense.

vivienda, M. d. (2014). *Estructuras de hormigon armado*. Quito-Ecuador: Miduvi.



## ANEXOS

### ANEXO A – MATRIZ DE CONSISTENCIA

Comparación de la Resistencia a Compresión Entre un Concreto Convencional y un Concreto Elaborado con Tereftalato de Polietileno en la Ciudad de Huánuco - Perú				
VARIABLE INDEPENDIENTE	PROBLEMA GENERAL	OBETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	DISEÑO DE INVESTIGACION
Resistencia a la compresión	¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión de un concreto convencional y un concreto elaborado con tereftalato de polietileno?	Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno.	Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno.	
VARIABLE INDEPENDIENTE	PROBLEMA ESPECIFICO	OBETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	DISEÑO DE INVESTIGACION
Tereftalato de polietileno	<p><b>PE1:</b> ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 3/8" hasta la N° 200?</p> <p><b>PE2:</b> ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 10?</p> <p><b>PE3:</b> ¿Cuál es la diferencia entre las medias de la resistencia a la compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 16?</p>	<p><b>OE1:</b> Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 3/8" hasta la N° 200</p> <p><b>OE2:</b> Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 10</p> <p><b>OE3:</b> Determinar la diferencia entre las medias de la resistencia a compresión del concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 16</p>	<p><b>HE1:</b> Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N° 3/8" hasta N° 200.</p> <p><b>HE2:</b> Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N°10.</p> <p><b>HE3:</b> Existe diferencia significativa de las medias de la resistencia a compresión entre el concreto convencional y un concreto elaborado con un 10% de tereftalato de polietileno que se retiene en la malla N°16.</p>	<p><b>TIPO:</b> Aplicativo</p> <p><b>NIVEL:</b> Experimental – correlacional</p> <p><b>METODO:</b> Experimental</p> <p><b>DISEÑO:</b> Cuasi experimental</p>



## ANEXO B - TECNICAS

### B1 - FORMATO DE GRANULOMETRÍA

<b>TESIS</b>					
<b>UBICACIÓN</b>	:				
<b>SOLICITA</b>	:				
<b>CANtera</b>	:				
<b>FECHA</b>	:				
TAMIZ Nº	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200				
2 1/2"	63.500				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.050				
1/2"	12.700				
3/8"	9.525				
1/4"	6.350				
No 4	4.760				
No 10	2.000				
No 16	1.180				
No 20	0.840				
No 30	0.590				
No 40	0.426				
No 50	0.297				
No 60	0.250				
No 100	0.149				
No 200	0.074				
CAZOLETA	0.000				

### B2 - FORMATO DE ROTURA DE CONCRETO

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>)**  
PRENSA HIDRÁULICA S&A INSTRUMENTS LTD 1986

**TESIS** : COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO FIBROREFORZADO CON FIBRAS DE POLIESTER DE LA CIUDAD DE IQUITOS.

**UBICACIÓN** : TUMBAYO - PERÚ (S) - IYANAYUTI

**FECHA** : \_\_\_\_\_

**SOLICITANTE** : SAGI SAGI SAGI SAGI SAGI SAGI SAGI

**ESPESOR** : \_\_\_\_\_


ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (DE DISEÑO)	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (Mg)	F <sub>u</sub> (Mpa)	% de F <sub>u</sub>	FECH PROBETA

OBSERVACIONES




## ANEXO C - ENSAYOS DEL HORMIGON

### C1 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



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

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



**PROCESO :** COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TERREJALAYO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE TILIMAYO - PERU - 2019

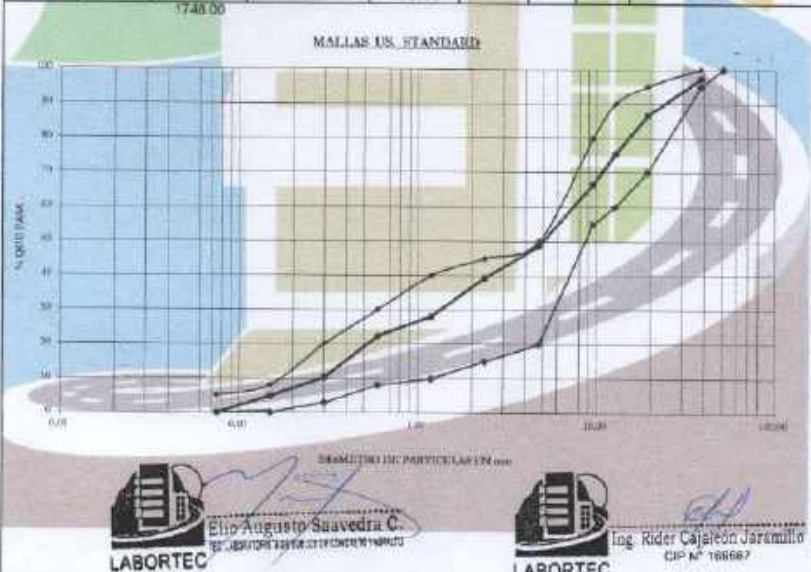
**SOLICITA :** SACHE BARTOLOME TARAZONA, EDITH YASDALY

**FECHA :** JULIO DE 2019

**CANTERA :** RIO HUALLAGA CONCHAMARCA

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

Tamiz Nº	Diámetro (mm)	Peso Referido (gf)	g	% Retenido Acumulado	% que Pase	Especificaciones	Tamaño Máximo
3"	76.200						1"
2 1/2"	63.500						Descripción Muestra Hormigon de granos sub redondeado. Bueno para concreto
2"	50.800					100 100	
1 1/2"	38.100	47.00	2.69	2.69	97.31	95	100
3/4"	19.050	168.00	10.78	13.44	86.56	70	95
1/2"	12.700	195.00	11.15	24.60	75.40	60	90
3/8"	9.525	154.00	8.81	33.41	66.59	55	80
4"	4.750	314.00	17.96	51.37	48.63	20	50
8"	2.390	161.00	9.21	60.58	39.42	15	45
16"	1.180	108.00	11.33	71.91	28.09	10	40
30"	0.600	101.00	5.78	77.69	22.31	8	30
50"	0.300	211.00	12.07	89.76	10.24	3	20
100"	0.150	95.00	5.43	95.19	4.81	0	8
200"	0.075	84.00	4.61	100.00	0.00	0	5
200"	0.075	0.00	0.00	100.00	0.00		



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



## C2 - GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL HORMIGÓN



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

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



### GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANUCO - PERU - 2019
SOLICITA :	BACH. BARTOLOME TARAZONA, EDITH YASDALY
CANTERA :	RIO HUALLAGA CONCHAMARCA
ING. RESPONSABLE	FECHA
	JULIO DE 2019

DATOS DE LA MUESTRA	
CALCATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

### AGREGADO GRUESO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca ( En Aire ) (gr)	620.2			
B	Peso Mat. Sat. Sup. Seca ( En Agua ) (gr)	344			
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	276.2			
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C ) (gr)	620.3			
E	Vol. de masa = C - ( A - D ) (gr)	276.3			PROMEDIO
	Po bulk ( Base seca ) = D/C	2.246			2.246
	Po bulk ( Base saturada ) = A/C	2.245			2.245
	Po aparente ( Base Seca ) = D/E	2.245			2.245
	% de absorción = (A - D) / D * 100	-0.02			-0.015

Observaciones:



Eng. Augusto Saavedra C.  
ING. CIVIL Y ESPECIALIDAD DE SUELOS Y PAVIMENTO



Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
DIP N° 169667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huanuco  
Celular : 962967000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_nirj@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR



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

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



**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**  
(NORMA AASHTO T-84, T-85)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS	
PROYECTO :	COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANUCO - PERU - 2019
SOLICITA :	BACH. BAROLOME TARAZONA, EDITH YASDALY
CANTERA :	RIO HUALLAGA CONCHAMARCA
FECHA :	JULIO DE 2019

DATOS DE LA MUESTRA	
CALIGATA :	
MUESTRA :	
PROF. (m) :	

AGREGADO FINO					
A	Peso muestra seca al horno (gr)	75			
B	Peso frasco lleno con agua (g)	342.2			
C	Peso frasco con muestra y agua (gr)	369.3			
D	Peso material saturado superficie seca (gr)	78.5			
E	Vol. De solidos + Vol. De vacios (B+D-C)	31.4			
F	Vol. de solidos (B+A-C)	27.9			PROMEDIO
	Pe bulk ( Base seca ) = A/E	2.389			2.389
	Pe bulk ( Base saturada ) = D/E	2.500			2.500
	Pe Aparente = A/F	2.688			2.688
	% de absorcion = ((D-A) / A * 100)	5			4.667

Observaciones:



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. ADMINISTRATIVO EN MATERIA DE CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Roder Cajalico Jaramillo  
C.P.N. 169967

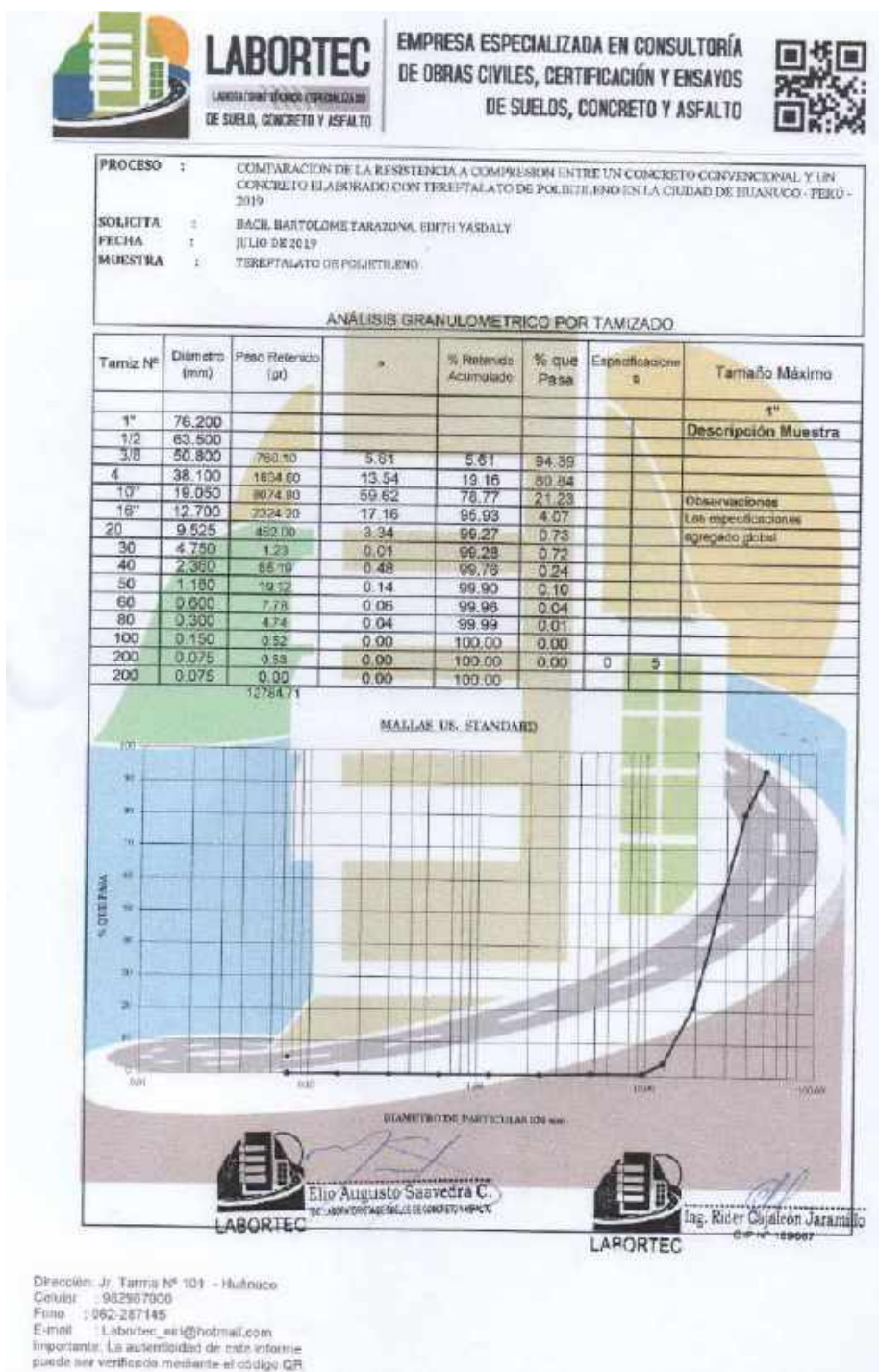
Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huanuco  
Celular : 982987000  
Fono : 062-287145  
E-mail : Labortec\_cir@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR





## ANEXO D - ENSAYOS DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO

### D1 - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO






## D2 - GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL PET

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

ENSAYO FÍSICO	Agré. Global	PET	
		f'c	slup
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	1	210	5 pul.
MÓDULO DE FINZA	-		
PESO UNITARIO, SUELTO	1756.1	445	
PESO UNITARIO, COMPACTADO	1915.0	535	
PESO ESPECÍFICO	2.56	1.39	
% DE ABSORCIÓN	0.10	0	
%HUMEDAD	1.00	45	
PESO ESPECÍFICO DEL CEMENTO	3.15		


## ANEXO E – EL DISEÑO DE LA MEZCLA DE CONCRETO

### D1 – DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO PATRON



**LABORTEC**  
LABORATORIO PERUANO  
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 PLATADO, f'c = 210kg/cm2**

**OBRA:** RECONSTRUCCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN UN CONCRETO CON ARMADURA, PARA GARANTAR EL CUMPLIMIENTO CON LOS PLANOS DE PROYECTO DE LA CALIDAD DE PLATADO - 2000 L. 3000

**MOJAZO:** 2 BANCOS DE OBRAS VARIAS, 0.80x1.00x0.10

**FECHA:** 1 JULIO DE 2016

**CANTERA:** 1 RC MALLADA COCHABAMBA

**OBJETO:** 1 DISEÑO DE MEZCLA DE MORTERO

**I- DATOS PARA EL CÁLCULO DEL DISEÑO DE MORTERO**

ENSAYO FÍSICO	A. GLOBAL	PET
Tamaño máximo nominal	1	
Módulo de finza	-	
Peso unitario, suelto	1756.1	445
Peso unitario, compactado	1915.0	535
Peso específico	2.56	1.39
% de absorción	0.10	0
% humedad	1.00	45
Peso específico del cemento	3.15	

Se indicará las propiedades de los materiales y componentes de una mezcla de concreto a ser empleado en la obra.

**1- La especificación de los datos:**  
 1.1) Resistencia a compresión en el concreto.  
 1.2) Resistencia en mortero según un diseño especificado, según 210 kg/cm2, a las 28 días.  
 1.3) La mezcla debe ser hecha con condiciones secas (S.U.M.P. sobre 2" - 4")  
 1.4) El concreto usado es de la marca Nacional tipo estructura.

**2- RESISTENCIA PROMEDIA DE DISEÑO:**

f'c = 210 =  $\frac{34}{0.85} = 210$

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA:**


agua en litros = 210

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %:**


Gravidad específica	Gravidad específica	Gravidad específica
2.5	85	2.5

**5- RELACIÓN AGUA CEMENTO:**

A/C = 0.807



**LABORTEC**  
Elio Augusto Sampedro C.  
Ingeniero Civil



**LABORTEC**  
Ing. Tiberio Cajalán Jaramilla  
C. 11/10007

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Miraflores  
 Callao - 20010100  
 Email: info@labortec.com



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

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



**6- FACTOR CEMENTO**

Fc=210

A/C=

8.37 bolsas de C.

C=

C=  Kg.

**7- ABREGADO GRUESO**

1915 X 0.8626 = 1654 Kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	356	0.11297 M <sup>3</sup>
Agua	216	0.21600 M <sup>3</sup>
Ara	2.5	0.02500 M <sup>3</sup>
Ag-Global	1654	0.84833 M <sup>3</sup>
suma de valores		1.0000 M <sup>3</sup>

**9- DISEÑO SECO**

	en Kg.
Cemento	356 Kg
Agua	216 Kg
Ag-Global	1654 Kg
suma de valores	2226 Kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Ag-Global  Kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag-Global

aporte total de agua

Agua efectiva

**12- DISEÑO HUMEDO x M3**

Cemento	356 Kg
Agua	211 Kg
Ag-Global	1690 Kg
	2257 Kg

Kg  
 Kg  
 Kg

1 piedra  
0 arena



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. EN OBRAS CIVILES Y EN CONCRETO Y ASFALTO



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 150667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : 962967000  
Fono : 062 287145  
E-mail : Labortec\_elia@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



**13- PROPORCIÓN EN PESO**

Fc210

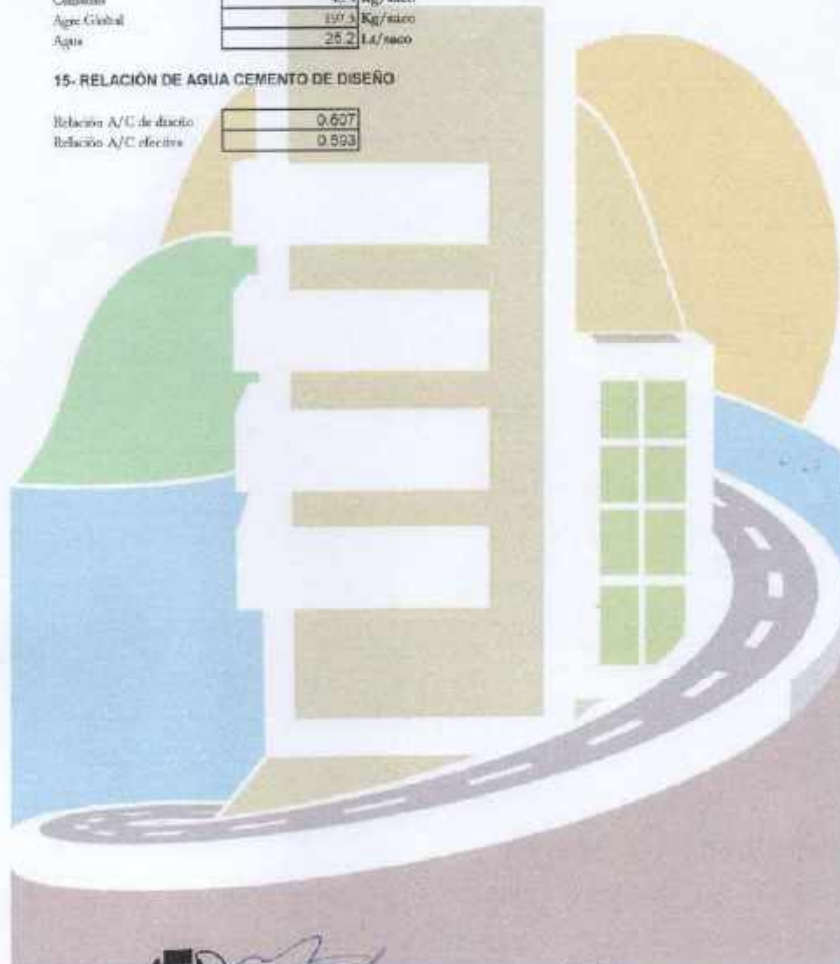
	Pie/Saco	
Cemento	1	Pie/3
Agre Global	4.6	Pie/3
Agua	25.2	Litros

**14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO**

Cemento	42.3	Kg/saco
Agre Global	197.3	Kg/saco
Agua	25.2	Litros/saco

**15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relación A/C de diseño	0.607
Relación A/C efectiva	0.593



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO




Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 160667

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : 982987000  
Fono : 052-287145  
E-mail : [Labortec\\_sir@hotmail.com](mailto:Labortec_sir@hotmail.com)  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR




## ANEXO F - DISEÑO DE MEZCLA DEL CONCRETO ADICIONANDOLE EL TEREFALATO DE POLIETILENO



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

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



**DISEÑO DE MEZCLA MODIFICADO PARA CONCRETO FLUIDO F<sup>m</sup> C=210Kg/Cm<sup>2</sup>**

**OBRA** : COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO - PERÚ - 2019

**BOLETA** : SACH, BARTOLOME TAYAZONA, EDITH TAYDALY

**FECHA** : JULIO DE 2019

**CANTERA** : RIO HUALLAGA, COCHIMBACSA

**DISEÑO** : ADICION TEREFALATO DE POLIETILENO

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

ENSAYO FÍSICO	Agre. Global	FEU
TAMAÑO MÁXIMO AGREGADO	1	
MÓDULO DE ELASTICIDAD		
ÁREA DE SUPERFICIE	37563	445
RESISTENCIA COMPRESIVA	294.6	535
RELACION AGUA CEMENTO	2.56	1.58
CONTENIDO DE AIRE	0.30	0
NECESIDAD	1.00	45
POSO SUPERFICIE 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 en compresión de diseño especificada, es de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.
- \*La mezcla deberá tener una consistencia seca ( SLUMP entre 3" - 4" )
- \*El cemento usado es de la marca Nacional tipo estructural

**2- RESISTENCIA PROMEDIO DE DISEÑO:**

$$f_{cd} = 210 \times 0.94 = 197.4$$

**3- CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA**


agua en litros =  $210 \times 0.30 = 63$  Lt

**4- CONTENIDO DE AIRE EN %**

CONTENIDO DE AIRE	CONTENIDO DE AIRE	TOTAL DE AIRE
2.5	0.0	2.5


**5- RELACION AGUA CEMENTO**

$a/c = 0.607$



**LABORTEC**

Ing. Augusto Saavedra C.  
CIP N° 169887



**LABORTEC**

Ing. Rider Cajalón Jaramillo  
CIP N° 169887

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huánuco  
 Celular : 962967900  
 Fono : 082-287145  
 E-mail : labortec\_sac@hotmail.com  
 Importante: La autenticidad de este informe



**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**

Fo210

A/C= 0.807

8.37 bolsas de C

C= A/0.807

C= 396 Kg.

**7- AGREGADO GRUESO**

1915 X 0.7299 = 1398 Kg

**8- VOLÚMENES ABSOLUTOS**

	en peso Kg.	en volumen
Cemento	396	0.11297 M <sup>3</sup>
Agua	218	0.21600 M <sup>3</sup>
Aire	2.5	0.02500 M <sup>3</sup>
Agre. Global	1398	0.54801 M <sup>3</sup>
suma de volúmenes		0.9000 M <sup>3</sup>

volumen del Pet 1 - 0.9000 M<sup>3</sup>

volumen del Pet 0.1000 M<sup>3</sup>

peso del Pet 139 Kg

**9- DISEÑO SECO**

	en Kg
Cemento	396 Kg
Agua	218 Kg
Agre. Global	1398 Kg
Pet	139 Kg
suma de volúmenes	2109 Kg

**10- CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Agre. Global	1412 Kg
Pet	203 Kg

**11- AGUA EFECTIVA**

aporte Ag. Global	-12.58
aporte de Ag. Pet	-63.16
aporte total de agua	-75.74

Agua efectiva 292

**12- DISEÑO HUMEDO x M<sup>3</sup>**

Cemento	396 Kg	12.45 Kg
Agua	292 Kg	10.21 Kg
Agre. Global	1412 Kg	40.41 Kg
Pet	203 Kg	7.00 Kg
	2262 Kg	

56.50  
0.57 piedra  
0.13 arena



Elio Augusto Saavedra C.  
ING. CIVIL



Ing. Rider Cajaleón Jaramillo  
CIP N° 169867

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : 982967000  
Fone : 082-287145  
E-mail : Labortec\_peru@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificado mediante el código QR



**LABORTEC**

LABORATORIO ESPECIALIZADO  
DE SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

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



**13- PROPORCIÓN EN PESO**

Fc210

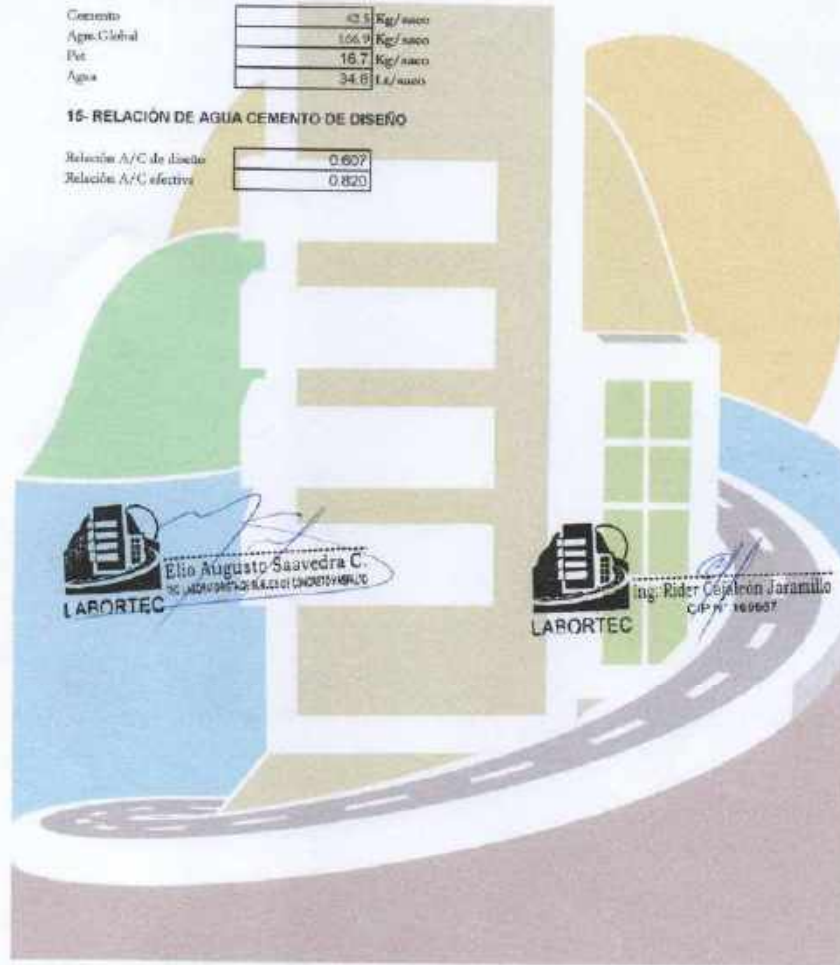
	Pie3/Saco	
Cemento	1	Pie3
Agua Global	3.5	Pie3
Per	0.4	Pie3
Agua	34.8	Lt/saco

**14- PROPORCIÓN POR TANDA DE UN SACO**

Cemento	43.5	Kg/saco
Agua Global	106.9	Kg/saco
Per	16.7	Kg/saco
Agua	34.8	Lt/saco

**15- RELACIÓN DE AGUA CEMENTO DE DISEÑO**

Relación A/C de Diseño	0.607
Relación A/C efectiva	0.820



Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancayo  
Celular : 982967000  
Fono : 052-267145  
E-mail : labortec\_ah@hotmail.com  
Importante: La autenticidad de este informe  
puede ser verificada mediante el código QR



## ANEXO G – RESULTADOS DE ENSAYOS A COMPRESION

### G1 – CONCRETO PATRON







G2 – CONCRETO T-T



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO

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



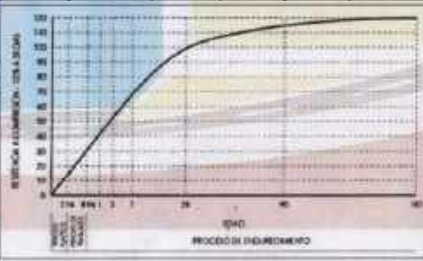
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c)  
PRESA HIDRÁULICA AGS INSTRUMENTO 31YE 2009

TÍTULO : COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREFTALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANCICO - PERÚ - 2019  
UBICACIÓN : HUANCICO - HUANCICO - HUANCICO  
FECHA : JULIO DEL 2019  
SOLICITANTE : BACH. Elio Augusto Saavedra, Elio Yussufy  
OPERADOR : TEC. ELIO SAAVEDRA CABRERA

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO	ÁREA	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (Mg)	F <sub>1</sub> (Mg/cm <sup>2</sup> )	% de F <sub>1</sub>
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	83.26	8490	47.41	22.6
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	97.87	9980	55.73	26.5
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	102.60	10401	58.68	27.7
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	113.25	11548	64.49	30.7
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	117.60	11992	66.96	31.9
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR HASTA LA N° 200	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	118.75	12109	67.62	32.2

**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
Ingeniero de Edificación

OBSERVACIONES  
Las probetas fueron traídas al laboratorio por el interesado.



**LABORTEC**  
Ing. Róder Capatzen Jaramilla  
C.I.E. 100002

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - Huancico  
Celular: 982634023  
Celular: 982687060  
Fono: 052-387145  
E-mail: Labortec\_erp@hotmail.com



G3 – CONCRETO T-10



**LABORTEC**  
LABORATORIO TÉCNICO ESPECIALIZADO

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



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F<sub>c</sub>)

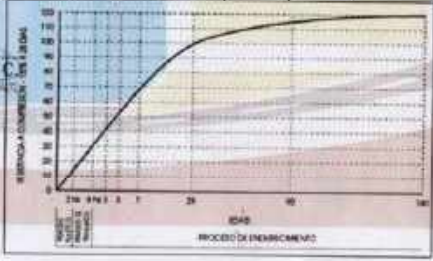
PRESA HIDRÁULICA A.S.A INSTRUMEN STYLE 2009

TITULO : COMPARACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL, Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREPALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANCICO - PERU - 2019  
UBICACIÓN : HUANCICO - HUANCICO - HUANCICO  
FECHA : JULIO DEL 2019  
SOLICITANTE : BACH. Rutiliano Taranza, 5098 Ycañay  
OPERADOR : TEC. ELIO SAAVEDRA CARRERA

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIAMETRO	ÁREA CM2	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F <sub>c</sub> (KG/CM2)	% de F <sub>c</sub>
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	114.23	11648	65.04	31.0
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	113.03	11730	65.50	31.2
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	116.85	11915	66.54	31.7
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	117.09	11940	66.67	31.7
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	118.79	12113	67.64	32.2
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMIZ Nº 19	21.06/19	19.07/19	28	15.1	179.08	210	119.34	12189	68.07	32.4

**LABORTEC**  
Elio Augusto Saavedra C.  
Ingeniero de Edificación y Construcción

OBSERVACIONES  
Las probetas fueron hechas en laboratorio con el instrumental.



**LABORTEC**  
Ing. Rider Cajaleon Jaramillo  
CIP N° 169607

Dirección: Jr. Tarma Nº 101 - Huancayo  
Celular: 982604823  
Celular: 982987000  
Fax: 062-257145  
E-mail: labortec\_eri@hotmail.com



## G4 – CONCRETO T-16



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



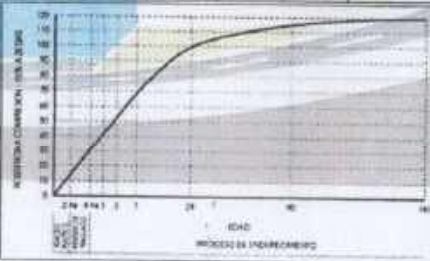
### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (F'c) PRESA HIDRAULICA ARA INTRUMENTEVE 2003

TÍTULO: COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN ENTRE UN CONCRETO CONVENCIONAL Y UN CONCRETO ELABORADO CON TEREFALATO DE POLIETILENO EN LA CIUDAD DE HUANOBO - PERÚ - 2019  
UBICACIÓN: HUANOBO - HUANOBO - HUANOBO  
RECTOR: JULIO DEL ROS  
SOLICITANTE: IACH - Instituto Tecnológico de la Universidad Agraria del Perú  
OPERADOR: ING. ELIO SALVEDRA GARCERA

ESTRUCTURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIAMETRO	ÁREA Cm <sup>2</sup>	RESISTENCIA DE DISEÑO	RESISTENCIA TOTAL (KN)	RESISTENCIA TOTAL (KG)	F'c (KG/CM <sup>2</sup> )	% de F'c
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	123.87	12631	70.53	33.6
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	128.99	13153	73.45	35.0
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	129.69	13224	73.85	35.2
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	135.87	13855	77.37	36.8
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	139.09	14275	79.71	38.0
CON PET QUE SE RETIENE EN EL TAMBOR N° 16	21/06/19	19/07/19	28	15.1	179.08	210	140.79	14356	80.17	38.2

**LABORTEC**  
**Elío Augusto Salvedra C.**  
ING. AGROPASTORAL Y RIEGOS  
**LABORTEC**

OBSERVACIONES:  
Las probetas fueron curadas en laboratorio por el operador.



**LABORTEC**  
**Ing. Elio Augusto Salvedra C.**  
CIEN 1996P

Dirección: Jr. Tarma N° 101 - HuanoBO  
Celular: 962987000  
Fono: 062-287145  
E-mail: [labortec\\_ara@hotmail.com](mailto:labortec_ara@hotmail.com)  
Importante: La autenticidad de este informe puede ser verificada mediante el código QR.



# ANEXO H - CALIBRACION

## METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición (Inclusiva) y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 080 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	190091	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	LABORTEC E.I.R.L.	
3. Dirección	Jr. Tarma N° 101, Huanuco - Huanuco - HUANUCO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Descripción del Instrumento	PRENSA DE CONCRETO 2000 kN A&A INSTRUMENTS STYE-2000	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicador	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Modelo	MC	
Modo de uso	LM-02	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0.01 / 0,1 kN (*)	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	
5. Fecha de Calibración	2019-03-07	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-03-08

JUAN C. QUISPE MORALES



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá 82a Fl. Lote 28 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 430 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 430 282  
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calibr@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com



# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industrial y de Laboratorio

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

#### MT - LF - 080 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerzas

Página 2 de 3

#### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1. Máquinas de ensayo de tracción y compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

#### 7. Lugar de calibración

Laboratorio de SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
Calle Las Palmas N° s/n Mz. B-04 Urb. Cayhuayna Baja - HUANUCO

#### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,7 °C	22,6 °C
Humedad Relativa	55 % HR	54 % HR

#### 9. Patrón de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Calibración de las pesas calibradas en el Laboratorio de Metrología de la Universidad de Maryland - USA	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-030-19A

#### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta adhesiva con la indicación CALIBRADO
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permaneció estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (\*) La resolución del indicador es 0,01 kN para lecturas menores a 1000 kN y 0,1 kN para lecturas fuera de este rango



Metrología & Técnicas S.A.C.  
Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú  
Telf.: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 971 439 282  
RPC: 940037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com  
ventas@metrologiatecnicas.com  
calidad@metrologiatecnicas.com  
WEB: www.metrologiatecnicas.com



# METROTEC

## METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerzas

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LF - 080 - 2019

Página 3 de 3

#### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia				
	$F_1$ (kN)	$F_2$ (kN)	$F_3$ (kN)	$F_4$ (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
100	99,9	100,0	99,9		100,0
200	199,8	199,7	199,6		199,7
300	299,4	299,2	299,3		299,3
400	399,2	399,1	399,1		399,2
500	498,8	499,7	498,8		498,8
600	598,8	598,7	598,8		598,7
700	699,0	699,0	699,2		699,1
800	799,3	799,5	799,8		799,5
900	899,6	899,6	899,8		899,7
1000	1000,2	1000,1	1000,2		1000,2
Retorno a Cero	0,0	0,0	0,0		

Indicación	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud g (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100	0,02	0,10	---	0,01	0,21
200	0,13	0,10	---	0,01	0,21
300	0,22	0,07	---	0,00	0,21
400	0,21	0,02	---	0,00	0,21
500	0,25	0,02	---	0,00	0,21
600	0,21	0,02	---	0,00	0,21
700	0,13	0,03	---	0,00	0,21
800	0,07	0,04	---	0,00	0,21
900	0,03	0,02	---	0,00	0,21
1000	-0,02	0,01	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (%)	0,00 %
-----------------------------------	--------



#### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz F1 Lote 24 - Urb. San Diego - Lima - Perú

Tel.: (511) 540-0642

Cel.: (811) 971 439 272 / 997 846 766 / 942 635 342 / 571 439 282

RPC: 949037490

email: metrologia@metrologiatecnicas.com

ventas@metrologiatecnicas.com

calidad@metrologiatecnicas.com

WEB: www.metrologiatecnicas.com



## **ANEXO I – COSTOS DE LOS MATERIALES A UTILIZAR POR M3**

### **11 – COSTO DE MATERIAL DEL CONCRETO CONVENCIONAL**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio Total</b>
Hormigon	kg	1690	S/ 0.030	S/ 50.70
Cemento	kg	356	S/ 0.580	S/ 206.48
Agua	lt	211	S/ 0.001	S/ 0.15
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/ 257.33</b>

### **12 – COSTO DE MATERIAL DEL CONCRETO AÑADIENDO EL PET**

<b>Material</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unit</b>	<b>Precio Total</b>
Hormigón	kg	1412	S/ 0.030	S/ 42.36
Cemento	kg	356	S/ 0.580	S/ 206.48
Agua	lt	292	S/ 0.001	S/ 0.20
PET triturado	kg	203	S/ 4.50	S/ 913.50
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>S/ 1,162.54</b>

**PANEL FOTOGRAFICO**

**ANALISIS DEL HORMIGON**



**FOTOGRAFIA 01.** Cuarteo de hormigón



**FOTOGRAFIA 02.** Tamizado el hormigón



**FOTOGRAFIA 03.** Pesado del hormigón ya tamizado



**FOTOGRAFIA 04.** Calculando el peso unitario



**FOTOGRAFIA 05.** Se remojo el hormigón por 12 horas para calcular el peso específico



**FOTOGRAFIA 06.** Se procedió a secar la muestra saturada grueso





**FOTOGRAFIA 07.** Después que se saturó el agregado se procedió a secar superficialmente



**FOTOGRAFIA 08.** Realizamos la prueba del cono, hasta encontrar la humedad óptima



**FOTOGRAFIA 09.** La prueba del cono se realizó en 3 capas cada una con 25 golpes



**FOTOGRAFIA 10.** Se nivela la parte superior del agregado con el cono



**FOTOGRAFIA 11.** Se repite tantas veces hasta llegar que se desmorona superficialmente el cono



**FOTOGRAFIA 12.** Una vez que obtuvimos que el agregado tenga la superficie seca lo pesamos y lo secamos en el horno (peso específico y absorción)

## ANALISIS DEL TEREFTALATO DE POLIETILENO



**FOTOGRAFIA 13.** Se tamizo el PET para obtener lo que se retienen en las mallas n° 10 y 16



**FOTOGRAFIA 14.** Después del tamizado se procedió a pesar lo que se retienen en las diferentes mallas



**FOTOGRAFIA 15.** El PET con lo que se trabajara



**FOTOGRAFIA 16.** Se realizó el análisis de absorción, se pesó el PET



**FOTOGRAFIA 17.** Pesamos el agua y la fiola



**FOTOGRAFIA 18.** Se hecho el PET pesado en la fiola con agua



**FOTOGRAFIA 19.** Se observa que el PET absorbe agua



**FOTOGRAFIA 20.** Estamos eliminando el aire dentro de la fiola



**FOTOGRAFIA 21.** Peso de la fiola, PET y el agua



**FOTOGRAFIA 22.** Se eliminó el agua



**FOTOGRAFIA 23.** Una vez que se eliminó el agua se procedió a secar



**FOTOGRAFIA 24.** Se secó el Pet con el sol



**FOTOGRAFIA 25.** Peso unitario suelto del Pet



**FOTOGRAFIA 26.** Peso unitario compactado del Pet



**FOTOGRAFIA 27.** se pesó cada vez que se llenamos



**FOTOGRAFIA 28.** Se tomaron las mediada del recipiente para calcular el volumen

## ELABORACION DEL CONCRETO



**FOTOGRAFIA 29.** Los materiales y probetas a utilizar



**FOTOGRAFIA 30.** Proceso de elaboración del concreto



**FOTOGRAFIA 31.** Prueba del slump



**FOTOGRAFIA 32.** Vista del concreto con el pet ( el Pet requiere más agua)



**FOTOGRAFIA 33.** Chuseo del concreto en las probetas



**FOTOGRAFIA 34.** Se observa que el pet libera agua más rápido



**FOTOGRAFIA 35.** Nivelamos



**FOTOGRAFIA 36.** Desencoframos al día siguiente



**FOTOGRAFIA 37.** Concreto con PET que se retiene desde la malla n° 3/8"



**FOTOGRAFIA 38.** Concreto con PET que se retiene en la malla n° 10



**FOTOGRAFIA 39.** Concreto con PET que se retiene en la malla n° 16



**FOTOGRAFIA 40.** Concreto sin PET

## **CURADO DE LAS PROBETAS**



## ROTURAS DE LAS PROBETAS



**FOTOGRAFIA 01.** Las probetas para la rotura a compresión



**FOTOGRAFIA 01.** tomamos las medidas y pesos de las probetas



**FOTOGRAFIA 01.** El tipo de falla es columna y cono



**FOTOGRAFIA 01.** El tipo de falla es columna



**FOTOGRAFIA 01.** Probetas rotas a compresión



**FOTOGRAFIA 01.** Se observa que el concreto tenía mucho PET