



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURALES CON LA SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS POR AGREGADOS PET EN PORCENTAJES DE 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Y 30% CURADOS POR INMERSIÓN Y COMPARADOS CON UN BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN”

Presentado por los bachilleres:

Tueros Rojas Reynaldo

Lopez Jara Adriana Gasdaly

Para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor: Ing. Heiner Soto Florez

CUSCO-PERU-2016



DEDICATORIA

A Dios, por su amor incondicional, por su infinita gracia y misericordia; por haberse fijado en mí en el tiempo perfecto para sus planes sobre mi vida.

A mis padres Renato y Maritza por ser instrumento de la palabra, por su entrega, su inagotable amor, su apoyo incondicional, por los valores que me han inculcado y sobre todo por ser un excelente ejemplo de vida a seguir.

A Roberto y Mateo, por ser mi razón de vida, mi impulso, mi bendición y mi motivación a superarme cada día.

A mi familia por ser una pieza sustancial de mi crecimiento, a mis hermanos por representar la unidad familiar y su constante apoyo y sobre todo a mi abuela Chelita porque en ella no existe la negación para cualquier ser humano que requiere su auxilio.

A mis docentes por haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

A mis amigos y a todas las personas que fueron y son parte de mis días, que compartieron mis logros y caídas.

ADRIANA G. LOPEZ JARA



DEDICATORIA

A Dios.

Por darme la oportunidad de vivir, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos y por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente.

A mi madre Claudia Rojas

Por darme la vida, creer en mí, por su inagotable apoyo en todo momento, por inculcarme valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien y sobre todo por ese amor inigualable de madre.

A mi padre Lucio Tueros.

Por el ejemplo de perseverancia que lo caracteriza y que me ha inculcado siempre, y sobre todo por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanas y familiares.

A mi hermana Ruth por ser el ejemplo de una hermana mayor, a Zaida y Yolanda y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

A mis docentes y amigos.

Finalmente a los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y que me ayudaron con las dudas presentadas y a todas aquellas personas que me apoyaron en la realización de esta tesis

¡Gracias a ustedes!

REYNALDO TUEROS ROJAS



AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por su infinito amor, por su ser nuestra fortaleza en momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad.

Con inmensa gratitud a nuestro asesor, ingeniero **HEINER SOTO FLOREZ**, por su disposición, colaboración, recomendaciones y enseñanzas para el desarrollo de esta investigación.

A los ingenieros Edson Salas Fortón y Jorge Alvarez Espinoza por su visión crítica, sus aportes acertados, su paciencia y sus conocimientos

A los docentes de nuestra facultad que con acendrado cariño y cual hábiles edificadores han moldeado nuestras vidas profesionales, preparándonos para este gran reto de mejorar y cambiar la sociedad, trabajando y luchando por la justicia y la solidaridad.

A nuestra alma mater nuestra **UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**, que cual madre amorosa nos ha acogido en sus aulas durante los años de nuestra formación profesional; creemos estar preparados por ellos para este gran cambio que ansiamos los jóvenes profesionales, en un clima de concertación, diálogo y propuestas asumiendo la responsabilidad de construir el futuro de nuestro país.

Nuestra gratitud también a nuestros padres que han hecho posible llegar a la cima de nuestras aspiraciones, acompañándonos en los momentos penosos como también celebrando nuestros logros y aciertos, animándonos a seguir adelante con amor, paciencia y dedicación.

A todas aquellas personas que nos ayudaron a construir esta meta, a nuestras familias y amigos por toda su colaboración y respaldo.



RESUMEN

Se realizó esta investigación utilizando una metodología cuasi-experimental, que consistió en la elaboración de bloques de concreto no estructurales de 30cm.x20cm.x12cm. los cuales fueron elaborados sustituyendo los agregados pétreos por botellas de plástico de tereftalato de polipropileno (PET) picadas en un molino mecánico; estas sustituciones fueron en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.

Durante el proceso de elaboración de los bloques de concreto se consideró una dosificación en volumen de 1:5:2 (cemento: agregado fino: agregado grueso), producidos en una fábrica artesanal utilizando moldes metálicos instalados sobre una mesa vibradora y curados por inmersión.

Los bloques de concreto fueron sometidos a ensayos físico-mecánicos como son resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variación dimensional, para compararlos frente a las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón y frente a las exigencias mínimas de las normas técnicas peruanas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el capítulo IV se demostró que al sustituir en un 5%, 10% y 15% el agregado pétreo por agregado PET, se obtuvo una mayor resistencia a la compresión con respecto al bloque patrón, por el contrario cuando se sustituyó en un 20%, 25% y 30% el agregado pétreo por agregado PET, la resistencia a la compresión disminuyó en referencia al bloque patrón; a cerca de la norma técnica peruana E.070, todos los bloques sustituidos se encontraron dentro de los parámetros. En los ensayos de absorción y alabeo se obtuvo resultados que se encuentran por debajo de lo establecido en la norma mencionada; la variación dimensional de los bloques cumplieron con los mínimos exigidos excepto en altura.



ABSTRACT

This research has been made using a semi experimental methodology, this methodology consist in the elaboration of non-structural concrete blocks with measures 30cm.x20cm.x12cm. This blocks where made by replacing the stone aggregates with terephthalate of polypropylene plastic bottles (PET) chopped in a mechanical mill. These substitutions where made in percentages of 5%, 10%, 15%, 20%, 25% and 30%.

During the concrete blocks elaboration process it was considered a dosage volume of 1:5:2 (concrete: fine aggregate: Thick aggregate) elaborated in a craft factory using metallic models installed on a shaker table and cured by immersion.

The concrete blocks where subjected to a physical – mechanical tests like compression resistant, absorption, warp and dimensional variation to compare them against the physical – mechanical properties of a pattern block and the minimum norm requirements for Peruvian techniques.

According the obtained results, in Chapter IV it was show that by replacing in 5%, 10% and 15% the stone aggregates by PET aggregate, it was obtained a greater compression resistance in comparison with the pattern block. About the Peruvian technical norm E.070, All the substituted blocks where inside the parameters. In the absorption and warp tests results below the establish norm where obtained. The blocks dimensional variation accomplish the minimum required, except the height.



INTRODUCCIÓN

Existen muchas construcciones con tabiquería de bloque de concreto, los cuales no cumple con los requisitos mínimos para ser considerados como bloques no portantes, por esto se pretende mejorar el concreto para la elaboración de la unidad de albañilería, dentro del mejoramiento de la resistencia del bloque de concreto se tiene como alternativa la sustitución del agregado PET reciclado y picado. Existen antecedentes que confirman que la sustitución incrementa la resistencia a la compresión del concreto.

En el Perú se genera más de 37 mil toneladas de basura. En el Cusco se estima 451 toneladas diarias de basura dispuesta, de todos estos residuos el 3.27% se clasifican como botellas de plástico (PET).

Es por todo ello que esta investigación está orientada a proponer unidades constructivas que cumplan con la normatividad vigente y al mismo tiempo investigar la viabilidad de proponer un nuevo material (PET) como sustitución de agregados pétreos, en este caso en un bloque de concreto para así plantear en un futuro el reemplazo total o parcial de este material. En la investigación se realizó la sustitución del 5% al 30% en intervalos de 5%; este procedimiento se llevó a cabo en una fábrica artesanal.

La investigación contempla el uso de las Normas Técnicas Peruanas que hace mención explícitamente a los bloques de concreto para usos no estructurales que norma los ensayos de resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variación dimensional.

Se demostró que la sustitución entre el 5%, 10% y 15% contribuye favorablemente a la resistencia a compresión con respecto a un bloque patrón y para mayores porcentajes disminuye; a pesar de esto en todos los casos supera ampliamente al parámetro mínimo de resistencia que indica la norma técnica E.070.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
INTRODUCCIÓN	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Identificación del Problema.....	1
1.1.1. Descripción del problema.....	1
1.1.2. Formulación interrogativa del problema.....	1
1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general	1
1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.....	2
1.2. Justificación e Importancia del Problema	3
1.2.1. Justificación técnica.....	3
1.2.2. Justificación social	3
1.2.3. Justificación por viabilidad.....	4
1.2.4. Justificación por relevancia	5
1.3. Limitaciones de la Investigación.....	5
1.3.1. Limitaciones geográficas.....	5
1.3.2. Limitaciones de diseño	5
1.4. Objetivo de la investigación	6
1.4.1. Objetivo General	6
1.4.2. Objetivos Específicos	6
1.5. Hipótesis.....	7
1.5.1. Hipótesis general	7
1.5.2. Sub-hipótesis.....	7
1.6. Definición de Variables.....	9
1.6.1. Variable Independientes.....	9



1.6.2. Variables Dependientes 9

Resistencia a la compresión 9

CAPÍTULO II..... 12

MARCO TEÓRICO 12

2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual..... 12

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional 12

2.1.1.1. Tesis a nivel nacional N° 01 12

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional..... 19

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes 24

2.2.1. Plásticos..... 24

2.2.1.1. Tereftalato de Polietileno (PET)..... 25

2.2.1.2. Agregado PET 26

2.2.1.3. Propiedades del PET 26

2.2.1.4. Aplicaciones del PET (Hoechst, 1997)..... 27

2.2.2. Bloques de concreto 27

2.2.3. Clasificación de Bloques de concreto 28

2.2.3.1. Bloques de concreto P..... 29

2.2.3.2. Bloques de concreto NP 29

2.2.4. Usos de los bloques de concreto NP 29

2.2.4.1. Albañilería No Reforzada 29

2.2.5. Composición de los bloques de concreto 29

2.2.5.1. Cemento Portland Tipo IP 29

2.2.5.1.1. Propiedades del cemento 31

2.2.5.2. Agregados..... 34

2.2.5.2.1. Clasificación de los Agregados 34

2.2.5.2.2. Propiedades físicas de los agregados..... 39

2.2.5.3. Agua 43

2.2.6. Propiedades del bloque de concreto..... 45

2.2.6.1. Propiedades Mecánicas del bloque de concreto..... 45

2.2.6.1.1. Resistencia a la compresión del bloque de concreto ($f'c$)..... 45

2.2.6.2. Propiedades Físicas del bloque de concreto 46

2.2.6.1.1. Absorción 46



2.2.6.1.2. Alabeo 46

2.2.7. Normas Técnicas Peruanas para ensayos de bloques de concreto 46

2.2.8. Ensayos de los componentes de los bloques de concreto 47

2.2.8.1. Ensayo para los Agregados 47

2.2.8.1.1. Equipos y aparatos..... 47

2.2.8.1.2. Procedimiento 49

2.2.8.1.3. Cálculo..... 51

2.2.9. Elaboración de los bloques de concreto 52

2.2.9.1. Dosificación..... 52

2.2.9.2. Mezclado..... 52

2.2.9.3. Moldeado 52

2.2.9.4. Fraguado..... 53

2.2.9.5. Curado..... 53

2.2.9.6. Secado 53

2.2.9.7. Equipos 54

2.2.10. Ensayos de calidad de los bloques de concreto 55

2.2.10.1. Ensayo de resistencia a compresión del bloque de concreto 55

2.2.10.1.1. Equipos y aparatos..... 55

2.2.10.1.2. Procedimiento 56

2.2.10.1.3. Cálculo..... 57

2.2.10.2. Ensayo de Alabeo 58

2.2.10.2.1. Equipos y aparatos..... 58

2.2.10.2.2. Procedimiento 59

2.2.10.3. Ensayo de Absorción 59

2.2.10.3.1. Equipos y aparatos..... 59

2.2.10.3.2. Procedimiento 60

2.2.10.3.3. Cálculo..... 60

2.2.10.4. Ensayo de variación dimensional 61

2.2.10.4.1. Equipos y aparatos..... 61

2.2.10.4.2. Procedimiento 61

2.2.10.4.3. Cálculo..... 61

CAPÍTULO III..... 62



METODOLOGÍA	62
3.1. Metodología de la Investigación	62
3.1.1 Tipo de investigación	62
3.1.2. Nivel de la investigación.....	62
3.1.3. Método de investigación	63
3.2. Diseño de la Investigación	63
3.2.1. Diseño metodológico	63
3.2.2. Diseño de Ingeniería	63
3.3.1. Población	65
3.3.1.1. Descripción de la población	65
3.3.1.2. Cuantificación de la población	65
3.3.2. Muestra	66
3.3.2.1. Descripción de la muestra.....	66
3.3.2.2. Cuantificación de la muestra	66
3.3.2.3. Método de muestreo	67
3.3.3. Criterios de evaluación de muestra	67
3.3.4. Criterios de inclusión.....	69
3.4. Instrumentos.....	70
3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección.....	70
3.4.1.1. Ensayo de Granulometría Agregados Pétreos	70
3.4.1.2. Ensayo de Granulometría Agregados PET.....	71
3.4.1.3. Ensayo de Resistencia a la compresión	71
3.4.1.4. Ensayo de Alabeo	72
3.4.1.5. Ensayo de Absorción	72
3.4.1.6. Ensayo de Variación dimensional.....	73
3.4.2. Instrumentos de ingeniería.....	74
3.5.1.2. Procedimiento.....	75
3.5.1.3. Toma de datos.....	77
3.5.2. Granulometría de Agregados Gruesos	81
3.5.2.1. Materiales.....	81
3.5.2.2. Procedimiento.....	81
3.5.2.3. Toma de datos.....	83



- 3.5.3. Granulometría de Agregados PET 85
 - 3.5.3.1. Materiales..... 85
 - 3.5.3.2. Procedimiento..... 85
 - 3.5.3.3. Toma de datos..... 86
- 3.5.4. Proceso de fabricación de los bloques de concreto 89
- 3.5.1. Materiales 89
- 3.5.2. Procedimiento..... 89
- 3.5.5. Resistencia a compresión de los bloques de concreto..... 94
 - 3.5.5.1. Materiales..... 94
 - 3.5.5.2. Procedimiento..... 94
 - 3.5.5.3. Toma de datos..... 95
- 3.5.6. Absorción de los bloques de concreto 99
 - 3.5.6.1. Materiales..... 99
 - 3.5.6.2. Procedimiento..... 99
 - 3.5.6.3. Toma de datos..... 100
- 3.5.7. Alabeo de los bloques de concreto 104
 - 3.5.7.1. Materiales..... 104
 - 3.5.7.2. Procedimiento..... 104
 - 3.5.7.3. Toma de datos..... 105
- 3.5.8. Variación Dimensional de los bloques de concreto 109
 - 3.5.8.1. Materiales..... 109
 - 3.5.8.2. Procedimiento..... 109
 - 3.5.8.3. Toma de datos..... 111
- 3.6. Procesamiento de Análisis de datos 118
 - 3.6.1. Granulometría de Agregados Finos (70% Arena Fina y 30% Confitillo) 118
 - 3.6.2. Granulometría de Agregados Gruesos 119
 - 3.6.3. Granulometría de Agregados PET 119
 - 3.6.4. Resistencia a compresión de los bloques de concreto..... 120
 - 3.6.5. Absorción de los bloques de concreto 129
 - 3.6.6. Alabeo de los bloques de concreto 132
 - 3.6.7. Variación Dimensional de los bloques de concreto 135
- CAPITULO IV 142**



RESULTADOS	142
4.1. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA	142
4.2. RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	147
4.3. RESULTADOS DE ABSORCIÓN.....	157
4.4. RESULTADOS DE ALABEO	158
4.5. RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL	159
CAPÍTULO V	162
DISCUSIÓN	162
GLOSARIO	164
CONCLUSIONES	167
RECOMENDACIONES	170
ANEXOS.....	174



ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	11
TABLA 2: PROPIEDADES DEL PET.....	26
TABLA 3: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES.....	28
TABLA 4: TIPOS DE CEMENTO SEGÚN NTP	30
TABLA 5: TIPOS DE CEMENTO SEGÚN ASTM.....	30
TABLA 6: CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN SU MASA UNITARIA.....	35
TABLA 7: CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN EL TAMAÑO DE SUS PARTÍCULAS.	37
TABLA 8: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO SEGÚN SU FORMA.	38
TABLA 9: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO SEGÚN SU TEXTURA SUPERFICIAL	39
TABLA 10: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.....	40
TABLA 11: CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO DE ACUERDO CON EL VALOR DEL MÓDULO DE FINURA	41
TABLA 12: CONCENTRACIÓN MÁXIMA EN EL AGUA DE MEZCLA COMBINADA	44
TABLA 13: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS PARA ENSAYOS A REALIZAR	46
TABLA 14: CANTIDAD MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGREGADO GRUESO O GLOBAL.....	50
TABLA 15: PORCENTAJES MÁXIMOS Y MÍNIMOS.....	51
TABLA 16: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, ALABEO Y VARIACIÓN DIMENSIONAL	67
TABLA 17: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN...	68
TABLA 18: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN.....	68
TABLA 19: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ALABEO	69
TABLA 20: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL.....	69
TABLA 21: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS PÉTREOS	70
TABLA 22: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS PET.....	71



TABLA 23: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 71

TABLA 24: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO..... 72

TABLA 25: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN..... 72

TABLA 26: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE CADA MUESTRA..... 73

TABLA 27: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TODAS LAS MUESTRAS..... 74

TABLA 28: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 1 ... 78

TABLA 29: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 2 ... 78

TABLA 30: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 3... 79

TABLA 31: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 1..... 79

TABLA 32: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 2..... 80

TABLA 33: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 3..... 80

TABLA 34: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 1 83

TABLA 35: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 2 84

TABLA 36: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 3 84

TABLA 37: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 1- TAMIZADO 1 87

TABLA 38: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 1-TAMIZADO 2 87

TABLA 39: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 2- TAMIZADO 1 88

TABLA 40: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 2-TAMIZADO 2 88

TABLA 41: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE PATRÓN..... 96

TABLA 42: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 5%..... 96

TABLA 43: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 10%..... 96



TABLA 44: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 15%..... 97

TABLA 45: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 20%..... 97

TABLA 46: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 25%..... 98

TABLA 47: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 30%..... 98

TABLA 48: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE PATRÓN..... 101

TABLA 49: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 5%..... 101

TABLA 50: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 10%..... 101

TABLA 51: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 15%..... 102

TABLA 52: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 20%..... 102

TABLA 53: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 25%..... 103

TABLA 54: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 30%..... 104

TABLA 55: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE PATRÓN 106

TABLA 56: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 5%..... 106

TABLA 57: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 10%..... 107

TABLA 58: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 15%..... 107

TABLA 59: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 20%..... 108

TABLA 60: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 25%..... 108

TABLA 61: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 30%..... 109

TABLA 62: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE PATRÓN..... 111

TABLA 63: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 5%..... 112

TABLA 64: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 10%..... 113

TABLA 65: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 15%..... 114



TABLA 66: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 20% 115

TABLA 67: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 25% 116

TABLA 68: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 30% 117

TABLA 69: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE ARENA FINA 118

TABLA 70: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE CONFITILLO..... 118

TABLA 71: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE AGREGADO GRUESO 119

TABLA 72: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DEL AGREGADO PET..... 120

TABLA 73: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 120

TABLA 74: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 121

TABLA 75: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 121

TABLA 76: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 122

TABLA 77: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 122

TABLA 78: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 122

TABLA 79: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 123

TABLA 80: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 123

TABLA 81: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 124

TABLA 82: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 124



TABLA 83: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 125

TABLA 84: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 125

TABLA 85: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 126

TABLA 86: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 126

TABLA 87: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 126

TABLA 88: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 127

TABLA 89: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 127

TABLA 90: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 128

TABLA 91: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA..... 128

TABLA 92: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA 129

TABLA 93: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA 129

TABLA 94: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE PATRÓN..... 130

TABLA 95: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 5%..... 130

TABLA 96: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 10%..... 130

TABLA 97: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 15%..... 131

TABLA 98: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 20%..... 131

TABLA 99: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 25%..... 131



TABLA 100: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 30%..... 132

TABLA 101: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE PATRÓN..... 132

TABLA 102: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 5%..... 133

TABLA 103: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 10%..... 133

TABLA 104: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 15%..... 133

TABLA 105: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 20%..... 134

TABLA 106: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 25%..... 134

TABLA 107: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 30%..... 134

TABLA 108: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE PATRÓN 135

TABLA 109: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 5%..... 136

TABLA 110: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 10%..... 137

TABLA 111: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 15%..... 138

TABLA 112: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 20%..... 139

TABLA 113: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 25%..... 140

TABLA 114: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 30%..... 141

TABLA 115: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA 142

TABLA 116: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO..... 143

TABLA 117: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE AGREGADO FINO..... 144



TABLA 118: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO..... 145

TABLA 119: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 146

TABLA 120: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE PATRÓN..... 147

TABLA 121: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 5% 148

TABLA 122: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 10% 149

TABLA 123: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 15% 150

TABLA 124: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 20% 151

TABLA 125: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 25% 152

TABLA 126: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 30% 153

TABLA 127: RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DE RESISTENCIA COMPRESIÓN CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN 154

TABLA 128: RESUMEN DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS.. 157

TABLA 129: ABSORCIÓN Y VARIACIÓN DE LA ABSORCIÓN CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN..... 157

TABLA 130: RESUMEN DEL ENSAYO DE ALABEO DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS..... 158

TABLA 131: RESUMEN DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS 159



ÍNDICE FIGURAS

FIGURA 1: CERCO PERIMÉTRICO EN LA CIUDAD CUSCO.....	4
FIGURA 2: FABRICACIÓN DEL PLÁSTICO.....	24
FIGURA 3: BOTELLAS DE PET.....	25
FIGURA 4: AGREGADO PET.....	26
FIGURA 5: BLOQUE DE CONCRETO.....	28
FIGURA 6: BOLSA DE CEMENTO.....	30
FIGURA 7: CURVA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS.....	32
FIGURA 8: TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO.....	33
FIGURA 9: AGREGADO FINO.....	36
FIGURA 10: AGREGADO GRUESO.....	37
FIGURA 11: CURVA GRANULOMÉTRICA.....	40
FIGURA 12: ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS.....	42
FIGURA 13: SUPERFICIE ESPECÍFICA.....	43
FIGURA 14: AGUA POTABLE.....	44
FIGURA 15: BLOQUE DE CONCRETO SOMETIDO A COMPRESIÓN.....	45
FIGURA 16: BALANZA DE PRECISIÓN.....	47
FIGURA 17: TAMICES PARA GRANULOMETRÍA.....	48
FIGURA 18: MESA VIBRADORA.....	54
FIGURA 19: MOLDE METÁLICO.....	55
FIGURA 20: VERNIER.....	58
FIGURA 21: REGLA O CUÑA DE MEDICIÓN.....	59
FIGURA 22: FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURALES CON LA SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS POR	



AGREGADOS PET EN PORCENTAJES DE 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Y 30% CURADOS POR INMERSIÓN Y COMPARADOS CON UN BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN 64

FIGURA 23: BLOQUES DE CONCRETO DE 3 ALVEOLOS..... 65

FIGURA 24: CUARTEO DE AGREGADO FINO 76

FIGURA 25: LAVADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO 76

FIGURA 26: TAMIZADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO 77

FIGURA 27: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO..... 77

FIGURA 28: CUARTEO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO... 81

FIGURA 29: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO 82

FIGURA 30: LAVADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO 82

FIGURA 31: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO..... 83

FIGURA 32: PROCESO DE MOLIENDA DEL PET 85

FIGURA 33: CUARTEO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DEL PET 86

FIGURA 34: TOMA DE DATOS DEL PESO DEL PET PARA GRANULOMETRÍA 86

FIGURA 35: PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS..... 89

FIGURA 36: PROCESO DE DOSIFICACIÓN DEL PET..... 90

FIGURA 37: PROCESO DE MEZCLADO DE LOS AGREGADOS..... 90

FIGURA 38: PROCESO DE MEZCLADO DE LOS AGREGADOS Y EL PET..... 91

FIGURA 39: PROCESO DE MOLDEADO DE LA MEZCLA 91

FIGURA 40: PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA..... 92

FIGURA 41: PROCESO DE FRAGUADO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO 92

FIGURA 42: BLOQUES SUMERGIDOS EN LOS POZOS DE AGUA 93

FIGURA 43: COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES EN LA ZONA DE SECADO 93

FIGURA 44: COLOCACIÓN DEL CAPPING DE CADA UNIDAD..... 94

FIGURA 45: PROCESO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN..... 95

FIGURA 46: TOMA DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN 95



FIGURA 47: TOMA DE DATOS DEL PESO DE LA UNIDAD 99

FIGURA 48: SUMERSIÓN DE LAS UNIDADES 100

FIGURA 49: TOMA DE DATOS DEL PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA SUMERSIÓN ... 100

FIGURA 50: NIVELACIÓN DE LAS UNIDADES 105

FIGURA 51: ENSAYO DE ALABEO 105

FIGURA 52: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - LONGITUD 110

FIGURA 53: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - ALTURA 110

FIGURA 54: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA 142

FIGURA 55: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO 143

FIGURA 56: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO..... 144

FIGURA 57: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO 145

FIGURA 58: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 146

FIGURA 59: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE PATRÓN 147

FIGURA 60: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 5 % 148

FIGURA 61: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 10 % 149

FIGURA 62: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 15 % 150

FIGURA 63: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 20 % 151

FIGURA 64: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 25 % 152

FIGURA 65: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 30 % 153

FIGURA 66: RESULTADOS COMPARATIVOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES 155

FIGURA 67: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON LAS NTP E.070 Y NTP 399.604 156



FIGURA 68: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES Y COMPARADOS CON LA NTP E.070 158

FIGURA 69: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO DE LOS BLOQUES 159

FIGURA 70: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-LARGO COMPARADOS CON LA NTP E.070 160

FIGURA 71: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-ANCHO COMPARADOS CON LA NTP E.070 160

FIGURA 72: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-ALTURA COMPARADOS CON LA NTP E.070 161

FIGURA 73: PROCESO DE SELECCIÓN DE BOTELLAS DE PET 174

FIGURA 74: PROCESO DEL PICADO DE PET 174

FIGURA 75: MOLINO MECÁNICO PARA EL PICADO DEL PET 175

FIGURA 76: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL PET 175

FIGURA 77: TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO DE ¼” 176

FIGURA 78: GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS 176

FIGURA 79: MEZCLADO DE LOS AGREGADOS DEL BLOQUE DE CONCRETO 177

FIGURA 80: MEZCLADO DEL PET CON LOS AGREGADOS 177

FIGURA 81: VIBRADO DE LA MEZCLA 178

FIGURA 82: DESMOLDE DE LAS UNIDADES 178

FIGURA 83: CURADO DE LAS UNIDADES 179

FIGURA 84: REFRENTADO DE LAS UNIDADES 179

FIGURA 85: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES 180

FIGURA 86: ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 181

FIGURA 87: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES 181

FIGURA 88: ENSAYO DE ALABEO DE LAS UNIDADES 182

FIGURA 89: DESARROLLO DE LOS ENSAYOS EN PRESENCIA DE DICTAMINANTES 182

FIGURA 90: MATRIZ DE CONSISTENCIA 183

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Identificación del Problema.

1.1.1. Descripción del problema

Uno de los principales problemas en el ámbito de la construcción es la elaboración de materiales de construcción los cuales no cumplen con los estándares mínimos requeridos por la normas técnicas peruanas, entre uno de ellos tenemos la elaboración que se da en los bloques de concreto para fines no estructurales, son elaborados artesanalmente y sin tomar las consideraciones de la norma, es por ello que se utiliza menor cantidad de agregados para poder obtener ganancias, por eso se propone la búsqueda de un material que aumente las propiedades físico-mecánicas del bloque.

La presente investigación pretende evaluar las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto con la sustitución de los agregados pétreos por agregados PET (tereftalato de polietileno), para así buscar una manera eficaz de promover el reciclaje de este material que es un altamente contaminante debido a que tiene un tiempo aproximado de degradación de 1000 años.

1.1.2. Formulación interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general

¿Cuál es el resultado de la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión, respecto a las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón?



1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos

Problema específico 1:

¿Cuál es la granulometría del agregado PET y los agregados pétreos?

Problema específico 2:

¿Cuáles serán las características físico-mecánicas del bloque patrón?

Problema específico 3:

¿En qué medida incrementa la resistencia a la compresión del bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET con respecto al bloque patrón?

Problema específico 4:

¿En qué magnitud varía la absorción de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% frente a un bloque de concreto patrón?

Problema específico 5:

¿Cuál es el porcentaje de absorción de los bloques de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET?

Problema específico 6:

¿Cómo se modifica la variación dimensional de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%?

Problema específico 7:



¿Cuál es la variación del alabeo de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%?

1.2. Justificación e Importancia del Problema

1.2.1. Justificación técnica

Los resultados de esta investigación aportarán técnicamente datos pretendiendo optimizar las propiedades físicas y mecánicas (la resistencia a compresión, variación dimensional, absorción y alabeo) de los bloques de concreto.

Se establecerá un procedimiento detallado para la elaboración de los bloques sustituidos que plantea el uso del PET reciclado pretendiendo mejorar sus propiedades y reducir los desechos reciclables.

1.2.2. Justificación social

Este estudio contribuye favorablemente a los estudiantes de ingeniería civil y a los ingenieros vinculados con el tema ya que esta información será tomada como antecedente para futuros proyectos enfocados en unidades de albañilería.

El aporte social de la investigación se enfoca en la utilización del PET reciclado ya que este es un material potencialmente contaminante a nivel mundial; el reciclar produce beneficios económicos y medioambientales por consiguiente contribuye a elevar la calidad de vida y la salud pública; también se beneficiaría ya que se podrá usar esta unidad de albañilería adecuada en muros no portantes como en cercos perimétricos, tabiquería y parapetos.

FIGURA 1: CERCO PERIMÉTRICO EN LA CIUDAD CUSCO



FUENTE: PROPIA

1.2.3. Justificación por viabilidad

El realizar la investigación propuesta es factible debido a que se cuenta con los equipos y materiales necesarios para el desarrollo de esta investigación como: mezcladora, juego de tamices, equipo de compresión, mesa vibratoria, horno, balanza, recipientes, cilindros, vernier, molino, moldes para realizar los ensayos correspondientes.

Se utilizan las Normas Técnicas Peruanas siguientes: Norma Técnica E 0.70- Albañilería, NTP 400.012- Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, NTP 339.088-1982 HORMIGÓN (concreto). Agua para morteros y hormigones de cementos portland, NTP 399.604.2012 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, NTP 399.600-2010 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para usos no estructurales. Requisitos.

Las botellas de plástico (PET) se obtienen directamente en la fábrica dedicada al reciclaje de este material, ubicado en la provincia de Urubamba.

Los ensayos se realizan en el laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco y la fabricación de los bloques de concreto no portantes con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET se realizará en una fábrica artesanal ubicada en el distrito de San Jerónimo-Cusco.



1.2.4. Justificación por relevancia

La investigación realizada justifica su importancia debido a que se tienen investigaciones desarrolladas con respecto a la reutilización del tereftalato de polietileno reciclado, pero estos estudios aún no se realizaron con la adición de agregado PET en la fabricación de bloques de concreto en nuestro medio.

1.3. Limitaciones de la Investigación

1.3.1. Limitaciones geográficas

- La investigación esta geográficamente limitada a la ciudad del Cusco, departamento del Cusco, distrito de San Sebastián, Urb. Cachimayo.
- El uso de los agregados se limita a las canteras de Vicho para el agregado grueso y el confitillo y Cunyac para la arena fina.

1.3.2. Limitaciones de diseño

- El diseño de mezcla es 1:5:2 en volumen (cemento: arena: confitillo)
- El cemento Puzolánico es de tipo IP, de la marca “Yura”.
- El uso del agua es potable.
- El material de sustitución es plástico picado de tipo PET (teftalato de polietileno).
- Molino mecánico con zaranda de ½” para el picado del PET.
- El tamaño máximo del agregado PET picado es de 3/8” clasificado con una forma irregular y una textura lisa.
- La sustitución del agregado PET por el agregado pétreo es en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% en volumen.
- La relación agua – cemento es de 1:1 en volumen y el rango de variación es de 0.8 litros.
- El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/8”.
- Los agregados se encuentran en estado seco.
- Mezcladora para el proceso de fabricación.



- Moldes metálicos de 5 unidades con dimensiones de 30cm de longitud x 20cm. De altura x 12cm. De ancho y con ½” de espesor.
- Pozos de 2m. x 1.5m. x 0.30m. para el curado de las unidades
- Las normas técnicas peruanas usadas son: NTP E0.70, NTP 399.600, NTP 399.601, NTP 399.604, NTP 400.006, NTP 400.012
- Los ensayos se realizan en el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Andina del Cusco.
- Los ensayos realizados son resistencia a la compresión, absorción, alabeo y variación dimensional.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar comparativamente las propiedades físico-mecánicas de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión, respecto a las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo Especifico 1

Determinar la granulometría de los agregados pétreos y los agregado PET.

Objetivo Especifico 2

Evaluar cuáles serán las características físico-mecánicas del bloque patrón.

Objetivo Especifico 3

Evaluar en qué medida incrementa la resistencia a la compresión del bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET con respecto al bloque patrón.



Objetivo Especifico 4

Determinar en qué magnitud varía la absorción de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% frente a un bloque de concreto patrón.

Objetivo Especifico 5

Determinar el porcentaje de absorción de los bloques de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET.

Objetivo Especifico 6

Identificar cómo se modifica la variación dimensional de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.

Objetivo Especifico 7

Establecer cuál es el alabeo de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en los bloques de concreto no estructurales logra un incremento en la resistencia a compresión y una disminución de las propiedades físicas respecto al bloque patrón.

1.5.2. Sub-hipótesis



Sub-hipótesis 1

La granulometría de los agregados pétreos cumplen con lo exigido en la norma técnica peruana en cambio los agregados PET no cumplen con la granulometría.

Sub-hipótesis 2

Las características físico-mecánicas del bloque patrón cumplen con lo indicado en la norma técnica E.070.

Sub-hipótesis 3

La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% en el bloque de concreto no estructural logran un incremento entre el 1%-5% de resistencia a la compresión mayor que el bloque patrón.

Sub-hipótesis 4

En el bloque de concreto no estructural con sustitución de agregados pétreos por agregados PET disminuye la absorción entre un 5% y 10% con respecto a un bloque patrón.

Sub-hipótesis 5

Los bloques de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumplen con lo exigido en la norma técnica E.070 respecto a la absorción.

Sub-hipótesis 6

La variación dimensional de los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumple con lo exigido en la norma técnica E.070.



Sub-hipótesis 7

El alabeo para los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET está dentro de los parámetros permitidos por la norma técnica E.070.

1.6. Definición de Variables

1.6.1. Variable Independientes

Agregado PET sustituido

- Descripción

Botellas de plástico PET recicladas y picadas en un molino mecánico de tamaño máximo de 3/8".

- Indicador

Volumen (m³)

1.6.2. Variables Dependientes

Resistencia a la compresión

- Descripción

Es la relación entra la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta.

- Indicador

Esfuerzo (MPa y kg/cm²)



Absorción

- Descripción

Es la propiedad del bloque para absorber agua hasta llegar al punto de saturación.

- Indicador

Absorción de agua (%)

Alabeo

- Descripción

Es un defecto que tiene la unidad de presentar una deformación en sus caras, se presenta como concavidad o convexidad.

- Indicador

Longitud (mm)

Variación Dimensional

- Descripción

Es la alteración de las medidas de una unidad de albañilería con respecto a las dimensiones de fabricación.

- Indicador

Variación de dimensiones (largo, ancho, altura) (%)

TABLA 1: CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	NIVEL	INDICADOR	INSTRUMENTO
VARIABLES INDEPENDIENTES				
Agregado PET sustituido	Botellas de plástico PET recicladas y picadas en un molino mecánico de tamaño máximo de 3/8".	7 días	Volúmen (m3)	Guías y manuales de observación de laboratorio
		14 días		Formatos de evaluación
		28 días		Normas Técnicas Peruanas(NTP)
				Archivos fotográficos y de video
				Fichas de recolección de datos
VARIABLES DEPENDIENTES				
Resistencia a la compresión(f'_{b})	Relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta	Propiedades mecánicas	Esfuerzo (Mpa, kg/cm ²)	Guías y manuales de observación de Laboratorio
Absorción	Propiedad del bloque para absorber agua hasta llegar hasta el punto de saturación.	Propiedades físicas	Absorción de agua (%)	Formatos de evaluación
Alabeo	Es un defecto que tiene la unidad de presentar una deformación en sus caras, se presenta como concavidad o convexidad.		Longitud (mm)	Normas (NTP)
Variación dimensional	Variación de longitudes en sus 3 ejes, horizontal, vertical y altura		Variación de dimensiones (largo, ancho, altura)(%)	Archivos fotográficos y de video
				Fichas de recolección de datos

FUENTE: PROPIA



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la tesis o investigación actual

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

2.1.1.1. Tesis a nivel nacional N° 01

Título: “EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO CON LA ADICIÓN DE POLÍMERO DE TIPO PET ENTRE SUS COMPONENTES, APLICABLE EN LA CIUDAD DEL CUSCO”

Autor: Bach. Jhaery Emperatriz Enciso Boluarte

Institución: Universidad Andina del Cusco

Año: 2013

Lugar: Cusco, Perú

Resumen:

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal la “**Evaluación experimental de la resistencia a la compresión del diseño de mezclas de concreto con la adición de polímero de tipo PET entre sus componentes, aplicable en la ciudad del Cusco**” y de demostrar la utilización óptima del polímero tipo PET, en la producción de concreto siendo este material resultante, útil en el campo de la construcción.

Para logra dicho objetivo se utilizó agregados de buena calidad y los más utilizados en la ciudad del Cusco, como resultado de entrevistas que se aplicaron a los proveedores de agregados de la ciudad del Cusco, obteniendo como resultado el agregado fino de la cantera de Cunyac y agregado grueso de la cantera de Vicho, dichos agregados fueron estudiados en un laboratorio obteniendo las características



físicas necesarias para el diseño de mezclas y mejorando aquellas que no se encontraban en los márgenes de calidad establecida en las normas técnicas peruanas, también se hizo uso del cemento Yura tipi IP que es el más comercializado en la ciudad de Cusco, dato proporcionado por la ASOCEM y finalmente el polímero tipo PET que fue transformado mediante procedimientos mecánicos en cuatro tipos definidos: Polímero tipo PET de diámetro aproximado de $\frac{1}{2}$ ", polímero tipo PET pulverizado. Polímero tipo PET de dimensiones mínimas de entre 2 centímetros a 5 cm. Y polímero tipo PET dentado de longitud = 2.5cm y ancho igual 0.5cm. El cual reemplazo a los agregaos fino y grueso en porcentajes de 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% de manera sistemática con lo que se procedió a producir concreto $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Para su posterior evaluación referente a la resistencia a compresión.

Después de la evaluación experimental, se obtiene que el polímero pulverizado, reemplazante del agregado fino mejorado, en un porcentaje de 4% es la que mejor cumple con la resistencia a compresión.

Conclusiones:

- Se ha cumplido con el objetivo general de la presente investigación habiendo analizado experimentalmente la resistencia a compresión de las briquetas de concreto con la adición del polímero PET.
- Se ha cumplido con proponer recomendaciones que contribuyan a mejorar las condiciones negativas medio ambientales debido a la generación irracional de residuos sólidos de tipo PET como también proponer el uso de este residuo en la elaboración de concretos aplicables en la ciudad el Cusco; de tal manera que se sepa cómo se podrían superar los empirismos aplicativos, empirismos normativos, limitaciones y carencias, orientados a alcanzar un aprovechamiento máximo de los atributos positivos potenciales de la evaluación en estudio.



- Al analizar el comportamiento de las resistencias a la compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET menores a $\frac{1}{2}$ " de tamaño en reemplazo del agregado grueso y aplicando un curado sumergido de 7, 14, 28 días, concluimos que la resistencia a compresión disminuye respecto al modelo patrón conforme se incrementa el polímero PET.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET pulverizado, en reemplazo del agregado fino mejorado y aplicando un curado sumergido de 7, 14 y 28 días, concluimos que la resistencia a la compresión disminuye respecto al modelo patrón conforme se incrementa el polímero PET.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET de dimensiones mínimas obtenidas por procedimientos mecánicos, en reemplazo del agregado fino mejorado y aplicando un curado sumergido de 7, 14 y 28 días, concluimos que la resistencia a la compresión disminuye respecto al modelo patrón conforme se incrementa el polímero PET.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET dentado de longitud = 2.5cm y ancho = 0.5cm, en reemplazo del agregado fino mejorado y aplicando un curado sumergido de 7, 14 y 28 días, concluimos que la resistencia a la compresión disminuye respecto al modelo patrón conforme se incrementa el polímero PET.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET menores a $\frac{1}{2}$ " de tamaño, en reemplazo del agregado grueso, concluimos que el porcentaje más recomendable para dicha producción de



concreto es de 1.5% ya que los resultados de la resistencia a compresión alcanzada a los 28 días se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET pulverizado, en reemplazo del agregado fino mejorado, concluimos que el porcentaje más recomendable para dicha producción de concreto es de 4% ya que los resultados de la resistencia a compresión alcanzada a los 28 días se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET de dimensiones mínimas obtenidas por procedimientos mecánicos, en reemplazo del agregado fino mejorado, concluimos que el porcentaje más recomendable para dicha producción de concreto es de 1.5% ya que los resultados de la resistencia a compresión alcanzada a los 28 días se encuentran dentro de los parámetros establecidos.
- Al analizar el comportamiento de las resistencias a compresión del concreto con inclusión del 0.5%, 1.0%, 2.0%, 2.5%, 3.0%, 3.5%, 4.0% y 5.0% en peso del PET dentado de longitud = 2.5cm y ancho = 0.5cm, en reemplazo del agregado fino mejorado, concluimos que el porcentaje más recomendable para dicha producción de concreto es de 1.5% ya que los resultados de la resistencia a compresión alcanzada a los 28 días se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Menciones:

La investigación mencionada nos ayuda en la elección y definición de los porcentajes de sustitución de agregado PET.

**2.1.1.2. Tesis a nivel nacional N° 02**

Título: “FABRICACIÓN DE BLOQUES DE CONCRETO CON UNA MESA VIBRADORA”

Autor: Dr. Ing. Javier Arrieta Freyre - Bach. Ing. Enrique Peñaherrera Deza

- **Institución:** Universidad Nacional de Ingeniería

Año: 2001

Lugar: Lima, Perú

Resumen:

Los bloques de concreto son elementos modulares pre moldeados diseñados para la albañilería confinada y armada. En su fabricación a pie de obra sólo se requiere materiales básicos usuales, como son la piedra partida, la arena, el cemento y el agua; pudiéndose evitar el problema de transporte de unidades fabricadas, lo cual favorece su elaboración y facilita su utilización en la autoconstrucción, la que deberá contar con el respaldo técnico necesario.

Actualmente en la fábrica de bloques se viene utilizando grandes máquinas vibradoras, sin embargo la disponibilidad de este tipo de equipos en muchas zonas rurales es prácticamente nula, obligando a recurrir a la vibración manual; por tal motivo, la propuesta de utilizar mesas vibradoras pequeñas resulta una alternativa constructiva que hace viable la albañilería con bloques de concreto.

Para la producción de los bloques de concreto se implementa un taller de mediana escala que permita la fabricación de las unidades, con una producción de 300 bloques días con personal mínimo (1 operario y dos ayudantes); el equipamiento está conformado por una mesa vibradora de 1.2m x 0.6 m de 3HP, moldes metálicos y un área de producción de 50 m²; ésta comprende una zona de materiales y agregado, una zona de mezclado y fabricación, una zona de desmolde y una zona de curado.



La calidad de los bloques depende de cada etapa del proceso de fabricación, fundamentalmente de la cuidadosa selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeo y compactación, y de un adecuado curado.

De los ensayos realizados en esta investigación con diferentes dosificaciones con agregados usuales y cementos Portland tipo I, se puede concluir que la mesa vibradora permite la fabricación de bloques vibro compactados que cumplen con las resistencias establecidas por la normas NTP 339.005 NTP 339.006 NTP 339.007: así mismo se propone como mezcla de diseño óptima la dosificación 1:5:2 (cemento: arena: piedra) en volumen.

En forma similar a los bloques, también se puede fabricar en el mismo taller y variando solamente los moldes, bloques tipo piso grass y adoquines de concreto, entre otras unidades.

Para la fabricación de los bloques piso grass se determinó la dosificación 1:5:2 (cemento: arena: piedra) con fibras de polipropileno y para la fabricación de los adoquines se recomienda la dosificación: 1:3:1(cemento: arena: piedra)

Conclusiones:

a) Los bloques vibro compactados fabricados cumplen con todos los requisitos establecidos por la Norma; además se puede recomendar como patrón de diseño la dosificación 1:7.

b) La dosificación 1:7 significa proporcionamiento en volumen del agregado y es equivalente a utilizar 5:2 (arena: confitillo) ó 4:3 (arena: confitillo) ya que ambas cumplen la proporción establecida anteriormente de 60% arena y 40% confitillo; resultando más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a los bloques una mejor textura.

Por lo tanto la óptima dosificación en volumen resulta ser la relación: 1: 5: 2 cemento: arena: confitillo.



c) De los resultados de los agregados podemos concluir que se trata de agregados de uso normal, con diferentes granulometrías, donde la Cantera A presenta exceso de finos; la Cantera B, una distribución granulométrica normal y, la Cantera C, un defecto en finos. Esto permitió estudiar el comportamiento de mezclas vibradas con diferentes granulometría, verificándose que en agregados con exceso de finos se necesita un adicional de agua en la mezcla, la misma que se hacía menos trabajable conforme se iba secando, sin embargo presentó mejor textura.

d) En todos los casos, la mejor combinación de agregado fino con confitillo fue la relación 60% arena y 40% confitillo, permitiendo la mayor densidad de la mezcla.

e) La vibración con la mesa permite duplicar la resistencia de las unidades en comparación con la compactación en forma manual. Al mismo tiempo la mesa vibradora permite fabricar unidades que cumplen con las tolerancias dimensionales. Las deformaciones que pudieran presentarse en los bloques serían, por consiguiente, atribuibles sólo a la mano de obra utilizada.

f) La resistencia de los bloques a los 7 días representa el 70% de la resistencia a los 28 días; valor que nos permite realizar ensayos de calidad a corta edad y poder hacer los ajuste de mezcla correspondientes, si fuera el caso.

g) El estudio experimental comprendió la fabricación de otros elementos de concreto, como son el block grass y los adoquines para pisos, para los que se puede establecer las siguientes dosificaciones en volumen:

-piso block- grass: dosificación 1:5:2 (cemento: arena: piedra)

-adoquines: dosificación 1:3:1 (cemento: arena: piedra).

h) El bloque de concreto por lo tanto cumple con las condiciones técnicas y económicas necesarias para ser empleadas en la construcción de viviendas de bajo costo.

i) Debido al acabado que presentan los bloques fabricados por vibrocompactación, es posible e inclusive recomendable, dejarlos caravista, con el consiguiente ahorro



en materiales y mano de obra correspondientes a las tareas de revoque y terminación.

Menciones:

De acuerdo a la investigación realizada donde se propone 3 tipos de dosificación:

-1:6 en la proporción de 4 de arena gruesa y 2 de confitillo (60%arena 40% confitillo)

-1:7 en la proporción de 5 de arena gruesa y 2 de

-1:8 en la proporción de 5 de arena gruesa y 3 de confitillo

Se concluye que la óptima dosificación es la 1: 5: 2 cemento: arena: confitillo por lo cual se decidió utilizar dicha dosificación.

También hacemos mención del uso de los límites permisibles para el ensayo de granulometría del agregado grueso.

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional**2.1.2.1. Tesis a nivel internacional N° 01**

Título: “PROPUESTA DE UN MATERIAL PARA LA CONSTRUCCIÓN A PARTIR DE CEMENTO Y EL RECICLAJE DE PET”

Autores: Julián Garzón Amaya - Andrés Montaña Ballesteros

Institución: Universidad Minuto de Dios

Año: 2014

Lugar: Zipaquirá, Colombia

Resumen:

Uno de los impactos que sufre el planeta Tierra es el desgaste de la corteza terrestre, esto se debe a la extracción de los minerales para materiales de construcción.



Se realizó un trabajo experimental consistió en elaborar, ensayar y caracterizar mezclas de Tereftalato de Polietileno (PET) y Cemento. Para llevar a cabo este proyecto se implementó una metodología experimental y con ayuda de esto poder determinar de modo preliminar el posible comportamiento del plástico PET para ser usado como agregado en una mezcla de concreto para la elaboración de bloques, ya que es altamente contaminante y así llegaríamos a reducir el negativo impacto ambiental generado por estas el desgaste de la corteza terrestre y contaminación del plástico PET. Durante el proceso de ejecución de la investigación se realizaron análisis detallados de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del plástico PET y del cemento, para así determinar la dosificación ideal de materia-les. Se realizaron dos diseños de mezclas en donde se reemplazó por completo los agregados pétreos. Para determinar las propiedades del nuevo material ecológico se realizaron una serie de ensayos para ver la viabilidad técnica del mampuesto. El estudio de factibilidad radica en que el PETIBLOCK para diferentes dosificaciones de materiales conserve los parámetros de resistencia y peso cumpliendo las normativas vigentes, para así poderse implementar como material para la construcción. Esta idea surgió de la iniciativa de utilizar a un gremio como la construcción que tiene índices de contaminación muy altos como agente de reducción del impacto ambiental.

Esta alternativa reduciría el uso de agregados pétreos e implementaría la reutilización y reciclaje de residuos de plástico PET altamente contaminantes.

Conclusiones:

- con ayuda del análisis de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del cemento y del plástico PET, se determinó que se podían complementar para así llegar a formar una mezcla para la elaboración de un material que contenga una gran manejabilidad, una buena resistencia, una aceptable apariencia y que sea amistoso con el ambiente (ecológico).
- La utilización de plástico PET para la elaboración de bloques en concreto es posible, generando un bloque estable con características y funcionalidades



que se asemejan a los bloques elaborados con agregados pétreos, lo que permite su uso, como un material apropiado y de reemplazo de materiales pétreos que por su extracción afectan la corteza terrestre.

- El plástico PET puede utilizarse como agregado en mezclas de concreto, reduciendo la contaminación de residuos plásticos y el deterioro de la corteza terrestre debido a la extracción de materiales de canteras.
- Las mezclas de cemento y plástico PET, pueden emplearse en la construcción de materiales (Bloques de Concreto) en obras civiles, cuyas cargas y durabilidad estén limitadas a cierto rango.
- Para elegir la dosificación del agregado (PET) y el cemento no sólo corresponden a valores de resistencia y durabilidad, sino que también debe tomarse en cuenta el factor económico.
- El uso de la mezcla de plástico PET y cemento para la elaboración de concreto esto hace que pierda un poco de resistencia a diferencia de la mezcla elaborada con agregados y cemento, aunque con esta composición obtenida se puede llegar a utilizar en bloques que no soporten significativas cargas.
- Como se pudo observar la geometría y tamaño irregular de las partículas de plástico PET con el que se ejecutaron las mezclas, intervinieron de forma negativa en el comportamiento del material ya endurecido, esto llevo a un desmoronamiento.
- La densidad que posee el bloque de concreto (Petiblock) escogido con la mezcla obtenida es menor (128,13 kg/m³) a la de bloques de concreto con agregados pétreos, ya que el plástico PET pesa menos que la arena y la piedra, y esto hace que el Petiblock sea más liviano.
- Con ayuda de las pruebas de laboratorio se logró determinar que la resistencia a la compresión del Petiblock no cumple con el valor expuesto en la norma,



pero este puede ser empleado para la elaboración de elementos no estructurales, como por ejemplo muros divisorios.

- Una de las razones por las cuales el bloque fallo y no cumplió con los requisitos mínimos de la norma fue por la poca adherencia que tuvo el cemento con el plástico PET. Otra razón para que este fallara fue por su curado el cual se realizó a la intemperie y no cumplió con las características dadas en la Norma Técnica Colombiana.

Menciones:

Según los estudios realizados de la elaboración de PETIBLOCK se toman en cuenta las recomendaciones indicadas para la sustitución de agregado pétreo por agregado PET en distintas dosificaciones.

2.1.2.2. Tesis a nivel internacional N° 02

Título: “PROPUESTA PARA SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS POR AGREGADOS PET, EN DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CON RESISTENCIA $f'c=150$ KG/CM², USADO PARA BANQUETAS, GUARNICIONES Y FIRMES DE PET”

Autor: Julián Garzón Amaya - Andrés Montaña Ballesteros

Institución: Universidad Veracruzana

Año: 2012

Lugar: Veracruz, México

Conclusiones y Recomendaciones

Con los resultados obtenidos por los resultados que arrojó el concreto con grava plástica se puede concluir que:



- 1) La grava Plástica obtuvo resultados positivos al intercalarla en proporción por grava convencional, para la realización de concretos pobres como lo son Banquetas, guarniciones y firmes, las pruebas de laboratorio confirmaron el resultado de la resistencia a la cual se pretendía llegar, por lo tanto el uso de esta grava puede ser usado confiablemente.
- 2) El uso de la grava plástica en el concreto llego a reducir en un 3.0 % el volumen total de masa de un cilindro de concreto con proporción 90-10%, 6.0% en proporción 80-20% y hasta un 10% en concreto 70-30%
- 3) Los agregados, constituyen desde un 70 % hasta un 85 % del peso de la mezcla, lo cual implica que se debe verificar su calidad para asegurar un buen resultado final.
- 4) Por otra parte, desde el punto de vista del diseño de mezcla, cuanto mayor sea el tamaño del agregado grueso, menos agua y cemento se requieren para producir concreto de una calidad alta.
- 5) Los resultados que se obtuvieron en los ensayos realizados a los componentes del concreto, son producto de la aplicación de una serie de parámetros establecidos por las Normas Mexicanas, referente al Control de Calidad del Concreto y sus Componentes.
- 6) Estos ensayos practicados arrojaron resultados satisfactorios que permitieron calificar a los materiales como buenos y aptos para realizar las mezclas de prueba de concreto.
- 7) Por ser el concreto un material constituido por diferentes componentes, su calidad final, tanto en estado fresco como en estado endurecido, depende fundamentalmente de la calidad de los materiales empleados en su elaboración.
- 8) Dichos ensayos están basados en las Normas Mexicanas referente a cada caso específico.

Menciones:

Esta investigación es una base fundamental para la definición de los porcentajes de PET que sustituyen el agregado pétreo, concluyendo que el 30% de sustitución de agregado pétreo por agregado PET no cumple con la resistencia a la compresión establecida por la norma; y con 10% de sustitución de agregado pétreo por agregado PET se obtiene una mayor resistencia a la compresión por lo cual se propone evaluar porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Y 30%.

2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

2.2.1. Plásticos

Es una palabra que deriva del griego “plastikos” que significa “capaz de ser moldeado”, sin embargo, esta definición no es suficiente para describir de forma clara a la gran variedad de materiales que así se denominan.

Técnicamente los plásticos son sustancias de origen orgánico formadas por largas cadenas macro-moleculares que contienen en su estructura carbono e hidrógeno principalmente. Es posible emplearlos mediante procesos de transformación aplicando calor y presión. Los plásticos son parte de la gran familia de los polímeros. (Hoechst, 1997, pág. 1)

FIGURA 2: FABRICACIÓN DEL PLÁSTICO



FUENTE: (ELJAI, 2011)

La contaminación en el mundo es generada principalmente por la basura que acumulamos a diario, se sabe que el manejo de estos desechos no están organizados eficientemente en nuestro país. El 9.48 % (MINAM, 2014, pág. 43) del total de los residuos sólidos son botellas de plástico (PET) este porcentaje elevado se debe a la gran demanda de productos contenidos en este poliéster.

En el Cusco el 9.89% (MINAM, 2014, pág. 297) de residuos sólidos es plástico entre ellos se encuentran las botellas de PET. El manejo de estos residuos sólidos es deficiente debido a la cultura del reciclaje ya que la población no es conciente del daño que estos producen en el medio ambiente.

2.2.1.1. Tereftalato de Polietileno (PET)

El PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, correspondiendo su fórmula a la de un poliéster aromático. Su denominación técnica es Polietilén Tereftalato o Politereftalato de etileno. Empezó a ser utilizado como materia prima en fibras para la industria textil y la producción de films. (Textos Científicos, 2005)

El PET es producido a partir del petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET está compuesto por 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. (Hoechst, 1997)

FIGURA 3: BOTELLAS DE PET



FUENTE: (Tecnologías del Plástico, 2016)

2.2.1.2. Agregado PET

Botellas de plástico PET recicladas y picadas en un molino mecánico de tamaño máximo de 3/8". (Fuente: Propia)

FIGURA 4: AGREGADO PET



FUENTE: PROPIA

2.2.1.3. Propiedades del PET

TABLA 2: PROPIEDADES DEL PET

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	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	10-4 / °C	15.2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750

Constante dieléctrica (60 Hz)	--	3.65
Absorción de agua (24 h)	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/min	Consumo lento
Efecto luz solar	--	Se decolora ligeramente
Calidad de mecanizado	--	Excelente
Calidad óptica	--	Transparente a

FUENTE: (L. Richardson, 1999)

2.2.1.4. Aplicaciones del PET (Hoechst, 1997)

- **Envases y empaques** (botellas, tarros, frascos para: bebidas, alimentos, farmacéuticos).
- **Electrodomésticos** (Carcasas de aparatos, sartenes eléctricos, secadores de cabello).
- **Eléctrico-electrónico** (Carcasas para motores eléctricos, engranes, transformadores, copiadoras).
- **PET grado película** (Empaque de productos sensibles: dulces, galletas, fármacos).
- **PET grado fibra** (Cordeles, cinturones de seguridad, hilos de costura, refuerzos de llantas, mangueras).

2.2.2. Bloques de concreto

Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. (Norma Técnica E.070)

Según (Norma Técnica E.070) un bloque de concreto es la unidad de Albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano.

FIGURA 5: BLOQUE DE CONCRETO



FUENTE: (JR BLOCKS, Recuperado el 05/04/2016)

El bloque hueco de hormigón es un mampuesto formado por agregados cemento y agua, cuya sección neta determinada en cualquier plano transversal paralelo a la superficie de apoyo, es como máximo el 75% de la sección bruta determinada en el mismo plano. (IRAM 11561, 1997).

2.2.3. Clasificación de Bloques de concreto

TABLA 3: CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

FUENTE: (Norma Técnica E.070) EXTRACTO

2.2.3.1. Bloques de concreto P

Son unidades de albañilería portantes (P) prefabricadas utilizadas para la construcción de muros diseñados y contruidos en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales que resisten cargas máximas de 50 Kg/cm².

2.2.3.2. Bloques de concreto NP

Son unidades de albañilería no portantes (NP) prefabricadas utilizadas para la construcción de muros diseñados en forma tal que solo soportan cargas provenientes de su propio y cargas transversales a su propio plano como: tabiquería, cercos perimétricos y parapetos que resisten cargas máximas de 20 Kg/cm².

2.2.4. Usos de los bloques de concreto NP

El bloque de concreto NP es utilizado en la construcción, desde viviendas de interés social a edificaciones comerciales e industriales.

2.2.4.1. Albañilería No Reforzada

Albañilería sin refuerzo (albañilería simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de la norma E.070. (Norma Técnica E.070)

- Tabiquería
- Muros divisorios
- Muros perimétricos

2.2.5. Composición de los bloques de concreto

2.2.5.1. Cemento Portland Tipo IP

Material aglomerante que tiene propiedades de adhesión y cohesión, las cuales permiten unir fragmentos minerales entre sí para formar un todo compacto con resistencias y durabilidades adecuadas Este tiene la propiedad de fraguar y

endurecer en presencia de agua ya que con ella experimenta una reacción química llamada hidratación. (FERNANDEZ, 2007)

FIGURA 6: BOLSA DE CEMENTO



FUENTE: (Yura, 2015)

TABLA 4: TIPOS DE CEMENTO SEGÚN NTP

TIPO DE CEMENTO	DESCRIPCIÓN
TIPO IS	Cemento Portland con escoria de alto horno.
TIPO IP	Cemento Portland puzolánico
TIPO II	Cemento Portland-caliza
TIPO I(PM)	Cemento Portland puzolánico modificado
TIPO IT	Cemento adicionado ternario
TIPO ICo	Cemento Portland compuesto

FUENTE: (NTP 334.090, 2013)

TABLA 5: TIPOS DE CEMENTO SEGÚN ASTM

TIPO I	Para usar cuando no se requieran las propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo.
--------	---

TIPO I A	Cemento incorporador de aire para los mismos usos que el Tipo I, donde se desea incorporación de aire
TIPO II	Para uso general, más específicamente cuando se desea resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO II A	Para uso general, más específicamente cuando se desea resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO II(MH)	Para uso general, más específicamente cuando se desea un calor de hidratación moderado y resistencia moderada a los sulfatos.
TIPO II(MH) A	Cemento incorporador de aire para los mismos usos que el Tipo II (MH), donde se desea incorporación de aire.
TIPO III	Para usar cuando se desea alta resistencia temprana
TIPO III A	Cemento incorporador de aire para los mismos usos que el Tipo II (MH), donde se desea incorporación de aire.
TIPO IV	Para usar cuando se desea un bajo calor de hidratación
TIPO V	Para usar cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

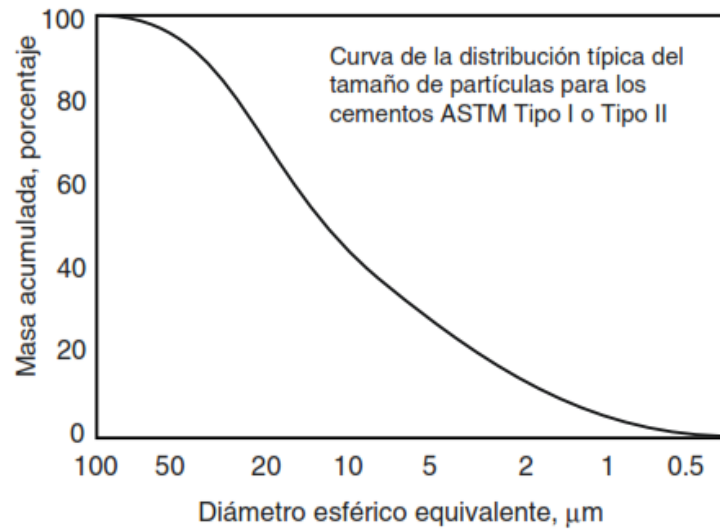
FUENTE: (ASTM C150, 1996)

2.2.5.1.1. Propiedades del cemento

a) Tamaño de las partículas y finura

El cemento portland consiste en partículas angulares individuales, con una variedad de tamaños resultantes de la pulverización del Clinker en el molino. Aproximadamente 95% de las partículas del cemento son menores que 45 micrómetros, con un promedio de partículas de 15 micrómetros. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 57).

FIGURA 7: CURVA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL TAMAÑO DE PARTÍCULAS



FUENTE: (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994)

b) Sanidad (Constancia de Volumen)

La sanidad se refiere a la habilidad de la pasta de cemento en mantener su volumen. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 60).

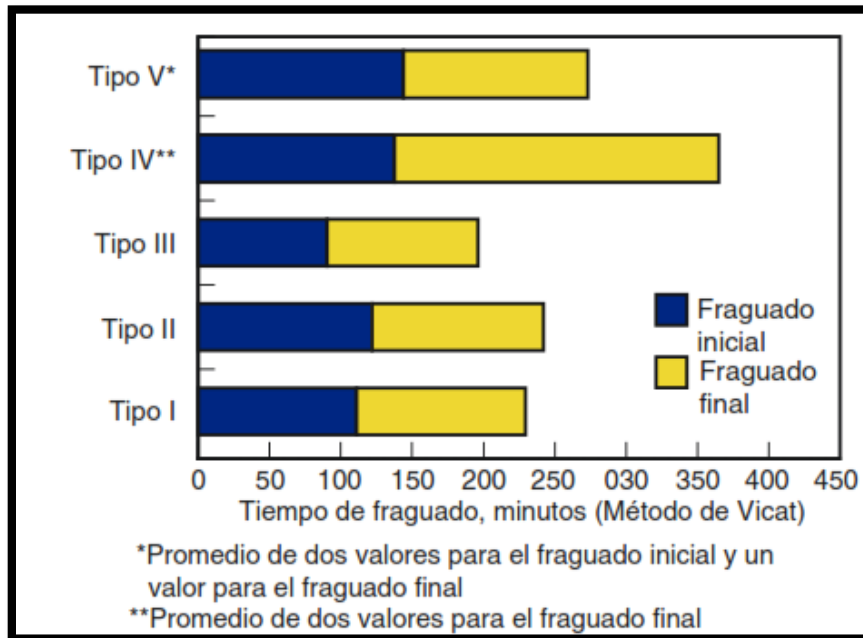
c) Consistencia

La consistencia se refiere a la movilidad relativa de la mezcla fresca de pasta o mortero de cemento o su habilidad de fluir. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 61).

d) Tiempo de Fraguado

Es la determinación del tiempo que pasa desde el momento de la adición del agua hasta cuando la pasta deja de tener fluidez y de ser plástica (llamado fraguado inicial) y del tiempo requerido para que la pasta adquiera un cierto grado de endurecimiento (llamado fraguado final). (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 61)

FIGURA 8: TIEMPO DE FRAGUADO DEL CEMENTO



FUENTE: (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994)

e) Resistencia a Compresión

El tipo de cemento, o más precisamente, la composición de los compuestos y la finura del cemento influyen fuertemente la resistencia a compresión. Algunas normas, traen los requisitos de ambas resistencias, la mínima y la máxima. Los requisitos de resistencia mínima de las especificaciones de cemento se cumplen por la mayoría de los fabricantes de cemento. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 63)

f) Calor de Hidratación

El calor de hidratación es el que se genera por la reacción entre el cemento y el agua. La cantidad de calor generado depende, primariamente, de la composición química del cemento. Un aumento de la finura, del contenido de cemento y de la temperatura de curado aumenta el calor de hidratación. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 65)

2.2.5.2. Agregados

Es un conjunto de partículas, de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.037. (NTP 400.037, 2000).

2.2.5.2.1. Clasificación de los Agregados

En general los agregados se han clasificado de varias maneras a través del tiempo, pero principalmente desde los puntos de vista de su procedencia, densidad, tamaño, forma y textura.

a) **Clasificación según su procedencia.** (RIVERA, 2013, pág. 42)

De acuerdo con el origen de los agregados, según su procedencia ya sea de fuentes naturales o a partir de productos industriales, se pueden clasificar de la siguiente manera:

Agregados naturales.

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere.

Agregados artificiales.

Por lo general, los agregados artificiales se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, Clinker, limaduras de hierro y otros, comúnmente estos son de mayor o menor densidad que los agregados corrientes Actualmente se están utilizando concretos ligeros o ultraligeros, formados con algunos tipos de áridos los cuales deben presentar ciertas propiedades como son: forma de los granos compacta, redondeada con la superficie bien cerrada, ninguna reacción perjudicial con la pasta de cemento ni con el refuerzo, invariabilidad de

volumen, suficiente resistencia a los fenómenos climatológicos; además deben de tener una densidad lo menor posible, con una rigidez y una resistencia propia suficientemente elevada y ser de calidad permanente y uniforme. Los agregados ligeros más utilizados son los producidos con arcilla y pizarra expandida (incluyendo la arcilla pizarrosa y la pizarra arcillosa). Es de anotar que se han desarrollado con bastante éxito agregados ligeros en Alemania (con arcilla y pizarra), y España (con arcilla expandida conocida comercialmente como ARLITA).

Estos agregados ligeros poseen características tales como: baja densidad, aislante, resistente, no tóxico e incombustible. Es utilizado en la fabricación de hormigón ligero estructural; aislamiento de cubiertas, suelos y terrazas; rellenos ligeros aislantes y resistentes y prefabricados (desde el bloque más ligero hasta el panel más grande).

b) Clasificación según su densidad.

Depende de la cantidad de masa por unidad de volumen y del volumen de los poros, ya sean agregados naturales o artificiales. Esta distinción es necesaria porque afecta la densidad del concreto (ligero, normal o pesado) que se desea producir. (RIVERA, 2013, pág. 52).

TABLA 6: CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN SU MASA UNITARIA

TIPO DE CONCRETO	MASA UNITARIA APROX. DEL CCTO. Kg/m ³	MASA UNITARIA DEL AGREGADO Kg/m ³	EJEMPLO DE UTILIZACIÓN	EJEMPLO DE AGREGADO
Ultraligero	500-800		Concreto para aislamiento	Piedra pómez Ag. Ultraligero
Ligero	950-1350	480-1040	Rellenos y mampostería no estruct. Ccto. Estructural	Perlita Ag. Ultraligero
	1450-1950			
Normal	2250-2450	1300-1600	Ccto. Estruct. Y no estruct.	Agregado de río o triturado
Pesado	3000-5600	3400-7500	Ccto. Para proteger de radiación gamma o X, y contrapesos	Hematita, barita, coridon, magnetita

FUENTE: (RIVERA, 2013)

c) Clasificación según su tamaño.

La forma más generalizada de clasificar los agregados es según su tamaño, el cual varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección; ésta distribución del tamaño de las partículas, es lo que se conoce con el nombre de GRANULOMETRÍA; de acuerdo con la clasificación unificada, los suelos se dividen en: (RIVERA, 2013, pág. 52)

Agregado fino

Los agregados finos generalmente consisten en arena natural o piedra triturada (partida, machacada, pedrejón arena de trituración) con la mayoría de sus partículas menores de 5mm (0.20pulg.). (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 103)

FIGURA 9: AGREGADO FINO



FUENTE: (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994)

Agregado Grueso

Los agregados gruesos consisten en una o en la combinación de gravas o piedras trituradas con partículas predominantemente mayores que 5mm (0.20pulg.) y generalmente entre 9.5mm y 37.5 mm (3/4 y 1/2pulg.). (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 103).

FIGURA 10: AGREGADO GRUESO



FUENTE: (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994)

TABLA 7: CLASIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS SEGÚN EL TAMAÑO DE SUS PARTÍCULAS.

TAMAÑO EN mm.	DENOMINACIÓN MÁS COMÚN	CLASIFICACIÓN	USO COMO AGREGADO DE MEZCLAS
< 0,002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0,002 - 0,074	Limo	Fracción fina	No recomendable
0,074 - 4,76 #200 - #4	Arena	Agregado fino	Material apto para mortero o concreto
4,76 - 19,1 #4 - 3/4"	Gravilla	Agregado grueso	Material apto para concreto
19,1 - 50,8 3/4" - 2"	Grava		Material apto para concreto
50,8 - 152,4 2" - 6"	Piedra		
> 152,4 6"	Rajón, Piedra bola		Concreto ciclópeo

FUENTE: (RIVERA, 2013)

d) Clasificación según su forma y textura superficial

La presencia de partículas alargadas o aplanadas puede afectar la trabajabilidad, la resistencia y la durabilidad de las mezclas, porque tienden a orientarse en un solo plano lo cual dificulta la manejabilidad; además debajo de las partículas se forman huecos de aire y se acumula agua perjudicando las propiedades de la mezcla endurecida.

Por otro lado, la textura superficial de las partículas del agregado influye en la manejabilidad y la adherencia entre la pasta y el agregado, por lo tanto, afecta la resistencia (en especial la resistencia a la flexión).

Partícula larga: Es aquella cuya relación entre la longitud y el ancho es mayor de 1,5.

Partícula plana: Es aquella cuya relación entre el espesor y el ancho es menor de 0,5. (RIVERA, 2013, pág. 54)

TABLA 8: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO SEGÚN SU FORMA.

FORMA	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
Redondeadas	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento.	Grava de río o playa, arena del desierto, playa.
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limitada por frotamiento y con orillas redondeadas.	Otra gravas, pedernales del suelo o de excavación
Escamosa	Material en el cual el es pequeño en relación a las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee orilla bien definida que se forman en la intersección de caras más o menos planas.	Rocas trituradas de todo tipo, escoria triturada.
Alongadas	Material normalmente angular en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	

FUENTE: (RIVERA, 2013)

TABLA 9: CLASIFICACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DEL AGREGADO SEGÚN SU TEXTURA SUPERFICIAL

TEXTURA	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Vitrea	Fractura concoidal.	Pedernal negro, escoria vitrea.
Lisa	Desgastada por el agua, o liso debido a la fractura de roca laminada o de grano.	Gravas, pizarras, mármol, algunas reolitas.
Granular	Fractura de muestra granos más o menos uniformemente redondeados.	Arenisca.
Áspera	Fractura ásperas de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cristalinos no fácilmente visibles.	Basalto, feisita, pórfido, caliza.
Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles.	Granito, gabro, gneis.
Apanalada	Con poros y cavidades vis	Pómez, escoria espumosa, arcilla expandida.

FUENTE: (RIVERA, 2013)

2.2.5.2.2. Propiedades físicas de los agregados

e) Granulometría

Es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través de los tamices (cedazos, cribas) (NTP 400.012). (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 106)

f) Curva granulométrica

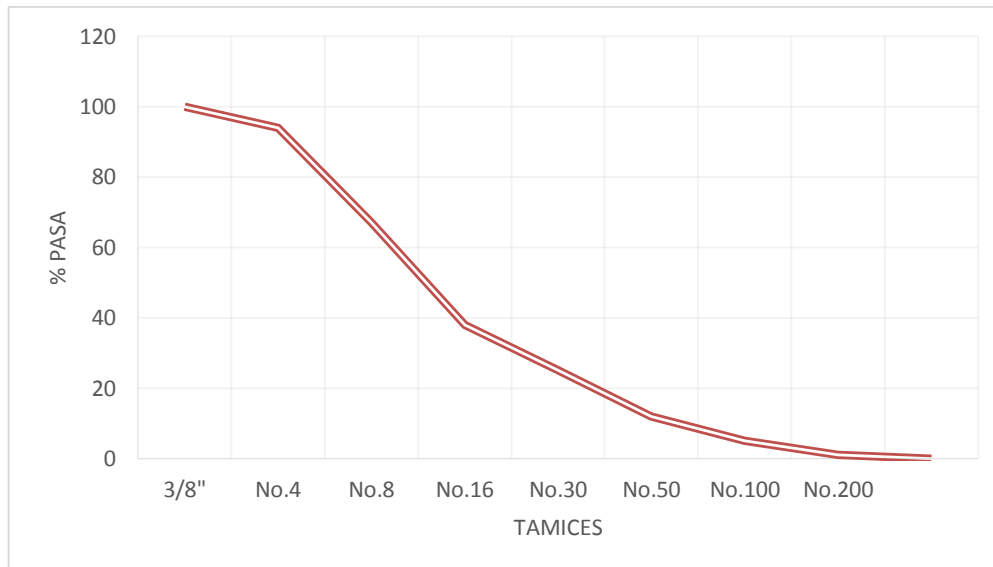
En la curva de granulometría se representa generalmente sobre el eje de las ordenadas el porcentaje que pasa, en escala aritmética; y en las abscisas la abertura de los tamices en escala logarítmica. (RIVERA, 2013, pág. 58).

TABLA 10: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

TAMIZ mm - pulg.	MASA RETENIDA g.	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULA DO	% PASA
9,51 - 3/8"	0	0	0	100
4,76 - No.4	127,8	6	6	94
2,38 - No.8	575,1	27	33	67
1,19 - No.16	617,7	29	62	38
0,595 - No.30	277,0	13	75	25
0,297 - No.50	276,8	13	88	12
0,149 - No.100	149,1	7	95	5
0,074 - No.200	85,2	4	99	1
Fondo	21,3	1	100	0
TOTAL	2130	100

FUENTE: (RIVERA, 2013)

FIGURA 11: CURVA GRANULOMÉTRICA



FUENTE: (RIVERA, 2013)

g) El módulo de finura

Es un factor empírico que permite estimar que tan fino o grueso es un material. Está definido como la centésima parte del número que se obtiene al sumar los

porcentajes retenidos acumulados en la siguiente serie de tamices: 149 μ m(No.100), 297 μ m(No.50), 595 μ m(No.30), 1,19mm(No.16), 2,38mm(No.8),

TABLA 11: CLASIFICACIÓN DEL AGREGADO FINO DE ACUERDO CON EL VALOR DEL MÓDULO DE FINURA

MÓDULO DE FINURA	AGREGADO FINO
Menor que 2,00	Muy fino o extra fino
2,00 - 2,30	Fino
2,30 - 2,60	Ligeramente fino
2,60 - 2,90	Mediano
2,90 - 3,20	Ligeramente grueso
3,20 - 3,50	Grueso
Mayor que 3,50	Muy grueso o extra grueso

FUENTE: (RIVERA, 2013)

h) Densidad

Las partículas del agregado están conformadas por masa del agregado, vacíos que se comunican con la superficie llamados poros permeables o saturables y vacíos que no se comunican con la superficie, es decir que quedan en el interior del agregado llamados poros impermeables o no saturables; de acuerdo con lo anterior tenemos tres densidades a saber: (Pasquel, 1998)

Densidad real: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.

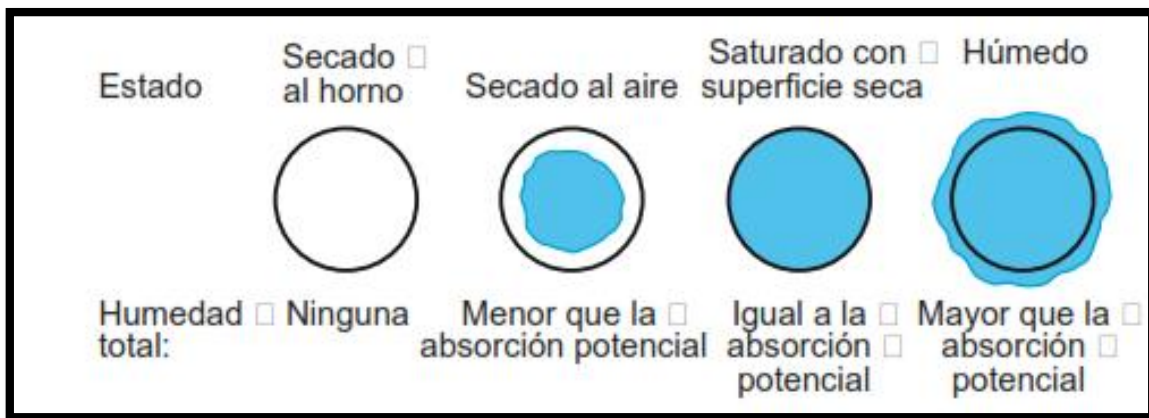
Densidad nominal: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.

Densidad aparente: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto). (RIVERA, 2013, pág. 64)

i) Absorción y Humedad

La absorción es la capacidad de los agregados de llenar con agua los vacíos al interior de las partículas; el fenómeno se produce por capilaridad, no llegándose a llenar absolutamente los poros indicados pues siempre queda aire atrapado y la humedad es la cantidad de agua retenida en un momento determinado por las partículas de agregado. (Pasquel, 1998, pág. 76)

FIGURA 12: ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS



FUENTE: (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994)

j) Resistencia

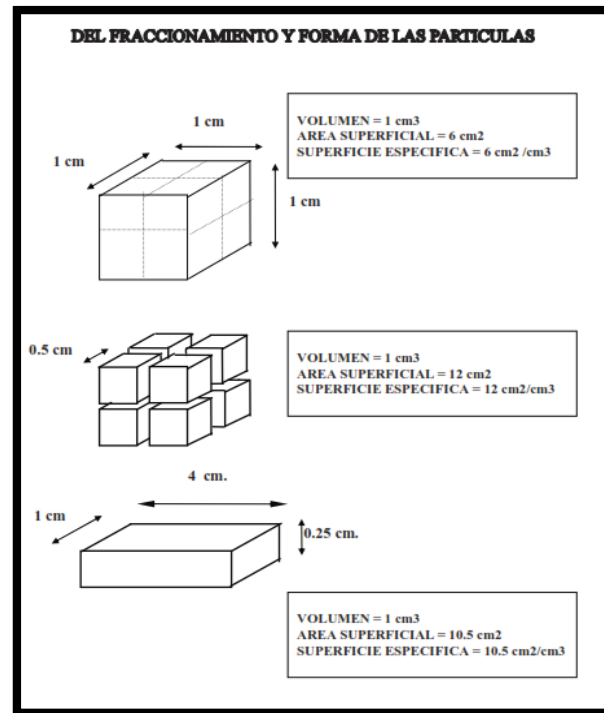
La resistencia al desgaste de un agregado se usa con frecuencia como indicador general de la calidad del agregado; esta característica es esencial cuando el agregado se va usar en concreto sujeto a desgaste como en el caso de los pavimentos rígidos. El método de prueba más común es el ensayo en la máquina de "Los Ángeles". (RIVERA, 2013, pág. 67)

k) Superficie Específica

Se define como el área superficial total de las partículas de agregados, referida al peso o al volumen absoluto. Se asume generalmente para fines de cálculo y simplificación que todas las partículas son de forma esférica, lo cual ya introduce error, además que no tiene el sustento experimental del módulo de fineza, por lo que no se usa mucho salvo a nivel de investigación.

Conceptualmente, al ser más finas las partículas, se incrementa la superficie específica y el agregado necesita más pasta para recubrir el área superficial total sucediendo al contrario si es más grueso. (Pasquel, 1998, pág. 95)

FIGURA 13: SUPERFICIE ESPECÍFICA



FUENTE: (Pasquel, 1998)

2.2.5.3. Agua

El agua de mezcla cumple dos funciones muy importantes, permitir la hidratación del cemento y hacer la mezcla manejable. De toda el agua que se emplea en la preparación de un mortero o un concreto, parte hidrata el cemento, el resto no presenta ninguna alteración y con el tiempo se evapora; como ocupaba un espacio dentro de la mezcla, al evaporarse deja vacíos los cuales disminuyen la resistencia y la durabilidad del mortero o del hormigón. La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla pueda ser trabajable, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, de acuerdo con lo anterior como una

regla práctica, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el mortero o el hormigón queden trabajables. (RIVERA, 2013)

FIGURA 14: AGUA POTABLE



FUENTE: (EL COMERCIO, 2016)

Prácticamente cualquier agua natural que sea potable y no presente fuerte sabor u olor se la puede usar como agua de mezcla (de mezclado, de amasado) para la preparación del concreto. (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 95)

El agua utilizada en la elaboración de los bloques de concreto es agua potable de la red general del distrito de San Sebastián que cumple con la NTP 399.088.

TABLA 12: CONCENTRACIÓN MÁXIMA EN EL AGUA DE MEZCLA COMBINADA

	Límite	Métodos de Ensayos
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada		
A. Cloruro como CL; ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1000B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO4, ppm	3000	NTP 339.074
C. Alcalis como (Na2O + 0,658 k2O), ppm	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm	50000	ASTM C1603

FUENTE: (NTP 339.088, 2006)

2.2.6. Propiedades del bloque de concreto

2.2.6.1. Propiedades Mecánicas del bloque de concreto

2.2.6.1.1. Resistencia a la compresión del bloque de concreto (f'_{b})

Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta. (NTP 399.600, 2015)

La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en Kilogramos por centímetros cuadrados (Kg/cm²), mega pascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg² o psi) a una edad de 28 días. Se pueden usar otras edades para las pruebas, pero es importante saber la relación entre la resistencia a los 28 días y la resistencia en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% de la resistencia a los 28 días. La resistencia a compresión especificada se designa con el símbolo f'_{c} . (PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION, 1994, pág. 8)

FIGURA 15: BLOQUE DE CONCRETO SOMETIDO A COMPRESIÓN



FUENTE: (Rapimán, 2007)

2.2.6.2. Propiedades Físicas del bloque de concreto

2.2.6.1.1. Absorción

La absorción es la propiedad del bloque para absorber agua hasta llegar al punto de saturación. (NTON, 2009).

La norma E.070 recomienda en un bloque de concreto NP que tendrá como absorción máxima el 15%.

2.2.6.1.2. Alabeo

Es un defecto que tiene el ladrillo de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad. (ARRIETA FREYRE, 2001)

2.2.7. Normas Técnicas Peruanas para ensayos de bloques de concreto

TABLA 13: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS PARA ENSAYOS A REALIZAR

AGUA	NTP 339.088-1982	HORMIGÓN (concreto). Agua para morteros y hormigones de cementos portland	Ensayo de calidad de agua
BLOQUES HUECOS DE CONCRETO	NTP 399.604.2012 (Revisada el 2015)	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto	Ensayo de resistencia a la compresión ($f'c$) y ensayo de
	NTP 399.601-2010	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos	Ensayo de alabeo
	NTP 399.600-2010 (Revisada el 2015)	UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Bloques de concreto para usos no estructurales. Requisitos	Ensayo de variación dimensional
AGREGADOS	NTP 400.012-2001	AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global	Ensayo de granulometría
UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	NTP E.070	Albañilería	Ensayos de Calidad

FUENTE: PROPIA

2.2.8. Ensayos de los componentes de los bloques de concreto

2.2.8.1. Ensayo para los Agregados (NTP 400.012, 2001)

2.2.8.1.1. Equipos y aparatos

l) Balanzas

Las balanzas utilizadas en el ensayo de agregado fino, grueso y global deberán tener la siguiente exactitud y aproximación:

- ✓ Para agregado fino, con aproximación de 0,1 g y exacta a 0,1 g ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.
- ✓ Para agregado grueso o agregado global, con aproximación y exacta a 0,5 g ó 0,1 % de la masa de la muestra, cualquiera que sea mayor, dentro del rango de uso.

FIGURA 16: BALANZA DE PRECISIÓN



FUENTE: (CIMATEC, 2011)

• Tamices

Los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado.

FIGURA 17: TAMICES PARA GRANULOMETRÍA



FUENTE: (Neetescuela, 2016)

- **Agitador Mecánico de Tamices**

Un agitador mecánico impartirá un movimiento vertical o movimiento lateral al tamiz, causando que las partículas tiendan a saltar y girar presentando así diferentes orientaciones a la superficie del tamizado. La acción del tamizado será tal que el criterio para un adecuado tamizado se menciona a continuación:

Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él, durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpea el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75mm. (Nº 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm de diámetro (8 pulgadas) para verificar la eficiencia del tamizado.



- **Horno**

Un horno de medidas apropiadas capaz de mantener una temperatura uniforme de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

2.2.8.1.2. Procedimiento

- ✓ Secar la muestra a peso constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- ✓ La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.
- ✓ Se seleccionarán tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado. El uso de tamices adicionales puede ser necesario para obtener otra información, tal como módulo de fineza o para regular la cantidad de material sobre un tamiz. Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior. Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente, establecido por tanda o verificado por la medida de la muestra ensayada.
- ✓ Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado. Para tamices con aberturas menores que 4,75 mm

(N^o 4), la cantidad retenida sobre alguna malla al completar el tamizado no excederá a 7 kg/m² de área superficial de tamizado. Para tamices con aberturas de 4,75 mm (N^o 4) y mayores, la cantidad retenida en kg no deberá sobrepasar el producto de 2,5 x (abertura del tamiz en mm x (área efectiva de tamizado, m²)). Esta cantidad se muestra en la Tabla 15 para 5 dimensiones de tamices de uso común. En ningún caso la cantidad retenida será mayor como para causar deformación permanente al tamiz.

TABLA 14: CANTIDAD MÍNIMA DE LA MUESTRA DE AGREGADO GRUESO O GLOBAL

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg(lb)
9,5(3/8)	1(2)
12,5(1/2)	2(4)
19,0(3/4)	5(11)
25,0(1)	10(22)
37,5(1 1/2)	15(33)
50(2)	20(44)
63(2 1/2)	35(77)
75(3)	60(130)
90(3 1/2)	100(220)
100(4)	150(330)
125(5)	300(600)

FUENTE: (NTP 400.012, 2001)

- ✓ Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes. En la determinación de la eficacia del tamizado para medidas mayores de 4,75 mm (Nº 4), limitar a una capa simple de partículas sobre el tamiz. Si la medida del tamiz hace impracticable el movimiento de tamizado descrito, utilizar el tamiz de 203 mm de diámetro (8 pulgadas) para verificar la eficiencia del tamizado.
- ✓ En el caso del agregado global, la porción de la muestra más fina que el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) puede ser distribuida entre dos o más juegos de tamices para prevenir la sobrecarga de los tamices individuales; con el fin de facilitar la acción del tamizado.
- ✓ A no ser que se utilice un sacudidor mecánico, tamizar manualmente las partículas mayores que 75 mm (3 pulgadas) para la determinación de las

aberturas menores de tamiz a través de las que cada partícula debe pasar. Empezar con el menor tamiz utilizado. Alternar las partículas, si es necesario, para determinar si pasarán a través de una abertura particular; de cualquier modo no fuerce las partículas a pasar a través del tamiz.

- ✓ Determinar la masa de cada incremento de medida sobre una balanza conforme a los requerimientos especificados en el apartado 5.1 aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz. Si la cantidad difiere en más de 0,3 %, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

2.2.8.1.3. Cálculo

- ✓ Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra.

TABLA 15: PORCENTAJES MÁXIMOS Y MÍNIMOS

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PASA MIN.	% PASA MÁX.
3/8	9.525	100	100
Nº4	4.75	95	100
Nº8	2.381	80	100
Nº16	1.191	50	85
Nº30	0.595	25	60
Nº50	0.298	10	30
Nº100	0.149	2	10
Nº200	0.074	0	0

FUENTE: (Norma Técnica E.070)



2.2.9. Elaboración de los bloques de concreto (ARRIETA FREYRE, 2001)

2.2.9.1. Dosificación

Dosificación es el término que se utiliza para definir las proporciones de agregados, agua cemento que conforma la mezcla para la elaboración de la unidad.

La dosificación utilizada es 1:5:2 cemento: arena: confitillo en volumen, resultando más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a los bloques una mejor textura.

La dosificación se realizó utilizando baldes de 20 litros, siendo para la elaboración de aproximadamente 25 bloques: 2.5 baldes de agregado fino, 1 balde de agregado grueso y 0.5 balde de cemento; la cantidad de agua inicial fue de 0.5 balde, esta cantidad aumentaba progresivamente según se realizaba ñas sustituciones, la diferencia de aumento entre el bloque patrón y el bloque con 30% de sustitución fue de un balde de 1gln.

2.2.9.2. Mezclado

Para mezclar el material utilizando mezcladora (tipo trompo) se debe iniciar mezclando previamente en seco el cemento y los agregados en el tambor, hasta obtener una mezcla de color uniforme; luego se agrega agua y se continua la mezcla húmeda durante 3 a 6 minutos. Si los agregados son muy absorbentes, incorporar a los agregados la mitad o los 2/3 partes de agua necesaria para la mezcla antes de añadir el cemento; finalmente agregar el cemento y el resto del agua, continuando la operación de 2 a 3 minutos.

2.2.9.3. Moldeado

Obtenida la mezcla se procede a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar en capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retira el molde



de la mesa y se lleva al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmolda el bloque.

2.2.9.4. Fraguado

Una vez fabricados los bloques, éstos deben permanecer en un lugar que les garantice protección del sol y de los vientos, con la finalidad de que puedan fraguar sin secarse.

El periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado. (ARRIETA FREYRE, 2001)

2.2.9.5. Curado

El curado de los bloques consiste en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia especificada. Por esto es necesario curar los bloques como cualquier otro producto de concreto.

El curado se puede realizar también sumergiendo los bloques en un pozo o piscina llena de agua saturada con cal, durante un periodo de tres días. Lo más recomendado para el proceso de curado, y también para el almacenamiento, es hacer un entarimado de madera, que permita utilizar mejor el espacio y al mismo tiempo evitar daños en los bloques.

2.2.9.6. Secado

La zona de almacenamiento debe ser totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Aunque los bloques fabricados siguiendo todas las recomendaciones, presentan una buena resistencia, se debe tener cuidado en su manejo y transporte.

Los bloques no se deben tirar, sino que deben ser manipulados y colocados de una manera organizada, sin afectar su forma final.

2.2.9.7. Equipos

m) Mesa vibradora

Una mesa vibradora de 1.2m x 0.6 m de 3HP y 1750 r.p.m., motor trifásico 220V y 60 Hertz. Con la mesa vibradora puedan fabricarse un gran número de elementos constructivos tales como adoquines, block-grass, tubos, etc.

FIGURA 18: MESA VIBRADORA



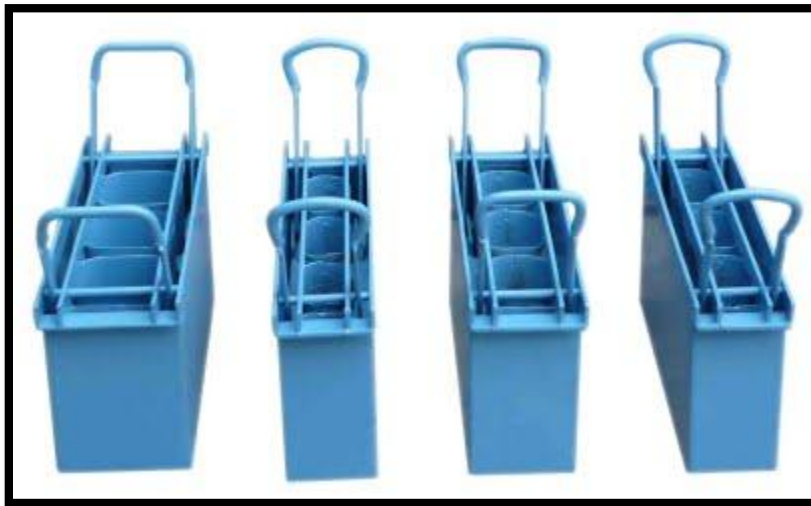
FUENTE: (CANFLOMERO, recuperado el 06/04/2016)

n) Molde metálico

El molde metálico permite fabricar bloques de 39 cm x 14 cm x 19 cm (largo, ancho, altura). Los moldes metálicos tienen un mecanismo de expulsión constituido por una platina adosada a unas asas rotatorias. La caja del molde debe tener en la base, dimensiones ligeramente mayores que en la parte superior la cual facilita el desmoldaje.

Debe limpiarse con petróleo después de cada jornada.

FIGURA 19: MOLDE METÁLICO



FUENTE: (FAMACON, 2009)

2.2.10. Ensayos de calidad de los bloques de concreto

2.2.10.1. Ensayo de resistencia a compresión del bloque de concreto ($f'c$) (NTP 399.604, 2015)

2.2.10.1.1. Equipos y aparatos

- **Máquina de ensayo:**

La máquina será equipada con dos bloques de soporte de acero (véase NOTA 1), uno de los cuales es una rótula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería, y la otra un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir la sección del espécimen de albañilería refrentado, se colocará entre estos y el espécimen placas de acero que cumplan los requisitos del apartado siguiente, después que el centroide de la superficie de apoyo de la albañilería se haya alineado con el centro de la rótula.

- **Bloques de soporte de acero y platos:**

Las superficies de los bloques de soporte de acero y las placas no se apartarán de un plano por más de 0,025 mm en cualquier dimensión de 152,4mm. El centro de la esfera de la rótula coincidirá con el centro de su cara de apoyo. Si se utiliza placa de apoyo, el centro de la esfera de la rótula reposará en una línea que pasa verticalmente a través del centroide de la cara de apoyo del espécimen. El plato de la rótula podrá girar en cualquier dirección. El diámetro de la cara de los bloques de soporte será por lo menos de 152,4mm. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, se colocará entre estos y el espécimen refrentado, placas de acero con un espesor no menor de 25,4mm. La longitud y el ancho de la placa de acero serán de por lo menos 15mm mayor que la longitud y ancho del espécimen.

NOTA 1: Es deseable que las caras de apoyo de los bloques y placas usadas para la prueba de la compresión de hormigón (concreto) de albañilería tengan una dureza Rockwell de no menos que HRC 60 (BHN 620).

2.2.10.1.2. Procedimiento

o) Unidades de Prueba

De las seis unidades muestreadas, tres serán ensayadas en compresión. Después de la llegada al laboratorio, almacene (no apiladas y separadas por no menos de 13mm en todas sus lados) en aire a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de menos de 80 % por no menos de 48 horas. Alternativamente, si los resultados de la compresión son requeridos prontamente, almacene unidades no apiladas en el mismo ambiente descrito arriba con una corriente de aire proporcionada por un ventilador eléctrico que pase sobre ellas por un período no menor de 4 horas. Se continúa hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas muestren un incremento de pérdida no mayor que 0,2 % del peso previo determinado del espécimen y hasta que ninguna humedad o mancha de humedad sea visible sobre cualquiera de las superficies de la unidad. Los especímenes no serán sometidos a secado en horno. Los especímenes serán unidades enteras.

p) Refrentado de los especímenes de prueba

Refrentar las superficies de apoyo de las unidades

q) Condición de humedad de los especímenes:

Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.

- **Velocidad de ensayo:**

Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

- **Carga máxima:**

Registrar la carga de compresión máxima en Newtons como $P_{m\acute{a}x}$.

2.2.10.1.3. Cálculo

- **Área bruta:** Calcular el área bruta como sigue:

Área bruta (A_g), $mm^2 = L \times W$ (6)

Donde:

A_g = área bruta del espécimen, mm^2

L = longitud promedio del espécimen, mm

W = ancho promedio del espécimen, mm

El área bruta de la sección transversal de un espécimen es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo áreas dentro de las celdas y espacios reentrantes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente.

- **Esfuerzo de compresión del área bruta:**

Calcular el esfuerzo de compresión del área bruta del espécimen como sigue:

Esfuerzo de compresión del área bruta, MPa = P_{\max} / A_g

Donde:

P_{\max} = carga, (N), y

A_g = área bruta del espécimen, mm²

2.2.10.2. Ensayo de Alabeo (ARRIETA FREYRE, 2001)

2.2.10.2.1. Equipos y aparatos

a) Vernier

Instrumento de medida que permite leer con bastante precisión utilizando un conjunto de escalas. Utiliza una escala principal y otra escala secundaria la cual muestra un conjunto de líneas entre dos marcas.

FIGURA 20: VERNIER

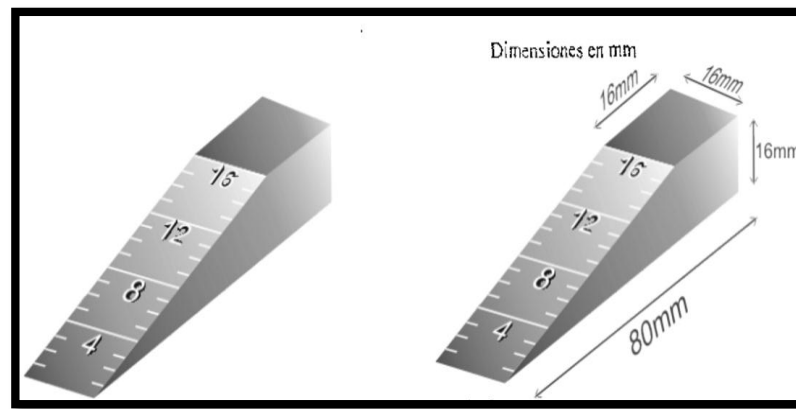


FUENTE: (Física, 2012)

b) Regla o Cuña de medición

Una regla graduada de acero con divisiones desde un extremo, de 1mm. O alternativamente una cuña de medición de 60mm. De longitud por 12,5mm. De ancho por 12,5mm. De espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1mm. (NTP 399.613, 2005)

FIGURA 21: REGLA O CUÑA DE MEDICIÓN



FUENTE: (NTP 399.613, 2005)

2.2.10.2.2. Procedimiento

Para medir la concavidad, se coloca el borde recto de la regla longitudinalmente, y se introduce la cuña en el punto correspondiente a la flecha máxima: Para la medición de la convexidad se apoya el ladrillo sobre una superficie plana, se introduce en cada vértice opuestos diagonalmente en dos aristas, buscando el punto para la cual en ambas cuñas se obtenga la misma medida

2.2.10.3. Ensayo de Absorción (NTP 399.604, 2015)

2.2.10.3.1. Equipos y aparatos

- **Aparato:**

La balanza utilizada será sensible dentro del 0,5 % del peso del espécimen más pequeño probado.

- **Ensayo de especímenes:**

Se utilizarán tres unidades enteras que hayan sido marcadas, pesadas, y registradas. Las pruebas serán realizadas en unidades enteras.

Las pruebas serán realizadas en unidades enteras o especímenes cortados de unidades enteras. Los valores calculados de absorción y densidad de piezas reducidas serán considerados como representativas de la unidad entera.

2.2.10.3.2. Procedimiento

- **Saturación:**

Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15,6 °C a 26,7 °C por 24 horas. Pesar los especímenes mientras está suspendido por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua y registrar W_i (peso sumergido). Sacar del agua y permitir el drenado por 1 minuto colocándolo en una malla de alambre más grueso de 9,5mm. retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; pesar y registrar como W_s (peso saturado).

- **Secado:**

Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno ventilado a 100°C a 115°C por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0,2 % del peso último previamente determinado del espécimen. Registrar los pesos de los especímenes secados W_d (peso secado al horno).

2.2.10.3.3. Cálculo

Calcular la absorción como sigue:

$$\text{Absorción, \%} = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100$$



Donde:

W_s = peso saturado del espécimen, (kg)

W_d = peso seco al horno del espécimen, (kg).

2.2.10.4. Ensayo de variación dimensional (NTP 399.604, 2015)

2.2.10.4.1. Equipos y aparatos

- c) Vernier o regla de acero

2.2.10.4.2. Procedimiento

Medir todas las dimensiones con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0mm. Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se medirán con un calibre Vernier (pie de rey), graduado en divisiones de 0,4 mm y con quijadas paralelas de no menos de 12,7 mm ni más de 25,4 mm de longitud.

Se medirán tres unidades enteras para el ancho, la altura, longitud, y los espesores mínimos de las paredes laterales y tabiques.

2.2.10.4.3. Cálculo

Para cada unidad, se medirá y registrará, el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara.

Para cada unidad, se medirá el espesor de la pared lateral y el espesor del tabique en la parte más delgada de cada elemento a 12,7 mm encima del plano de la cama de mortero y a la división más cercana de la regla o calibrador. Cuando la parte más delgada lateral opuesta de la pared difiera en espesor por lo menos en 3,0.mm, promediar sus medidas para determinar el espesor mínimo de pared lateral de la unidad. No considerar los surcos de la banda, los empalmes simulados, y detalles similares en las mediciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Cuantitativa - Cuasi-experimental

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se puede “brincar” o eludir pasos. Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento de probar teorías. (Hernandez Sampieri, 2014)

El presente trabajo de investigación se basa en la recolección de datos producto de los ensayos en laboratorio que se desarrollan secuencialmente, para comprobar las hipótesis planteadas.

Es cuasi-experimental porque se investiga los efectos de la sustitución del agregado PET a un bloque de concreto no estructural, controlando la dosificación en distintos porcentajes.

3.1.2. Nivel de la investigación

Descriptivo

Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

Es decir, únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conducta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan estas. (Hernandez Sampieri, 2014, pág. 92).

Se pretende detallar las diferentes propiedades analizadas de los ensayos indicados en la Norma Peruana E.070, de un bloque de concreto con la sustitución de agregado pétreo por agregado PET en distintos porcentajes.



3.1.3. Método de investigación

Método: Hipotético Deductivo

El método hipotético-deductivo lo empleamos corrientemente tanto en la vida ordinaria como en la investigación científica. Es el camino lógico para buscar la solución a los problemas que nos planteamos. Consiste en emitir hipótesis acerca de las posibles soluciones al problema planteado y en comprobar con los datos disponibles si estos están de acuerdo con aquellas. (CEGARRA SANCHÉZ, 2004, pág. 82).

Se emplea este método debido a que se plantean hipótesis, las cuales serán demostradas o desestimadas mediante ensayos de los bloques de concreto con la sustitución de agregados pétreos agregados PET con respecto al bloque patrón.

3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1. Diseño metodológico

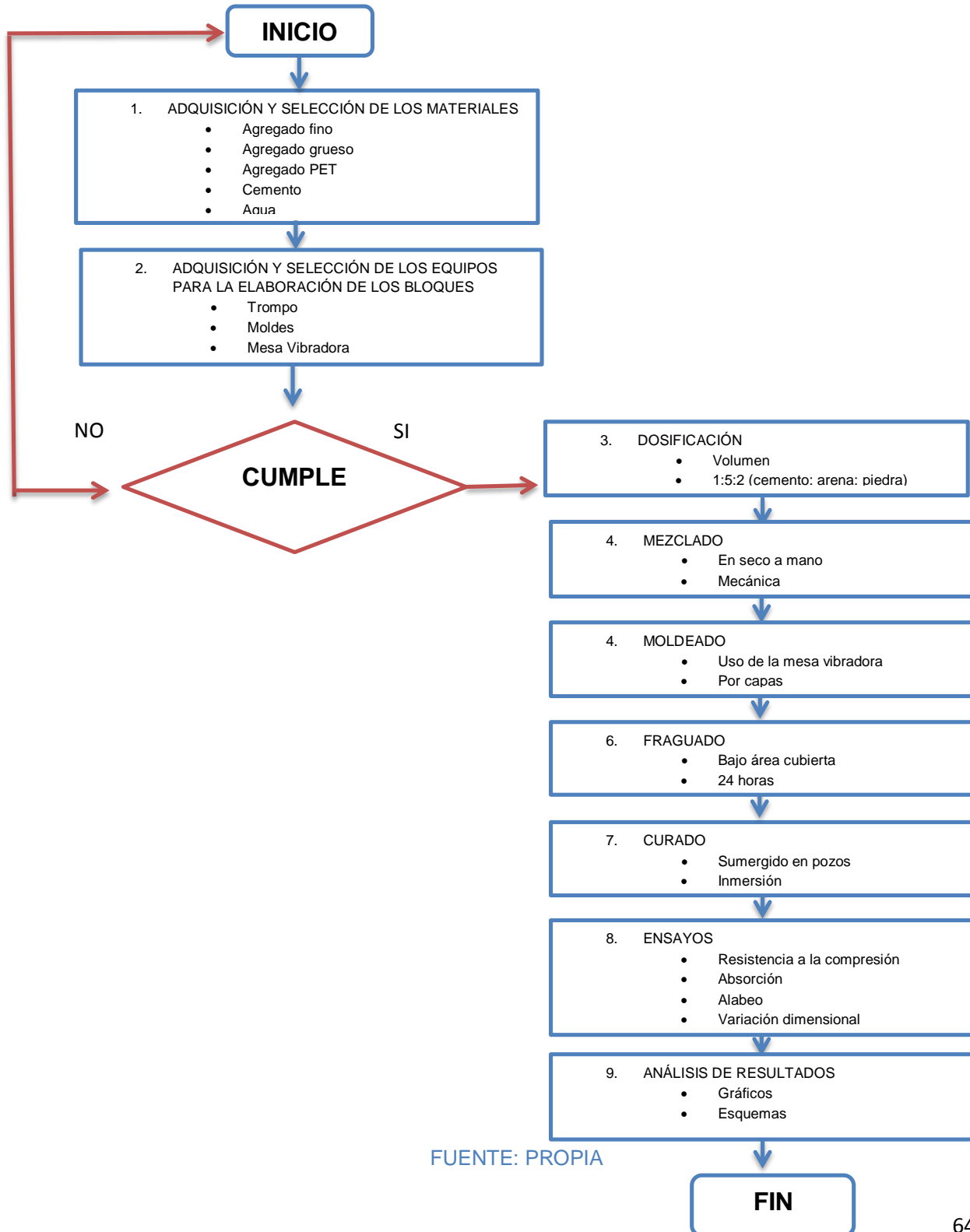
Diseño: Cuasi-experimental

La investigación cuasi-experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es la investigación donde hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Se observan fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. (Sampieri, 2014)

Esta investigación es cuasi-experimental debido a que se tiene que extraer datos de las propiedades físico-mecánicas y a su vez las muestras no se extraen aleatoriamente, sino se eligen cuáles son estos bloques de concreto no estructural con la sustitución del agregado pétreo por agregado PET en distintos porcentajes para compararlos con las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón.

3.2.2. Diseño de Ingeniería

FIGURA 22: FLUJOGRAMA DEL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURALES CON LA SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS POR AGREGADOS PET EN PORCENTAJES DE 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Y 30% CURADOS POR INMERSIÓN Y COMPARADOS CON UN BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN



3.3. Población y Muestra

3.3.1. Población

3.3.1.1. Descripción de la población

La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones. Un estudio no será mejor por tener una población más grande; la calidad de un trabajo investigativo estriba en delimitar claramente la población con base en el planteamiento del problema. (Sampieri, 2014).

La población está compuesta por todas las unidades de albañilería que tienen 3 alveolos de igual dimensión y forma, elaborados por los tesisistas en la fábrica artesanal ubicado en el distrito de San Sebastián.

FIGURA 23: BLOQUES DE CONCRETO DE 3 ALVEOLOS



FUENTE: PROPIA

3.3.1.2. Cuantificación de la población

La población es única, por tratarse de bloques de concreto al que se le ha sustituido distintos porcentajes de agregado pétreo por agregado PET.

Se determinará la muestra de 6 bloques por cada variación de porcentaje de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% y el bloque patrón según la norma 399.604



“UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto” que indica: “Para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad, se seleccionarán seis unidades de cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 unidades de cada lote de más de 10 000 y menos de 100 000 unidades. Para lotes de más de 100 000 unidades, se seleccionarán seis unidades por cada 50 000 unidades o fracción”.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción de la muestra

La muestra es un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta. Para seleccionar una muestra, lo primero que hay que hacer es definir la unidad de muestreo/análisis (si se trata de individuos, organizaciones, periodos, comunidades, situaciones, piezas producidas, eventos, etc.). Una vez definida la unidad de muestreo/análisis se delimita la población. (Sampieri, 2014)

La muestra para esta investigación son los bloques de concreto no estructural elaborados con la sustitución de los agregados pétreos por agregado PET en distintos porcentajes.

3.3.2.2. Cuantificación de la muestra

Se determinará la muestra de 6 bloques por cada variación de porcentaje de 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30% y el bloque patrón según la norma 399.604 “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto” que indica: “Para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad, se seleccionarán seis unidades de cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 unidades de cada lote de más de 10 000 y menos de 100 000 unidades. Para lotes de más de 100 000 unidades, se seleccionarán seis unidades por cada 50 000 unidades o fracción”

TABLA 16: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, ALABEO Y VARIACIÓN DIMENSIONAL

PORCENTAJES DE AGREGADO PET	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	RESISTENCIA A COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, VARIACIÓN DIMENSIONAL Y ALABEO
	7 días	14 días	28 días
PATRON	6 bloques	6 bloques	6 bloques
5%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
10%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
15%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
20%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
25%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
30%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
TOTAL DE BLOQUES	126		

FUENTE: PROPIA

3.3.2.3. Método de muestreo

En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. (Sampieri, 2014).

3.3.3. Criterios de evaluación de muestra

d) ENSAYO - RESISTENCIA A COMPRESIÓN

TABLA 17: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	DÍAS		
	7 días	14 días	28 días
PORCENTAJES DE AGREGADO PET			
PATRON	6 bloques	6 bloques	6 bloques
5%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
10%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
15%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
20%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
25%	6 bloques	6 bloques	6 bloques
30%	6 bloques	6 bloques	6 bloques

FUENTE: PROPIA

e) ENSAYO – ABSORCIÓN

TABLA 18: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN

ENSAYO DE ABSORCIÓN	DÍAS
PORCENTAJES DE AGREGADO PET	28 días
PATRON	6 bloques
5%	6 bloques
10%	6 bloques
15%	6 bloques
20%	6 bloques
25%	6 bloques
30%	6 bloques

FUENTE: PROPIA

f) ENSAYO – ALABEO

TABLA 19: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE ALABEO

ENSAYO DE ALABEO	DÍAS
PORCENTAJES DE AGREGADO PET	28 días
PATRON	6 bloques
5%	6 bloques
10%	6 bloques
15%	6 bloques
20%	6 bloques
25%	6 bloques
30%	6 bloques

FUENTE: PROPIA

g) ENSAYO - VARIACIÓN DIMENSIONAL

TABLA 20: CANTIDAD DE MUESTRAS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL	DÍAS
PORCENTAJES DE AGREGADO PET	28 días
PATRON	6 bloques
5%	6 bloques
10%	6 bloques
15%	6 bloques
20%	6 bloques
25%	6 bloques
30%	6 bloques

FUENTE: PROPIA

3.3.4. Criterios de inclusión

h) Cementos tipo IP, de la marca “Yura”



- i) Agua potable de la zona de San Sebastián
- j) Bloques de concreto de 30cm de longitud x 20cm de altura x 12 cm de ancho de 3 alveolos simétricamente distribuidos.
- k) Agregado grueso de la cantera de Vicho.
- l) Arena fina de la cantera Cunyac y confitillo de la cantera Vicho
- m) Botellas de plástico recolectadas en la provincia de Urubamba.

3.4. Instrumentos

3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección

3.4.1.1. Ensayo de Granulometría Agregados Pétreos

TABLA 21: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS PÉTREOS

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYOS DE LABORATORIO																															
RESPONSABLES:	Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara																															
LUGAR:	Laboratorio UAC																															
FECHA:																															
ENSAYO:	Granulometría																															
AGREGADO:																															
TAMIZADO:	N°.....																															
Peso Total: <input type="text"/> gr																																
<table border="1"><thead><tr><th>TAMIZ</th><th>DIÁMETRO (mm)</th><th>PESO RETENIDO (gr)</th></tr></thead><tbody><tr><td>3/8</td><td>9.525</td><td></td></tr><tr><td>Nº4</td><td>4.75</td><td></td></tr><tr><td>Nº8</td><td>2.381</td><td></td></tr><tr><td>Nº16</td><td>1.191</td><td></td></tr><tr><td>Nº30</td><td>0.595</td><td></td></tr><tr><td>Nº50</td><td>0.298</td><td></td></tr><tr><td>Nº100</td><td>0.149</td><td></td></tr><tr><td>Nº200</td><td>0.074</td><td></td></tr><tr><td></td><td>Suma:</td><td></td></tr></tbody></table>	TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)	3/8	9.525		Nº4	4.75		Nº8	2.381		Nº16	1.191		Nº30	0.595		Nº50	0.298		Nº100	0.149		Nº200	0.074			Suma:			
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)																														
3/8	9.525																															
Nº4	4.75																															
Nº8	2.381																															
Nº16	1.191																															
Nº30	0.595																															
Nº50	0.298																															
Nº100	0.149																															
Nº200	0.074																															
	Suma:																															

FUENTE: PROPIA

3.4.1.2. Ensayo de Granulometría Agregados PET

TABLA 22: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADOS PET

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYOS DE LABORATORIO																															
RESPONSABLES:	Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara																															
LUGAR:	Laboratorio UAC																															
FECHA:																															
ENSAYO:	Granulometría																															
AGREGADO:																															
TAMIZADO:	Nº.....																															
Peso Total: <input type="text"/>		gr																														
<table border="1"><thead><tr><th>TAMIZ</th><th>DIÁMETRO (mm)</th><th>PESO RETENIDO (gr)</th></tr></thead><tbody><tr><td>3/8</td><td>9.525</td><td></td></tr><tr><td>Nº4</td><td>4.75</td><td></td></tr><tr><td>Nº8</td><td>2.381</td><td></td></tr><tr><td>Nº16</td><td>1.191</td><td></td></tr><tr><td>Nº30</td><td>0.595</td><td></td></tr><tr><td>Nº50</td><td>0.298</td><td></td></tr><tr><td>Nº100</td><td>0.149</td><td></td></tr><tr><td>Nº200</td><td>0.074</td><td></td></tr><tr><td></td><td>Suma:</td><td></td></tr></tbody></table>	TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)	3/8	9.525		Nº4	4.75		Nº8	2.381		Nº16	1.191		Nº30	0.595		Nº50	0.298		Nº100	0.149		Nº200	0.074			Suma:			
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)																														
3/8	9.525																															
Nº4	4.75																															
Nº8	2.381																															
Nº16	1.191																															
Nº30	0.595																															
Nº50	0.298																															
Nº100	0.149																															
Nº200	0.074																															
	Suma:																															

FUENTE: PROPIA

3.4.1.3. Ensayo de Resistencia a la compresión

TABLA 23: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYOS DE LABORATORIO															
RESPONSABLES:	Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara															
LUGAR:	Laboratorio UAC															
FECHA:															
ENSAYO:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN															
DÍA:															
PORCENTAJE:															
<table border="1"><thead><tr><th>MUESTRAS</th><th>Resistencia en kgf</th></tr></thead><tbody><tr><td>M1</td><td></td></tr><tr><td>M2</td><td></td></tr><tr><td>M3</td><td></td></tr><tr><td>M4</td><td></td></tr><tr><td>M5</td><td></td></tr><tr><td>M6</td><td></td></tr></tbody></table>	MUESTRAS	Resistencia en kgf	M1		M2		M3		M4		M5		M6			
MUESTRAS	Resistencia en kgf															
M1																
M2																
M3																
M4																
M5																
M6																

FUENTE: PROPIA

3.4.1.4. Ensayo de Alabeo

TABLA 24: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO

N° MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						

FUENTE: PROPIA

3.4.1.5. Ensayo de Absorción

TABLA 25: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN

N° MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)
M1	6.835	7.130
M2	6.705	6.985
M3	7.055	7.380
M4	6.525	6.800
M5	6.740	7.010
M6	6.395	6.650

FUENTE: PROPIA

3.4.1.6. Ensayo de Variación dimensional

TABLA 26: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE CADA MUESTRA

	<p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL ENSAYOS DE LABORATORIO</p>		
RESPONSABLES:	Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara		
LUGAR:	Laboratorio UAC		
FECHA:		
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL		
DÍA:		
PORCENTAJE:		
MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
Promedio			

FUENTE: PROPIA

TABLA 27: HOJAS DE TOMA DE DATOS PARA VARIACIÓN DIMENSIONAL DE TODAS LAS MUESTRAS

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO				
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA				
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
ENSAYOS DE LABORATORIO				
RESPONSABLES:	Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara			
LUGAR:	Laboratorio UAC			
FECHA:			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL			
DÍA:			
PORCENTAJE:			

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1				
M2				
M3				
M4				
M5				
M6				

FUENTE: PROPIA

3.4.2. Instrumentos de ingeniería

- Vernier
- Regla metálica
- Brocha



- Cepillo metálico
- Serie de tamices (No 3/8, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200, fondo)
- Recipiente metálico
- Balanza de precisión
- Equipo de compresión axial
- Placas de acero de 40.8cm de longitud x 15.5cm de ancho x 1.2cm de espesor y 40.9cm x 15.4cm x 1.2 respectivamente
- Láminas de caucho
- Nivel
- Cuña de madera milimetrada

3.5. Procedimientos de Recolección de Datos

3.5.1. Granulometría de Agregados Finos (70% Arena Fina y 30% Confitillo)

3.5.1.1. Materiales

- Muestra de arena fina y confitillo
- Brocha
- Cepillo metálico
- Serie de tamices (No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200, fondo)
- Recipiente metálico
- Balanza de precisión

3.5.1.2. Procedimiento

- Se realizó el cuarteo para proseguir con la toma de muestra representativa.

FIGURA 24: CUARTEO DE AGREGADO FINO



FUENTE: PROPIA

- Se procedió con la toma de dato del peso de la muestra.
- Enseguida se lavó la muestra para dejarla en el horno 24 horas

FIGURA 25: LAVADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE
AGREGADO FINO



FUENTE: PROPIA

- Al día siguiente se retiró la muestra del horno para tomar el dato del peso seco y enseguida se procede con el ensayo de granulometría para pesar cada muestra retenida en cada malla usada.

FIGURA 26: TAMIZADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 27: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO



FUENTE: PROPIA

3.5.1.3. Toma de datos

- GRANULOMETRÍA PARA ARENA FINA

TABLA 28: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 1



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 17.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: fino
TAMIZADO: N° 1

Peso Total:	429.3	gr
-------------	-------	----

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.525	0.00
Nº4	4.75	1.70
Nº8	2.381	5.90
Nº16	1.191	15.70
Nº30	0.595	87.80
Nº50	0.298	182.70
Nº100	0.149	108.50
Nº200	0.074	26.80
Suma:		429.1

FUENTE: PROPIA

TABLA 29: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 2



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 17.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: fino
TAMIZADO: N° 2

Peso Total:	388.8	gr
-------------	-------	----

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.525	0
Nº4	4.75	3.6
Nº8	2.381	6.6
Nº16	1.191	12.4
Nº30	0.595	70
Nº50	0.298	161.1
Nº100	0.149	106
Nº200	0.074	28.1
Suma:		387.8

FUENTE: PROPIA

TABLA 30: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE LA ARENA FINA - TAMIZADO 3



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 17.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: fino
TAMIZADO: N° 3

Peso Total:	490.2	gr
-------------	-------	----

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.525	0
Nº4	4.75	1
Nº8	2.381	6.7
Nº16	1.191	14.9
Nº30	0.595	89.5
Nº50	0.298	208.9
Nº100	0.149	134.5
Nº200	0.074	35.1
Suma:		490.6

FUENTE: PROPIA

- **GRANULOMETRÍA PARA CONFITILLO**

TABLA 31: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 1



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: confitillo
TAMIZADO: N° 1

Peso Total:	576.1	gr.
-------------	-------	-----

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/2	12.7	0.00
3/8	9.525	0.00
Nº4	4.75	89.00
Nº8	2.381	129.40
Nº16	1.191	134.90
Nº30	0.595	87.70
Nº50	0.298	65.10
Nº100	0.149	43.30
Nº200	0.074	26.70
Suma:		576.1

FUENTE: PROPIA

TABLA 32: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: confitillo
TAMIZADO: N° 2

Peso Total: 707.2 gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/2	12.7	0.00
3/8	9.525	0.00
Nº4	4.75	117.10
Nº8	2.381	177.70
Nº16	1.191	195.80
Nº30	0.595	99.20
Nº50	0.298	61.60
Nº100	0.149	35.50
Nº200	0.074	20.90
	Suma:	707.8

FUENTE: PROPIA

TABLA 33: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO - TAMIZADO 3

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: confitillo
TAMIZADO: N° 3

Peso Total: 769.3 gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/2	12.7	0.00
3/8	9.525	0.00
Nº4	4.75	160.90
Nº8	2.381	196.80
Nº16	1.191	180.90
Nº30	0.595	97.60
Nº50	0.298	63.80
Nº100	0.149	42.40
Nº200	0.074	27.00
	Suma:	769.4

FUENTE: PROPIA

3.5.2. Granulometría de Agregados Gruesos

3.5.2.1. Materiales

- Muestra de Agregado Grueso
- Brocha
- Cepillo metálico
- Serie de tamices (3/8, 1/4, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200, fondo)
- Recipiente metálico
- Balanza de precisión

3.5.2.2. Procedimiento

- Se realizó el cuarteo para proseguir con la toma de muestra representativa utilizando un tamaño máximo nominal de $\frac{1}{4}$ "

FIGURA 28: CUARTEO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO



FUENTE: PROPIA

- Se procedió con la toma de dato del peso de la muestra

FIGURA 29: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO



FUENTE: PROPIA

- Enseguida se lavó la muestra para dejarla en el horno 24 horas

FIGURA 30: LAVADO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO



FUENTE: PROPIA

- Al día siguiente se retiró la muestra del horno para tomar el dato del peso seco y enseguida se procede con el ensayo de granulometría para pesar cada muestra retenida en cada malla usada.

FIGURA 31: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO



FUENTE: PROPIA

3.5.2.3. Toma de datos

TABLA 34: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 1



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: grueso
TAMIZADO: N° 1

Peso Total:	626.29
-------------	--------

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/4	6.35	0
Nº4	4.75	616.5
Nº8	2.381	10.2
Nº16	1.191	0
Nº30	0.595	0
Nº50	0.298	0
Nº100	0.149	0
Nº200	0.074	0
Suma:		626.7

FUENTE: PROPIA

TABLA 35: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: grueso
TAMIZADO: N° 2

Peso Total:	617.70
-------------	--------

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/4	6.35	0
Nº4	4.75	605.2
Nº8	2.381	12.3
Nº16	1.191	0
Nº30	0.595	0
Nº50	0.298	0
Nº100	0.149	0
Nº200	0.074	0
Suma:		617.5

FUENTE: PROPIA

TABLA 36: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO-TAMIZADO 3

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: grueso
TAMIZADO: N° 3

Peso Total:	628.4
-------------	-------

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
1/4	6.35	0
Nº4	4.75	619.1
Nº8	2.381	9.1
Nº16	1.191	0
Nº30	0.595	0
Nº50	0.298	0
Nº100	0.149	0
Nº200	0.074	0
Suma:		628.2

FUENTE: PROPIA

3.5.3. Granulometría de Agregados PET

3.5.3.1. Materiales

- Muestra de agregado PET
- Brocha
- Cepillo metálico
- Serie de tamices (3/8, 1/4, No 4, No 8, No 16, No 30, No 50, No 100, No 200, fondo)
- Recipiente metálico
- Balanza de precisión

3.5.3.2. Procedimiento

- Se realizó el picado del PET en un molino por lo menos 10 veces puesto que la zaranda del molino era de 1/2"; se realizó esta molienda para conseguir una granulometría adecuada que pudiera reemplazar el agregado pétreo en algunos porcentajes.

FIGURA 32: PROCESO DE MOLIENDA DEL PET



FUENTE: PROPIA

- Se realizó el cuarteo para proseguir con la toma de muestra representativa ya en laboratorio.

FIGURA 33: CUARTEO DE MATERIAL PARA GRANULOMETRÍA DEL PET



FUENTE: PROPIA

- Se procedió con la toma de dato del peso de la muestra.
- Enseguida continuamos con el ensayo de granulometría para pesar cada muestra retenida en cada malla usada.

FIGURA 34: TOMA DE DATOS DEL PESO DEL PET PARA GRANULOMETRÍA



FUENTE: PROPIA

3.5.3.3. Toma de datos

- GRANULOMETRÍA AGREGADO PET 1

TABLA 37: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 1- TAMIZADO 1

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 27.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: PET
TAMIZADO: N° 1

Peso Total: 270.5 gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.53	0
Nº4	4.76	4.7
Nº8	2	164.3
Nº16	0.84	87.6
Nº30	0.42	11.8
Nº50	0.25	1.3
Nº100	0.149	0.1
Nº200	0.074	0.1
Suma:		269.9

FUENTE: PROPIA

TABLA 38: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 1-TAMIZADO 2

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 27.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: PET
TAMIZADO: N° 2

Peso Total: 287.5 gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.53	0
Nº4	4.76	6.3
Nº8	2	185.2
Nº16	0.84	84.1
Nº30	0.42	10.7
Nº50	0.25	1
Nº100	0.149	0.1
Nº200	0.074	0.1
Suma:		287.5

FUENTE: PROPIA

- GRANULOMETRÍA AGREGADO PET 2**

TABLA 39: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 2- TAMIZADO 1



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 27.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: PET
TAMIZADO: N° 1

Peso Total:	289.1
-------------	-------

gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.53	0
Nº4	4.76	34.8
Nº8	2	185.7
Nº16	0.84	59.2
Nº30	0.42	8.2
Nº50	0.25	1
Nº100	0.149	0.1
Nº200	0.074	0
Suma:		289

FUENTE: PROPIA

TABLA 40: TOMA DE DATOS PARA GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET 2-TAMIZADO 2



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 27.05.16
ENSAYO: **Granulometría**
AGREGADO: PET
TAMIZADO: N° 2

Peso Total:	315
-------------	-----

gr.

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO (gr)
3/8	9.53	0
Nº4	4.76	74.7
Nº8	2	163.9
Nº16	0.84	58.1
Nº30	0.42	14.2
Nº50	0.25	2.9
Nº100	0.149	0.3
Nº200	0.074	0.1
Suma:		314.2

FUENTE: PROPIA

3.5.4. Proceso de fabricación de los bloques de concreto

3.5.1. Materiales

- Mezcladora
- Baldes de plástico
- Pala
- Cilindros
- Carretilla
- Agregados (arena, confitillo, agregado grueso)
- Cemento
- Agua
- Planchas de madera
- Plástico
- PET picado

3.5.2. Procedimiento

- Diseño de mezcla

La dosificación para esta investigación es de 1: 5: 2 (cemento-agregado fino-agregado grueso), el proporcionamiento se hizo por volumen utilizando un balde de 20 litros que equivale a 0.02 m³.

FIGURA 35: PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE LOS AGREGADOS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 36: PROCESO DE DOSIFICACIÓN DEL PET



FUENTE: PROPIA

- **Mezclado**

Se inició previamente mezclando los agregados y el cemento en seco para luego introducirlo en el trompo y enseguida agregarle el agua hasta obtener una mezcla de color uniforme aproximadamente entre 2 y 3 minutos.

FIGURA 37: PROCESO DE MEZCLADO DE LOS AGREGADOS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 38: PROCESO DE MEZCLADO DE LOS AGREGADOS Y EL PET



FUENTE: PROPIA

- **Moldeado**

Obtenida la mezcla se procedió a vaciarla dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora; el método de llenado se debe realizar por capas y con la ayuda de una varilla se puede acomodar la mezcla. El vibrado se mantiene hasta que aparezca una película de agua en la superficie, luego del mismo se retiró el molde de la mesa y se llevó al área de fraguado, con la ayuda de pie y en forma vertical se desmoldó el bloque.

FIGURA 39: PROCESO DE MOLDEADO DE LA MEZCLA



FUENTE: PROPIA

FIGURA 40: PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LA MEZCLA



FUENTE: PROPIA

- **Fraguado**

Luego de haberlos fabricado los colocamos sobre tablas de madera que funcionan como base para dirigirlos a la zona destinada para el fraguado protegida del sol y vientos que nos garantizó que los bloques fraguaran sin secarse esto quiere decir sin perder rápidamente el agua de mezcla; todas las unidades fraguaron durante 24 horas.

FIGURA 41: PROCESO DE FRAGUADO DE LOS BLOQUES DE CONCRETO



FUENTE: PROPIA

- **Curado**

El curado de los bloques consistió en mantener los bloques húmedos para permitir que continúe la reacción química del cemento, con el fin de obtener una buena calidad y resistencia. Por esto el curado fue por inmersión, así que se sumergieron todos los bloques en pozos llenos de agua durante 21 días.

FIGURA 42: BLOQUES SUMERGIDOS EN LOS POZOS DE AGUA



FUENTE: PROPIA

- **Secado**

La zona de secado fue totalmente cubierta para que los bloques no se humedezcan hasta el día de los ensayos respectivos.

FIGURA 43: COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES EN LA ZONA DE SECADO



FUENTE: PROPIA

3.5.5. Resistencia a compresión de los bloques de concreto

3.5.5.1. Materiales

- Equipo de compresión axial
- Placas de acero de 40.8cm de longitud x 15.5cm de ancho x 1.2cm de espesor y 40.9cm x 15.4cm x 1.2 respectivamente
- Láminas de caucho
- Capping cemento-arena
- Regla metálica
- Nivel
- Cinta masking
- Corrector
- Plumón

3.5.5.2. Procedimiento

- Se inició con la colocación del capping en cada unidad un día antes del 7mo, 14vo y 28vo día respectivamente.

FIGURA 44: COLOCACIÓN DEL CAPPING DE CADA UNIDAD



FUENTE: PROPIA

- Se lijaron algunas unidades que presentaban formas inusuales y se marcaron cada una de ellas.
- Se colocó cada unidad a ensayar en medio de ambas placas cubiertas con las láminas de caucho, hasta que el centro de la esfera de la rótula coincidiera con el centro de la cara de apoyo de cada placa.

FIGURA 45: PROCESO DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN



FUENTE: PROPIA

- Se programó el equipo de compresión axial para luego iniciar con el ensayo y tomar los datos

FIGURA 46: TOMA DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN



FUENTE: PROPIA

3.5.5.3. Toma de datos

TABLA 41: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE
PATRÓN



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11, 18 Y 25 DE JUNIO
ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
DÍA: 7, 14 Y 28
PORCENTAJE: PATRÓN

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	10250	M1	13690	M1	15060
M2	9790	M2	12440	M2	14180
M3	12290	M3	15770	M3	14050
M4	7900	M4	12390	M4	13480
M5	14680	M5	11760	M5	13870
M6	12630	M6	15450	M6	15140

FUENTE: PROPIA

TABLA 42: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE
AL 5%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11, 18 Y 25 DE JUNIO
ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
DÍA: 7, 14 Y 28
PORCENTAJE: 5%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	13410	M1	12730	M1	15390
M2	14410	M2	13030	M2	16180
M3	13180	M3	18290	M3	17640
M4	12970	M4	12670	M4	18210
M5	15910	M5	13960	M5	17580
M6	12860	M6	14500	M6	14720

FUENTE: PROPIA

TABLA 43: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE
AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
 LUGAR: Laboratorio UAC
 FECHA: 11, 18 Y 25 DE JUNIO
 ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 DÍA: 7, 14 Y 28
 PORCENTAJE: 10%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	16090	M1	14400	M1	16820
M2	13370	M2	14410	M2	19010
M3	14370	M3	18030	M3	17360
M4	11890	M4	13840	M4	17260
M5	13040	M5	14600	M5	12390
M6	16640	M6	14540	M6	14140

FUENTE: PROPIA

TABLA 44: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 15%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
 LUGAR: Laboratorio UAC
 FECHA: 11, 18 Y 25 DE JUNIO
 ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 DÍA: 7, 14 Y 28
 PORCENTAJE: 15%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	15620	M1	15780	M1	16180
M2	13280	M2	14560	M2	17030
M3	13260	M3	11580	M3	11230
M4	9170	M4	13370	M4	13570
M5	14110	M5	12550	M5	16020
M6	13200	M6	14790	M6	13870

FUENTE: PROPIA

TABLA 45: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE AL 20%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
 LUGAR: Laboratorio UAC
 FECHA: 11, 18 Y 25 DE JUNIO
 ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 DÍA: 7, 14 Y 28
 PORCENTAJE: 20%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	11120	M1	13700	M1	13800
M2	10210	M2	11470	M2	12050
M3	12240	M3	11630	M3	13850
M4	12430	M4	10780	M4	12950
M5	11530	M5	10900	M5	14540
M6	10620	M6	10670	M6	12820

FUENTE: PROPIA

TABLA 46: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE
AL 25%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
 LUGAR: Laboratorio UAC
 FECHA: 23, 30 de junio y 07 de julio
 ENSAYO: **RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**
 DÍA: 7, 14 Y 28
 PORCENTAJE: 25%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	11986	M1	10050	M1	12568
M2	10120	M2	12530	M2	10256
M3	9120	M3	9010	M3	13050
M4	9670	M4	10135	M4	13130
M5	11210	M5	10201	M5	12657
M6	9563	M6	11132	M6	11235

FUENTE: PROPIA

TABLA 47: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE
AL 30%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara

LUGAR: Laboratorio UAC

FECHA: 23, 30 de junio y 07 de julio

ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

DÍA: 7, 14 Y 28

PORCENTAJE: 30%

7 DÍAS		14 DÍAS		28 DÍAS	
MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)	MUESTRAS	RESISTENCIA (kg-f)
M1	10500	M1	10220	M1	11940
M2	8100	M2	10500	M2	11530
M3	7890	M3	8760	M3	9990
M4	9530	M4	8590	M4	9060
M5	9510	M5	9400	M5	12600
M6	9030	M6	12060	M6	10850

FUENTE: PROPIA

3.5.6. Absorción de los bloques de concreto

3.5.6.1. Materiales

- Cilindros
- Agua
- Balanza de precisión

3.5.6.2. Procedimiento

- Se inició tomando el peso de cada unidad anteriormente marcada

FIGURA 47: TOMA DE DATOS DEL PESO DE LA UNIDAD



FUENTE: PROPIA

- Enseguida se sumergieron los especímenes en los cilindros llenos de agua durante 24 horas

FIGURA 48: SUMERSIÓN DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

- Al día siguiente se retiraron de los cilindros llenos de agua, después de 5 minutos se registraron los pesos

FIGURA 49: TOMA DE DATOS DEL PESO DE LA UNIDAD DESPUÉS DE LA SUMERSIÓN



FUENTE: PROPIA

3.5.6.3. Toma de datos

TABLA 48: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE PATRÓN



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: PATRÓN

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	6.835	7.130
M2	6.705	6.985
M3	7.055	7.380
M4	6.525	6.800
M5	6.740	7.010
M6	6.395	6.650

FUENTE: PROPIA

TABLA 49: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 5%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 5%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	6.367	6.625
M2	6.849	7.130
M3	6.662	6.92
M4	6.289	6.530
M5	6.662	6.945
M6	6.681	6.930

FUENTE: PROPIA

TABLA 50: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 10%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	6.750	7.000
M2	6.545	6.775
M3	6.675	6.93
M4	6.720	6.935
M5	6.540	6.735
M6	6.575	6.775

FUENTE: PROPIA

TABLA 51: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 15%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO

RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 15%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	6.986	7.245
M2	6.363	6.630
M3	6.351	6.545
M4	6.536	6.775
M5	6.641	6.880
M6	5.972	6.225

FUENTE: PROPIA

TABLA 52: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 20%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 20%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	6.515	6.765
M2	6.405	6.675
M3	6.715	6.990
M4	6.220	6.470
M5	6.270	6.535
M6	6.320	6.590

FUENTE: PROPIA

TABLA 53: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 25%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 25%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	5.995	6.130
M2	6.005	6.335
M3	5.775	6.051
M4	6.215	6.520
M5	5.920	6.200
M6	6.050	6.395

FUENTE: PROPIA

TABLA 54: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 30%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: **ABSORCIÓN**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 30%

MUESTRA	PESO SECO(Wd) kg	PESO SATURADO(Ws) kg
M1	5.975	6.250
M2	5.660	5.980
M3	5.800	6.115
M4	6.105	6.430
M5	5.450	5.730
M6	5.825	6.090

FUENTE: PROPIA

3.5.7. Alabeo de los bloques de concreto

3.5.7.1. Materiales

- Cuña de madera milimetrada
- Regla metálica
- Nivel

3.5.7.2. Procedimiento

- Se colocaron las unidades sobre la mesa de laboratorio que se encontraba nivelada

FIGURA 50: NIVELACIÓN DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

- Enseguida se colocó la regla metálica en forma diagonal y se introdujo la cuña hasta encontrar la máxima concavidad o la máxima convexidad en cada unidad, se realizó el mismo procedimiento por ambos lados.

FIGURA 51: ENSAYO DE ALABEO



FUENTE: PROPIA

3.5.7.3. Toma de datos

TABLA 55: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE PATRÓN



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: PATRÓN

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	0	0	-	0	0.5	concavo
M2	1.4	0	concavo	1	3	convexo
M3	0	2.5	convexo	0.5	1	convexo
M4	0	3	convexo	2	0	convexo
M5	0	0	-	0.2	2.5	convexo
M6	1	3	concavo	1.5	1	convexo

FUENTE: PROPIA

TABLA 56: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 5%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 5%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	0.8	0	concavo	1	0.2	concavo
M2	0	0	-	1	0.5	convexo
M3	0.5	0.5	concavo	0.5	0	concavo
M4	1	1	concavo	1.2	2	concavo
M5	0	0	-	1	1	concavo
M6	1	0	convexo	1	0	concavo

FUENTE: PROPIA

TABLA 57: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 10%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 10%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	0	0	-	1	0	convexo
M2	0	0	-	2	0	convexo
M3	0	0	-	1.8	2	concavo
M4	1	1	convexo	2	3.2	concavo
M5	0.5	0	convexo	0.5	2.5	convexo
M6	0.5	0	concavo	1.5	1.4	concavo

FUENTE: PROPIA

TABLA 58: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 15%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 15%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	1.5	0	convexo	1.3	1.4	convexo
M2	1	0	convexo	0.5	1.5	concavo
M3	1.5	0	concavo	2	2	convexo
M4	1	1	concavo	0	0	-
M5	0.5	0	concavo	1.5	0.5	concavo
M6	2	1	concavo	1.2	1.3	convexo

FUENTE: PROPIA

TABLA 59: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 20%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 20%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	0.5	0	convexo	0.5	0	concavo
M2	2.8	0	convexo	1.2	0	concavo
M3	2	0	convexo	0.8	0.8	concavo
M4	2	2	concavo	0.5	1	concavo
M5	0.5	0.5	concavo	2	1	concavo
M6	1.5	0	convexo	0.5	1	convexo

FUENTE: PROPIA

TABLA 60: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 25%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 25%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	1	0	convexo	0	0	-
M2	0	0	-	2	2	concavo
M3	1	2.4	concavo	3	2	convexo
M4	1.5	0.6	convexo	1.5	0	convexo
M5	0.7	0.5	convexo	1.4	0.5	convexo
M6	0	0	-	1.4	1	convexo

FUENTE: PROPIA

TABLA 61: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 30%



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIO



RESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: **ALABEO**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 30%

MUESTRA	CARA SUPERIOR			CARA INFERIOR		
	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD	DIAGONAL 1 (mm)	DIAGONAL 2 (mm)	CONCAVIDAD/ CONVEXIDAD
M1	0.5	1.5	convexo	0.7	1.7	concavo
M2	1	1	convexo	8	4	convexo
M3	0	0	-	2.5	2	convexo
M4	1.5	0	concavo	0.5	0	concavo
M5	0.2	0	concavo	1.5	0	convexo
M6	0.4	0	convexo	2.5	1	convexo

FUENTE: PROPIA

3.5.8. Variación Dimensional de los bloques de concreto

3.5.8.1. Materiales

- Regla metálica
- Vernier

3.5.8.2. Procedimiento

- Se midió todas las dimensiones (longitud, ancho, altura) con la regla metálica graduada. Los espesores de las paredes se midieron con un calibre Vernier

FIGURA 52: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - LONGITUD



FUENTE: PROPIA

FIGURA 53: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - ALTURA



FUENTE: PROPIA

3.5.8.3. Toma de datos

TABLA 62: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE
PATRÓNUNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL
DÍA: 28
PORCENTAJE: PATRÓN

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
310	118.1	183	12.5
302	118.9	182.8	13
306	118.5	182.9	12.75

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
299	118	185	13
301.5	119.5	185	13.1
300.25	118.75	185	13.05

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
302	121.5	187	13
290	120.5	186	12.1
296	121	186.5	12.55

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300.5	120.5	186	13
301	119.5	186.5	12
300.75	120	186.25	12.5

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300.5	120	183	11.8
300.5	119	179	12
300.5	119.5	181	11.9

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	117	176	13
300	118.1	184	11
300	117.55	180	12

FUENTE: PROPIA

TABLA 63: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL
5%UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL
DÍA: 28
PORCENTAJE: 5%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
299	117	184	12
300	117	183	11
299.5	117	183.5	11.5

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
299	119	185	12
298	119	184	11.5
298.5	119	184.5	11.75

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	119	184	11.5
300	118	184	12
300.5	118.5	184	11.75

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
298	118	185	12.5
299	118	179	11.5
298.5	118	182	12

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	118	179	12.2
300	118	178	12.7
300	118	178.5	12.45

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	118	181	11.5
300	118	181	12
300	118	181	11.75

FUENTE: PROPIA

TABLA 64: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 10%

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL
DÍA: 28
PORCENTAJE: 10%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300	119	181	12
299	120	183	13.1
299.5	119.5	182	12.55

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300	120	185	13
301	120	180	12
300.5	120	182.5	12.5

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
298	118	185	13.5
298	119	186	13
298	118.5	185.5	13.25

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
297	120	183	13
301	122	183	13.2
299	121	183	13.1

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300	120	185	13
301	121	178	12.7
300.5	120.5	181.5	12.85

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
299	121	185	13
299	119	188	13
299	120	186.5	13

FUENTE: PROPIA

TABLA 65: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL
15%UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **VARIACIÓN DIMENSIONAL**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 15%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
299	120	185	11.5
300.1	119.9	191	11.5
299.55	119.95	188	11.5

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
299.5	119.5	183	12.1
300	120	185	12.7
299.75	119.75	184	12.4

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300.1	119.5	184	12
300	119.5	190	11.2
300.05	119.5	187	11.6

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
301	120	184	11.5
300.5	120	186	12
300.75	120	185	11.75

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300	119	190	12.1
300	119.5	187	12
300	119.25	188.5	12.05

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPESOR(mm)
300.1	119.9	180	12
300.1	119	182	12
300.1	119.45	181	12

FUENTE: PROPIA

TABLA 66: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL
20%UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 11.07.16
ENSAYO: **VARIACIÓN DIMENSIONAL**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 20%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	121	188	13.8
299	120	183	13.8
299.5	120.5	185.5	13.8

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	120	187	12
300	121	184	13
300.5	120.5	185.5	12.5

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	121	191	13
302	120	188	12
301.5	120.5	189.5	12.5

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	121	185	13.5
302	120	185	14
301	120.5	185	13.75

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	120	186	13.5
299	120	183	11
299.5	120	184.5	12.25

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	120	184	13.5
300	120	187	13
300.5	120	185.5	13.25

FUENTE: PROPIA

TABLA 67: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL
25%UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: VARIACIÓN DIMENSIONAL
DÍA: 28
PORCENTAJE: 25%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	120.5	180	12.8
300	121	183	12.5
300.5	120.75	181.5	12.65

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301.5	121	185	11.2
300	121	182	11.1
300.75	121	183.5	11.15

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	120	182	13.5
302	120.5	184	12.5
301.5	120.25	183	13

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
299	119	183	12.1
300	121	189	12.9
299.5	120	186	12.5

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300.5	120	185	12
290.5	121	186	14.8
295.5	120.5	185.5	13.4

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301.5	121.5	189	13.8
301.5	121.5	182	11.1
301.5	121.5	185.5	12.45

FUENTE: PROPIA

TABLA 68: TOMA DE DATOS PARA ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL
30%UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYOS DE LABORATORIORESPONSABLES: Reynaldo Tuero Rojas/Adriana G. Lopez Jara
LUGAR: Laboratorio UAC
FECHA: 18.07.16
ENSAYO: **VARIACIÓN DIMENSIONAL**
DÍA: 28
PORCENTAJE: 30%

MUESTRA 1			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
301	120.5	190.5	11
300	120.5	189	13.9
300.5	120.5	189.75	12.45

MUESTRA 2			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	120	188.5	13
300	120	175	12
300	120	181.75	12.5

MUESTRA 3			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300.5	120	188.5	13
300	121	175	12
300.25	120.5	181.75	12.5

MUESTRA 4			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	120	189	14
301	120	190	11
300.5	120	189.5	12.5

MUESTRA 5			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300.5	120	181	11
299	120.5	182	12
299.75	120.25	181.5	11.5

MUESTRA 6			
LARGO(mm)	ANCHO(mm)	ALTURA(mm)	ESPEJOR(mm)
300	120	186	12.7
301	120.7	185	12
300.5	120.35	185.5	12.35

FUENTE: PROPIA

3.6. Procesamiento de Análisis de datos

3.6.1. Granulometría de Agregados Finos (70% Arena Fina y 30% Confitillo)

$$\% \text{Retenido} = 100 \times \frac{\text{Peso Retenido Corregido (gr)}}{\text{Peso Total (gr)}}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Acumulado Anterior} + \% \text{ Retenido}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

TABLA 69: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE ARENA FINA

Peso Total: 436.10 gr

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	PESO RETENIDO CORREGIDO(gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3/8	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	2.10	2.14	0.49	0.49	99.51
Nº8	2.381	6.40	6.44	1.48	1.97	98.03
Nº16	1.191	14.33	14.37	3.30	5.26	94.74
Nº30	0.595	82.43	82.47	18.91	24.17	75.83
Nº50	0.298	184.23	184.27	42.25	66.43	33.57
Nº100	0.149	116.33	116.37	26.68	93.11	6.89
Nº200	0.074	30.00	30.04	6.89	100.00	0.00
Suma:		435.83				

FUENTE: PROPIA

La granulometría de la arena fina está por encima del rango de parámetros mínimos exigidos por la norma técnica E.070

TABLA 70: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE CONFITILLO

Peso Total: 684.20 gr

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	PESO RETENIDO CORREGIDO(gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3/8	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	122.33	122.30	17.87	17.87	82.13
Nº8	2.381	167.97	167.93	24.54	42.42	57.58
Nº16	1.191	170.53	170.50	24.92	67.34	32.66
Nº30	0.595	94.83	94.80	13.86	81.19	18.81
Nº50	0.298	63.50	63.47	9.28	90.47	9.53
Nº100	0.149	40.40	40.37	5.90	96.37	3.63
Nº200	0.074	24.87	24.83	3.63	100.00	0.00
Suma:		684.43				

FUENTE: PROPIA

La granulometría del confitillo está por debajo del rango de parámetros mínimos exigidos por la norma técnica E.070.

Para lograr una granulometría que cumpla la norma, realizamos una dosificación de la mezcla de: 70% de arena fina + 30% de confitillo.

3.6.2. Granulometría de Agregados Gruesos

$$\% \text{Retenido} = 100 \times \frac{\text{Peso Retenido Corregido (gr)}}{\text{Peso Total (gr)}}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Acumulado Anterior} + \% \text{ Retenido}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

TABLA 71: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DE AGREGADO GRUESO

Peso Total: 624.13 gr

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	PESO RETENIDO CORREGIDO	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
			1			
1/4	6.35	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	613.60	613.60	98.31	98.31	1.69
Nº8	2.381	10.53	10.53	1.69	100.00	0.00
Nº16	1.191	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº30	0.595	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº50	0.298	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº100	0.149	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
Nº200	0.074	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
	Suma:	624.13				

FUENTE: PROPIA

Para la granulometría del agregado grueso, se tuvo que tamizar entre una malla de tamaño máximo de 1/4" y una malla Nº 4.

3.6.3. Granulometría de Agregados PET

$$\% \text{Retenido} = 100 \times \frac{\text{Peso Retenido Corregido (gr)}}{\text{Peso Total (gr)}}$$

$$\% \text{ Retenido Acumulado} = \% \text{ Retenido Acumulado Anterior} + \% \text{ Retenido}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido Acumulado}$$

TABLA 72: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE GRANULOMETRÍA PROMEDIO DEL AGREGADO PET

Peso Total:	290.53 gr					
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO(gr)	PESO RETENIDO CORREGIDO(gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
3/8	9.525	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº4	4.75	30.13	30.18	10.39	10.39	89.61
Nº8	2.381	174.78	174.83	60.18	70.56	29.44
Nº16	1.191	72.25	72.30	24.89	95.45	4.55
Nº30	0.595	11.23	11.28	3.88	99.33	0.67
Nº50	0.298	1.55	1.60	0.55	99.89	0.11
Nº100	0.149	0.15	0.20	0.07	99.96	0.04
Nº200	0.074	0.08	0.13	0.04	100.00	0.00
	Suma:	290.15				

FUENTE: PROPIA

No existe un rango de parámetros mínimos en la norma para este tipo de agregado.

3.6.4. Resistencia a compresión de los bloques de concreto

$$\text{Resistencia en Newton} = \text{Resistencia en kgf} \times 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$\text{Resistencia en MPa} = \frac{\text{Resistencia en Newton (N)}}{\text{Área(mm}^2\text{)}}$$

- **Bloque Patrón**

Largo = 300.6mm.

Ancho = 119.2mm.

Área = 35831.52mm²

TABLA 73: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	10250	100552.5	2.81	3.08
M2	9790	96039.9	2.68	
M3	12290	120564.9	3.36	
M4	7900	77499	2.16	
M5	14680	144010.8	4.02	
M6	12630	123900.3	3.46	

FUENTE: PROPIA

TABLA 74: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	13690	134298.9	3.75	3.72
M2	12440	122036.4	3.41	
M3	15770	154703.7	4.32	
M4	12390	121545.9	3.39	
M5	11760	115365.6	3.22	
M6	15450	151564.5	4.23	

FUENTE: PROPIA

TABLA 75: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	15060	147738.6	4.12	3.91
M2	14180	139105.8	3.88	
M3	14050	137830.5	3.85	
M4	13480	132238.8	3.69	
M5	13870	136064.7	3.80	
M6	15140	148523.4	4.15	

FUENTE: PROPIA

En la resistencia del bloque patrón observamos el aumento progresivo de las resistencias, así como lo indicado, que la resistencia a los 7 días debe ser un 75% de la resistencia a los 28 días.

- **Bloque al 5%**

Largo = 299.5mm.

Ancho = 118.08mm.

Área = 35364.96mm²

TABLA 76: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	16090	157842.9	4.40	3.89
M2	13370	131159.7	3.65	
M3	14370	140969.7	3.93	
M4	11890	116640.9	3.25	
M5	13040	127922.4	3.56	
M6	16640	163238.4	4.55	

FUENTE: PROPIA

TABLA 77: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	14400	141264	3.93	4.09
M2	14410	141362.1	3.94	
M3	18030	176874.3	4.93	
M4	13840	135770.4	3.78	
M5	14600	143226	3.99	
M6	14540	142637.4	3.97	

FUENTE: PROPIA

TABLA 78: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	16820	165004.2	4.60	4.42
M2	19010	186488.1	5.19	
M3	17360	170301.6	4.74	
M4	17260	169320.6	4.72	
M5	12390	121545.9	3.39	
M6	14140	138713.4	3.86	

FUENTE: PROPIA

La resistencia inicial y final del bloque con el 5% es mayor a la del bloque patrón.

- **Bloque al 10%**

Largo = 299.42mm.

Ancho = 119.92mm.

Área = 35906.45mm²

TABLA 79: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	16090	157842.9	4.40	3.89
M2	13370	131159.7	3.65	
M3	14370	140969.7	3.93	
M4	11890	116640.9	3.25	
M5	13040	127922.4	3.56	
M6	16640	163238.4	4.55	

FUENTE: PROPIA

TABLA 80: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	14400	141264	3.93	4.09
M2	14410	141362.1	3.94	
M3	18030	176874.3	4.93	
M4	13840	135770.4	3.78	
M5	14600	143226	3.99	
M6	14540	142637.4	3.97	

FUENTE: PROPIA

TABLA 81: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	16820	165004.2	4.60	4.42
M2	19010	186488.1	5.19	
M3	17360	170301.6	4.74	
M4	17260	169320.6	4.72	
M5	12390	121545.9	3.39	
M6	14140	138713.4	3.86	

FUENTE: PROPIA

La resistencia inicial es de 3.89 MPa al igual que la del bloque con 5% de sustitución.

- **Bloque al 15%**

Largo = 300mm.

Ancho = 119.7mm.

Área = 35910mm²

TABLA 82: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL 7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	15620	153232.2	4.27	3.58
M2	13280	130276.8	3.63	
M3	13260	130080.6	3.62	
M4	9170	89957.7	2.51	
M5	14110	138419.1	3.85	
M6	13200	129492	3.61	

FUENTE: PROPIA

TABLA 83: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	15780	154801.8	4.31	3.76
M2	14560	142833.6	3.98	
M3	11580	113599.8	3.16	
M4	13370	131159.7	3.65	
M5	12550	123115.5	3.43	
M6	14790	145089.9	4.04	

FUENTE: PROPIA

TABLA 84: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	16180	158725.8	4.42	4.00
M2	17030	167064.3	4.65	
M3	11230	110166.3	3.07	
M4	13570	133121.7	3.71	
M5	16020	157156.2	4.38	
M6	13870	136064.7	3.79	

FUENTE: PROPIA

Al igual que en los anteriores casos, la resistencia a compresión inicial, es mayor que la del bloque patrón y a los 28 días es similar.

- **Bloque al 20%**

Largo = 300.4mm.

Ancho = 120.3mm.

Área = 36138.12mm²

TABLA 85: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	11120	109087.2	3.02	3.08
M2	10210	100160.1	2.77	
M3	12240	120074.4	3.32	
M4	12430	121938.3	3.37	
M5	11530	113109.3	3.13	
M6	10620	104182.2	2.88	

FUENTE: PROPIA

TABLA 86: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	13700	134397	3.72	3.13
M2	11470	112520.7	3.11	
M3	11630	114090.3	3.16	
M4	10780	105751.8	2.93	
M5	10900	106929	2.96	
M6	10670	104672.7	2.90	

FUENTE: PROPIA

TABLA 87: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	13800	135378	3.75	3.62
M2	12050	118210.5	3.27	
M3	13850	135868.5	3.76	
M4	12950	127039.5	3.52	
M5	14540	142637.4	3.95	
M6	12820	125764.2	3.48	

FUENTE: PROPIA

La resistencia a los 7 días es igual a la del bloque patrón, mientras que a los 28 días es menor.

- **Bloque al 25%**

Largo = 299.9mm.

Ancho = 120.7mm.

Área = 36197.93mm²

TABLA 88: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	11986	117582.66	3.25	2.79
M2	10120	99277.2	2.74	
M3	9120	89467.2	2.47	
M4	9670	94862.7	2.62	
M5	11210	109970.1	3.04	
M6	9563	93813.03	2.59	

FUENTE: PROPIA

TABLA 89: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	10050	98590.5	2.72	2.85
M2	12530	122919.3	3.40	
M3	9010	88388.1	2.44	
M4	10135	99424.35	2.75	
M5	10201	100071.81	2.76	
M6	11132	109204.92	3.02	

FUENTE: PROPIA

TABLA 90: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	12568	123292.08	3.41	3.29
M2	10256	100611.36	2.78	
M3	13050	128020.5	3.54	
M4	13130	128805.3	3.56	
M5	12657	124165.17	3.43	
M6	11235	110215.35	3.04	

FUENTE: PROPIA

La resistencia inicial y final es menor a la del bloque patrón.

- **Bloque al 30%**

Largo = 300.3mm.

Ancho = 120.3mm.

Área = 36126.09mm²

TABLA 91: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
7MO DÍA

7 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	10500	103005	2.85	2.47
M2	8100	79461	2.20	
M3	7890	77400.9	2.14	
M4	9530	93489.3	2.59	
M5	9510	93293.1	2.58	
M6	9030	88584.3	2.45	

FUENTE: PROPIA

TABLA 92: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
14VO DÍA

14 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	10220	100258.2	2.78	2.69
M2	10500	103005	2.85	
M3	8760	85935.6	2.38	
M4	8590	84267.9	2.33	
M5	9400	92214	2.55	
M6	12060	118308.6	3.27	

FUENTE: PROPIA

TABLA 93: PROCESAMIENTO DE DATOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AL
28VO DÍA

28 DÍAS				
MUESTRAS	Resistencia en kgf	Resistencia en Newton (N)	Resistencia en MPa	Resistencia Promedio MPa
M1	11940	117131.4	3.24	2.99
M2	11530	113109.3	3.13	
M3	9990	98001.9	2.71	
M4	9060	88878.6	2.46	
M5	12600	123606	3.42	
M6	10850	106438.5	2.95	

FUENTE: PROPIA

Las resistencias son las menores alcanzadas en comparación a los demás bloques.

3.6.5. Absorción de los bloques de concreto

$$\% \text{Absorción} = 100 \times \frac{\text{Peso Saturado (Kg)} - \text{Peso Seco (Kg)}}{\text{Peso Seco (Kg)}}$$

TABLA 94: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE PATRÓN

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	6.835	7.130	4.32	4.22
M2	6.705	6.985	4.18	
M3	7.055	7.380	4.61	
M4	6.525	6.800	4.21	
M5	6.740	7.010	4.01	
M6	6.395	6.650	3.99	

FUENTE: PROPIA

La absorción promedio del bloque patrón cumple ampliamente por lo mínimo exigido en la norma técnica E.070 que indica como máximo 15%.

TABLA 95: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 5%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	6.367	6.625	4.05	3.97
M2	6.849	7.130	4.10	
M3	6.662	6.92	3.87	
M4	6.289	6.530	3.83	
M5	6.662	6.945	4.25	
M6	6.681	6.930	3.73	

FUENTE: PROPIA

La absorción es menor que la del bloque patrón.

TABLA 96: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 10%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	6.750	7.000	3.7037	3.38
M2	6.545	6.775	3.5141	
M3	6.675	6.93	3.8202	
M4	6.720	6.935	3.1994	
M5	6.540	6.735	2.9817	
M6	6.575	6.775	3.0418	

FUENTE: PROPIA

La absorción es la menor en comparación al bloque patrón y a los bloques con las demás sustituciones.

TABLA 97: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 15%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	6.986	7.245	3.71	3.74
M2	6.363	6.630	4.20	
M3	6.351	6.545	3.05	
M4	6.536	6.775	3.66	
M5	6.641	6.880	3.60	
M6	5.972	6.225	4.24	

FUENTE: PROPIA

La absorción es la más cercana a la del bloque patrón.

TABLA 98: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 20%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	6.515	6.765	3.84	4.11
M2	6.405	6.675	4.22	
M3	6.715	6.990	4.10	
M4	6.220	6.470	4.02	
M5	6.270	6.535	4.23	
M6	6.320	6.590	4.27	

FUENTE: PROPIA

En este punto observamos que la absorción es mayor en comparación al bloque patrón y también cumple con lo mínimo requerido por la norma.

TABLA 99: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 25%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	5.995	6.130	2.25	4.64
M2	6.005	6.335	5.50	
M3	5.775	6.051	4.78	
M4	6.215	6.520	4.91	
M5	5.920	6.200	4.73	
M6	6.050	6.395	5.70	

FUENTE: PROPIA

La absorción mayor a la del bloque patrón y menor a la del bloque con adición del 30%.

TABLA 100: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DEL BLOQUE AL 30%

MUESTRA	PESO SECO kg (Wd)	PESO SATURADO kg (Ws)	ABSORCIÓN (%)	% ABSORCIÓN PROMEDIO
M1	5.975	6.250	4.60	5.12
M2	5.660	5.980	5.65	
M3	5.800	6.115	5.43	
M4	6.105	6.430	5.32	
M5	5.450	5.730	5.14	
M6	5.825	6.090	4.55	

FUENTE: PROPIA

La absorción obtenida es mayor a la del bloque patrón y a los bloques con las demás sustituciones y también es menor al 15% establecido por norma como máximo permisible.

3.6.6. Alabeo de los bloques de concreto

TABLA 101: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE PATRÓN

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0	0.25	0
M2	0.7	0	0	2
M3	0	1.25	0	0.75
M4	0	1.5	0	1
M5	0	0	0	1.35
M6	2	0	0	1.25
PROMEDIO	0.450	0.458	0.042	1.058
	concavo:	0.25	convexo:	0.76

FUENTE: PROPIA

TABLA 102: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 5%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0.4	0	0.6	0
M2	0	0	0	0.75
M3	0.5	0	0.25	0
M4	1	0	1.6	0
M5	0	0	1	0
M6	0	0.5	0.5	0
PROMEDIO	0.317	0.083	0.658	0.125
	concavo:	0.49	convexo:	0.10

FUENTE: PROPIA

TABLA 103: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 10%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0	0	0.5
M2	0	0	0	1
M3	0	0	1.9	0
M4	0	1	2.6	0
M5	0	0.25	0	1.5
M6	0.25	0	1.45	0
PROMEDIO	0.042	0.208	0.992	0.500
	concavo:	0.52	convexo:	0.35

FUENTE: PROPIA

TABLA 104: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 15%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0.75	0	1.35
M2	0	0.5	1	0
M3	0.75	0	0	2
M4	1	0	0	0
M5	0.25	0	1	0
M6	1.5	0	0	1.25
PROMEDIO	0.583	0.208	0.333	0.767
	concavo:	0.46	convexo:	0.49

FUENTE: PROPIA

TABLA 105: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 20%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0.25	0.25	0
M2	0	1.4	0.6	0
M3	0	1	0.8	0
M4	2	0	0.75	0
M5	0.5	0	1.5	0
M6	0	0.75	0	0.75
PROMEDIO	0.417	0.567	0.650	0.125
	concavo:	0.53	convexo:	0.35

FUENTE: PROPIA

TABLA 106: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 25%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0.5	0	0
M2	0	0	2	0
M3	1.7	0	0	2.5
M4	0	1.05	0	0.75
M5	0	0.6	0	0.95
M6	0	0	0	1.2
PROMEDIO	0.283	0.358	0.333	0.900
	concavo:	0.31	convexo:	0.63

FUENTE: PROPIA

TABLA 107: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE ALABEO DEL BLOQUE AL 30%

MUESTRA	CARA SUPERIOR(mm)		CARA INFERIOR(mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M1	0	0	0	0.5
M2	0	0	0	1
M3	0	0	1.9	0
M4	0	1	2.6	0
M5	0	0.25	0	1.5
M6	0.25	0	1.45	0
PROMEDIO	0.042	0.208	0.992	0.500
	concavo:	0.52	convexo:	0.35

FUENTE: PROPIA

En todos los casos podemos observar que el alabeo es menor que el máximo establecido por la norma técnica E.070 que es de 8mm, además el alabeo del bloque patrón es mayor en comparación a los bloques sustituidos.

3.6.7. Variación Dimensional de los bloques de concreto

TABLA 108: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE PATRÓN

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	306.0	-6.0	2.0
M2	300	300.3	-0.3	0.1
M3	300	296.0	4.0	1.3
M4	300	300.8	-0.8	0.3
M5	300	300.5	-0.5	0.2
M6	300	300.0	0.0	0.0
PROMEDIO				0.7

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	118.5	1.5	1.3
M2	120	118.8	1.3	1.0
M3	120	121.0	-1.0	0.8
M4	120	120.0	0.0	0.0
M5	120	119.5	0.5	0.4
M6	120	117.6	2.5	2.0
PROMEDIO				0.9

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	182.9	17.1	8.6
M2	200	185.0	15.0	7.5
M3	200	186.5	13.5	6.8
M4	200	186.3	13.8	6.9
M5	200	181.0	19.0	9.5
M6	200	180.0	20.0	10.0
PROMEDIO				8.2

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	12.8	-0.1	0.4
M2	12.7	13.1	-0.4	2.8
M3	12.7	12.6	0.1	1.2
M4	12.7	12.5	0.2	1.6
M5	12.7	11.9	0.8	6.3
M6	12.7	12.0	0.7	5.5
PROMEDIO				3.0

FUENTE: PROPIA

TABLA 109: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 5%

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	299.5	0.5	0.2
M2	300	298.5	1.5	0.5
M3	300	300.5	-0.5	0.2
M4	300	298.5	1.5	0.5
M5	300	300	0	0.0
M6	300	300	0	0.0
PROMEDIO				0.2

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	117	3	2.5
M2	120	119	1	0.8
M3	120	118.5	1.5	1.3
M4	120	118	2	1.7
M5	120	118	2	1.7
M6	120	118	2	1.7
PROMEDIO				1.6

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	183.5	16.5	8.3
M2	200	184.5	15.5	7.8
M3	200	184	16	8.0
M4	200	182	18	9.0
M5	200	178.5	21.5	10.8
M6	200	181	19	9.5
PROMEDIO				8.9

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	11.5	1.2	9.4
M2	12.7	11.75	0.95	7.5
M3	12.7	11.75	0.95	7.5
M4	12.7	12	0.7	5.5
M5	12.7	12.45	0.25	2.0
M6	12.7	11.75	0.95	7.5
PROMEDIO				6.6

FUENTE: PROPIA

TABLA 110: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 10%

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	299.5	0.5	0.2
M2	300	300.5	-0.5	0.2
M3	300	298	2	0.7
M4	300	299	1	0.3
M5	300	300.5	-0.5	0.2
M6	300	299	1	0.3
PROMEDIO				0.3

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	119.5	0.5	0.4
M2	120	120	0	0.0
M3	120	118.5	1.5	1.3
M4	120	121	-1	0.8
M5	120	120.5	-0.5	0.4
M6	120	120	0	0.0
PROMEDIO				0.5

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	182	18	9.0
M2	200	182.5	17.5	8.8
M3	200	185.5	14.5	7.3
M4	200	183	17	8.5
M5	200	181.5	18.5	9.3
M6	200	186.5	13.5	6.8
PROMEDIO				8.3

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	12.55	0.15	1.2
M2	12.7	12.5	0.2	1.6
M3	12.7	13.25	-0.55	4.3
M4	12.7	13.1	-0.4	3.1
M5	12.7	12.85	-0.15	1.2
M6	12.7	13	-0.3	2.4
PROMEDIO				2.3

FUENTE: PROPIA

TABLA 111: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 15%

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	299.6	0.4	0.1
M2	300	299.8	0.3	0.1
M3	300	300.1	-0.1	0.0
M4	300	300.8	-0.8	0.3
M5	300	300.0	0.0	0.0
M6	300	300.1	-0.1	0.0
PROMEDIO				0.1

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	120.0	0.0	0.0
M2	120	119.8	0.3	0.2
M3	120	119.5	0.5	0.4
M4	120	120.0	0.0	0.0
M5	120	119.3	0.8	0.6
M6	120	119.5	0.5	0.5
PROMEDIO				0.3

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	188.0	12.0	6.0
M2	200	184.0	16.0	8.0
M3	200	187.0	13.0	6.5
M4	200	185.0	15.0	7.5
M5	200	188.5	11.5	5.8
M6	200	181.0	19.0	9.5
PROMEDIO				7.2

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	11.5	1.2	9.4
M2	12.7	12.4	0.3	2.4
M3	12.7	11.6	1.1	8.7
M4	12.7	11.8	0.9	7.5
M5	12.7	12.1	0.6	5.1
M6	12.7	12.0	0.7	5.5
PROMEDIO				6.4

FUENTE: PROPIA

TABLA 112: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 20%

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	299.5	0.5	0.2
M2	300	300.5	-0.5	0.2
M3	300	301.5	-1.5	0.5
M4	300	301.0	-1.0	0.3
M5	300	299.5	0.5	0.2
M6	300	300.5	-0.5	0.2
PROMEDIO				0.3

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	120.5	-0.5	0.4
M2	120	120.5	-0.5	0.4
M3	120	120.5	-0.5	0.4
M4	120	120.5	-0.5	0.4
M5	120	120.0	0.0	0.0
M6	120	120.0	0.0	0.0
PROMEDIO				0.3

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	185.5	14.5	7.3
M2	200	185.5	14.5	7.3
M3	200	189.5	10.5	5.3
M4	200	185.0	15.0	7.5
M5	200	184.5	15.5	7.8
M6	200	185.5	14.5	7.3
PROMEDIO				7.0

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	13.8	-1.1	8.7
M2	12.7	12.5	0.2	1.6
M3	12.7	12.5	0.2	1.6
M4	12.7	13.8	-1.1	8.3
M5	12.7	12.3	0.4	3.5
M6	12.7	13.3	-0.6	4.3
PROMEDIO				4.7

FUENTE: PROPIA

TABLA 113: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 25%

LARGO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	300.5	-0.5	0.2
M2	300	300.8	-0.8	0.3
M3	300	301.5	-1.5	0.5
M4	300	299.5	0.5	0.2
M5	300	295.5	4.5	1.5
M6	300	301.5	-1.5	0.5
PROMEDIO				0.5
			0.1	0.0417

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	120.8	-0.8	0.6
M2	120	121.0	-1.0	0.8
M3	120	120.3	-0.3	0.2
M4	120	120.0	0.0	0.0
M5	120	120.5	-0.5	0.4
M6	120	121.5	-1.5	1.3
PROMEDIO				0.6
			-0.7	

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	181.5	18.5	9.3
M2	200	183.5	16.5	8.3
M3	200	183.0	17.0	8.5
M4	200	186.0	14.0	7.0
M5	200	185.5	14.5	7.3
M6	200	185.5	14.5	7.3
PROMEDIO				7.9

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	12.7	0.0	0.4
M2	12.7	11.2	1.6	12.2
M3	12.7	13.0	-0.3	2.4
M4	12.7	12.5	0.2	1.6
M5	12.7	13.4	-0.7	5.5
M6	12.7	12.5	0.3	2.0
PROMEDIO				4.0

FUENTE: PROPIA

TABLA 114: PROCESAMIENTO DE LOS DATOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DEL BLOQUE AL 30%

LARGO (mm)				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	300	300.5	-0.5	0.2
M2	300	300.0	0.0	0.0
M3	300	300.3	-0.3	0.1
M4	300	300.5	-0.5	0.2
M5	300	299.8	0.3	0.1
M6	300	300.5	-0.5	0.2
PROMEDIO				0.1

ANCHO				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	120	120.5	-0.5	0.4
M2	120	120.0	0.0	0.0
M3	120	120.5	-0.5	0.4
M4	120	120.0	0.0	0.0
M5	120	120.3	-0.3	0.2
M6	120	120.4	-0.3	0.3
PROMEDIO				0.2

ALTURA				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	200	189.8	10.3	5.1
M2	200	181.8	18.3	9.1
M3	200	181.8	18.3	9.1
M4	200	189.5	10.5	5.3
M5	200	181.5	18.5	9.3
M6	200	185.5	14.5	7.3
PROMEDIO				7.5

ESPESOR				
MUESTRA	DIMENSIÓN DE FABRICACIÓN (mm)	DIMENSIÓN REAL(mm)	VARIACIÓN (mm)	% DE VARIACIÓN
M1	12.7	12.5	0.3	2.0
M2	12.7	12.4	0.3	2.4
M3	12.7	12.5	0.2	1.6
M4	12.7	12.5	0.2	1.6
M5	12.7	11.5	1.2	9.4
M6	12.7	12.6	0.1	0.8
PROMEDIO				3.0

FUENTE: PROPIA

Se observa que los promedios de las variaciones dimensionales para todos los bloques en largo y ancho son menores a los que la norma técnica E.070 requiere como máximo que es: para largo $\leq 4\%$ y para ancho $\leq 6\%$; en cambio es casi el doble para el caso del alto lo cual la norma nos indica $\leq 4\%$.

CAPITULO IV

RESULTADOS

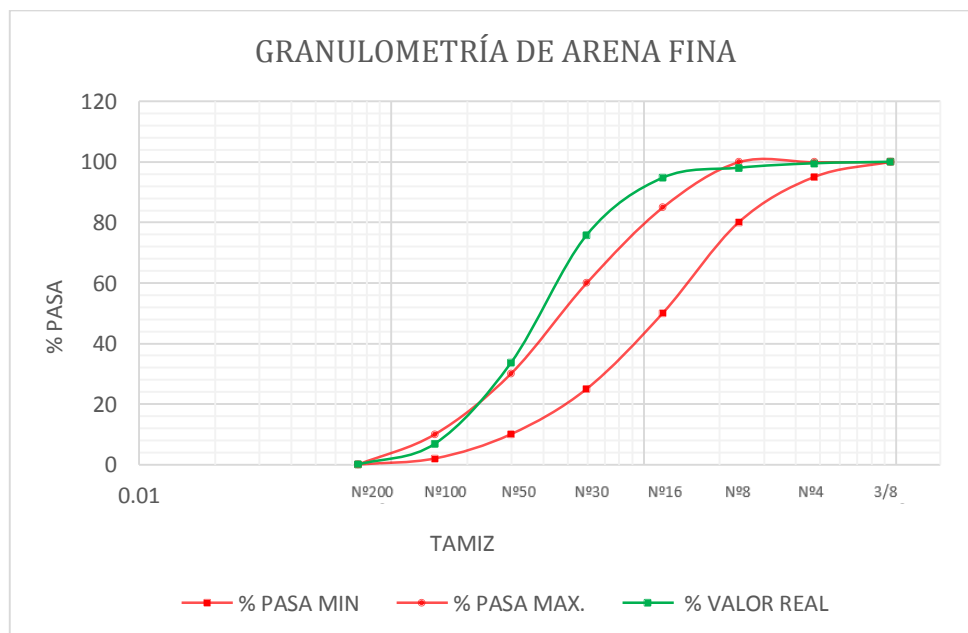
4.1. RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA

TABLA 115: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA

Granulometría de arena fina				
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PASA MIN.	% PROMEDIO QUE PASA	% PASA MÁX.
3/8	9.525	100	100.00	100
Nº4	4.75	95	99.51	100
Nº8	2.381	80	98.03	100
Nº16	1.191	50	94.74	85
Nº30	0.595	25	75.83	60
Nº50	0.298	10	33.57	30
Nº100	0.149	2	6.89	10
Nº200	0.074	0	0.00	0

FUENTE: PROPIA

FIGURA 54: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE ARENA FINA



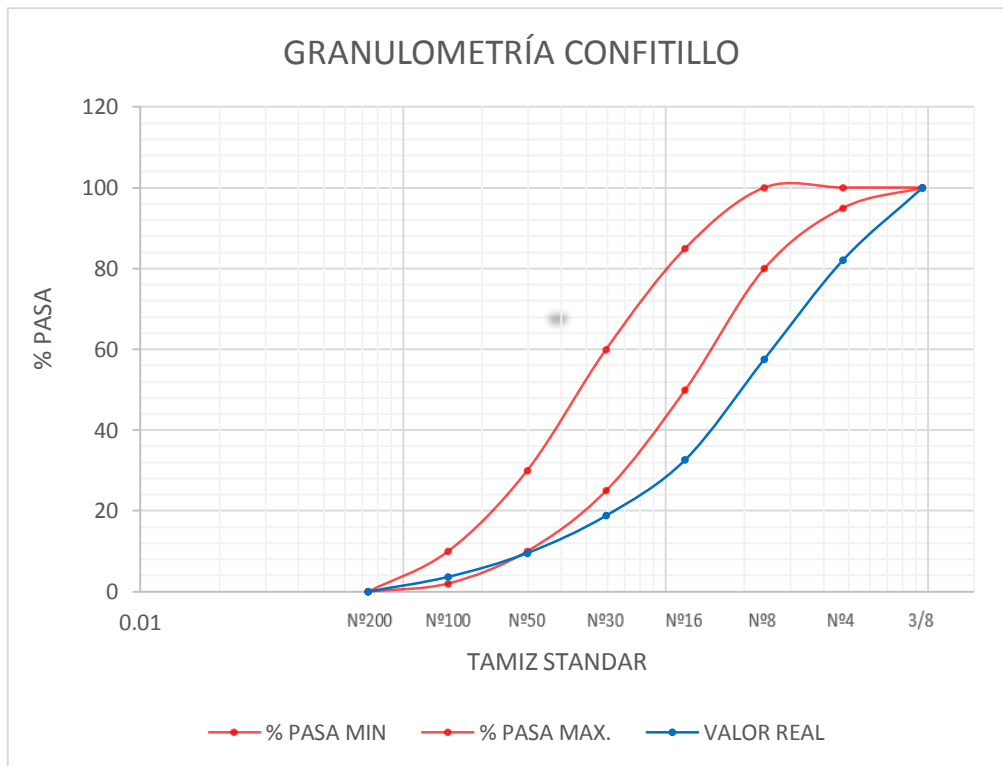
FUENTE: PROPIA

TABLA 116: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO

Granulometría de confitillo				
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PASA MIN.	% PROMEDIO QUE PASA	% PASA MÁX.
3/8	9.525	100	100.00	100
Nº4	4.75	95	99.51	100
Nº8	2.381	80	98.03	100
Nº16	1.191	50	94.74	85
Nº30	0.595	25	75.83	60
Nº50	0.298	10	33.57	30
Nº100	0.149	2	6.89	10
Nº200	0.074	0	0.00	0

FUENTE: PROPIA

FIGURA 55: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE CONFITILLO



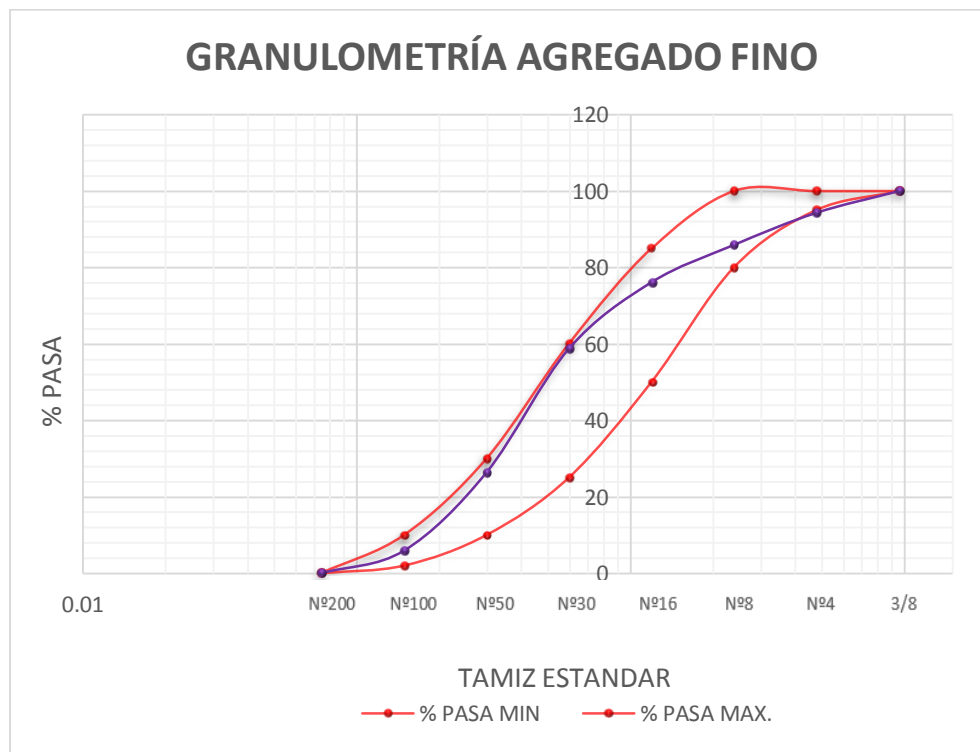
FUENTE: PROPIA

TABLA 117: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE AGREGADO FINO

Granulometría del agregado fino 70%AGRE. FINO+30%CONFITILLO				
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PASA MIN.	% PROMEDIO QUE PASA	% PASA MÁX.
3/8	9.525	100	100.00	100
Nº4	4.75	95	94.29	100
Nº8	2.381	80	85.90	100
Nº16	1.191	50	76.11	85
Nº30	0.595	25	58.72	60
Nº50	0.298	10	26.36	30
Nº100	0.149	2	5.91	10
Nº200	0.074	0	0.00	0

FUENTE: PROPIA

FIGURA 56: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO



FUENTE: PROPIA

La curva granulométrica del agregado fino se encuentra dentro de los parámetros exigidos por la NTP 600.012, esto resultado de la mezcla de un 30% de arena fina más 70% de confitillo.

TABLA 118: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO

Granulometría del agregado grueso		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PROMEDIO QUE PASA
3/8	9.525	100
1/4	6.35	100
Nº4	4.75	1.69
Nº8	2.381	0.00
Nº16	1.191	0.00
Nº30	0.595	0.00
Nº50	0.298	0.00
Nº100	0.149	0.00
Nº200	0.074	0.00

FUENTE: PROPIA

FIGURA 57: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO GRUESO



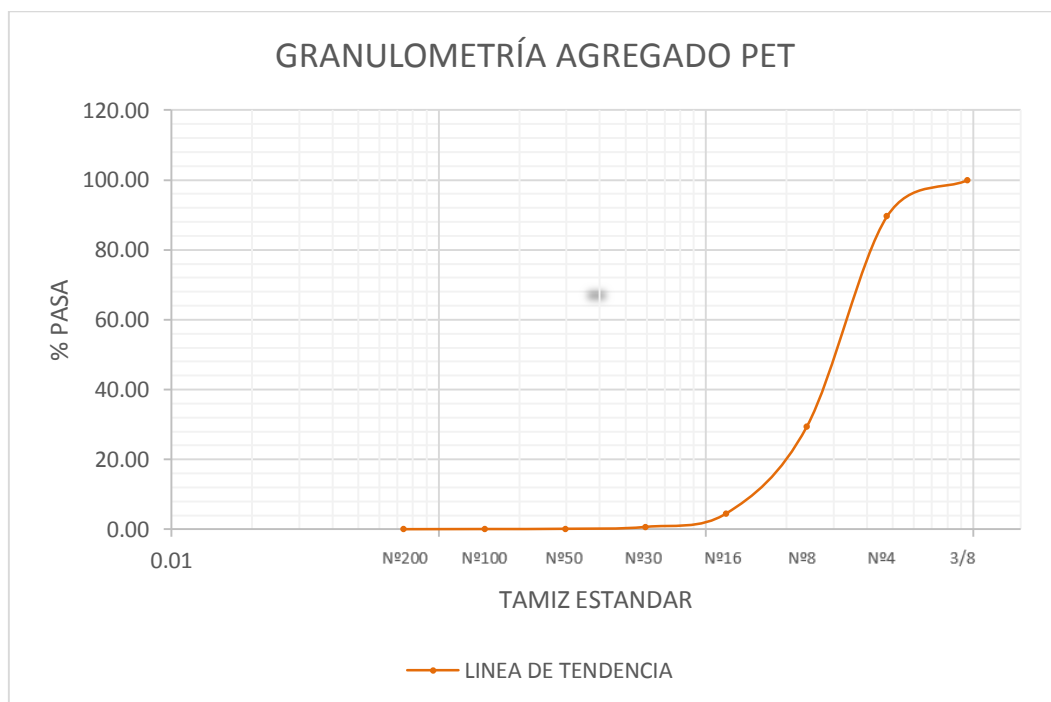
FUENTE: PROPIA

TABLA 119: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET

Granulometría del agregado PET		
TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	% PROMEDIO QUE PASA
3/8	9.525	100.00
Nº4	4.75	89.61
Nº8	2.381	29.44
Nº16	1.191	4.55
Nº30	0.595	0.67
Nº50	0.298	0.11
Nº100	0.149	0.04
Nº200	0.074	0.00

FUENTE: PROPIA

FIGURA 58: RESULTADOS DE GRANULOMETRÍA DE AGREGADO PET



FUENTE: PROPIA

La curva granulométrica del agregado PET no tiene parámetros debido a que es un agregado que se está desarrollando en esta investigación.

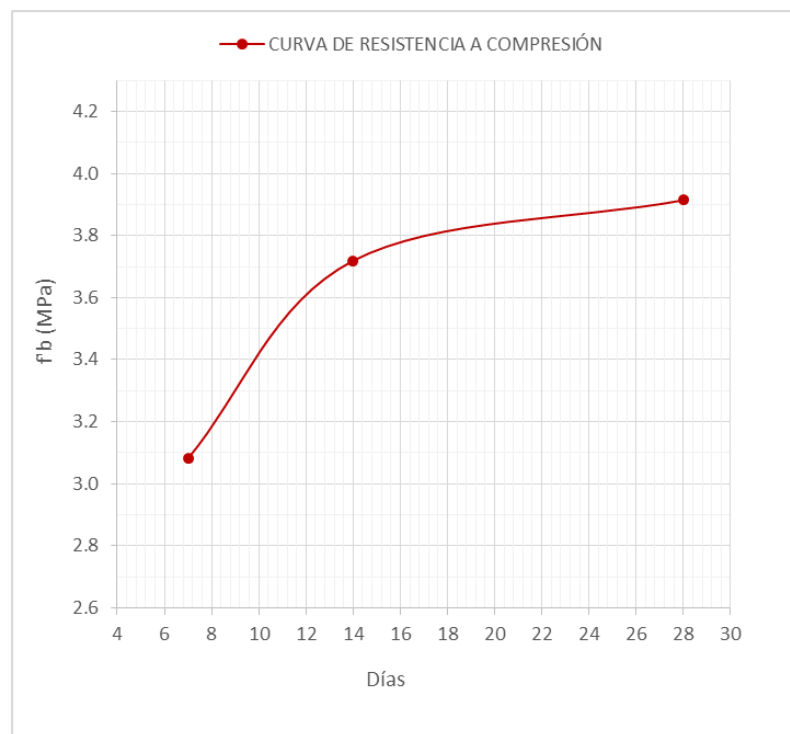
4.2. RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

TABLA 120: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE PATRÓN

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	3.08
14	3.72
28	3.91

FUENTE: PROPIA

FIGURA 59: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE PATRÓN



FUENTE: PROPIA

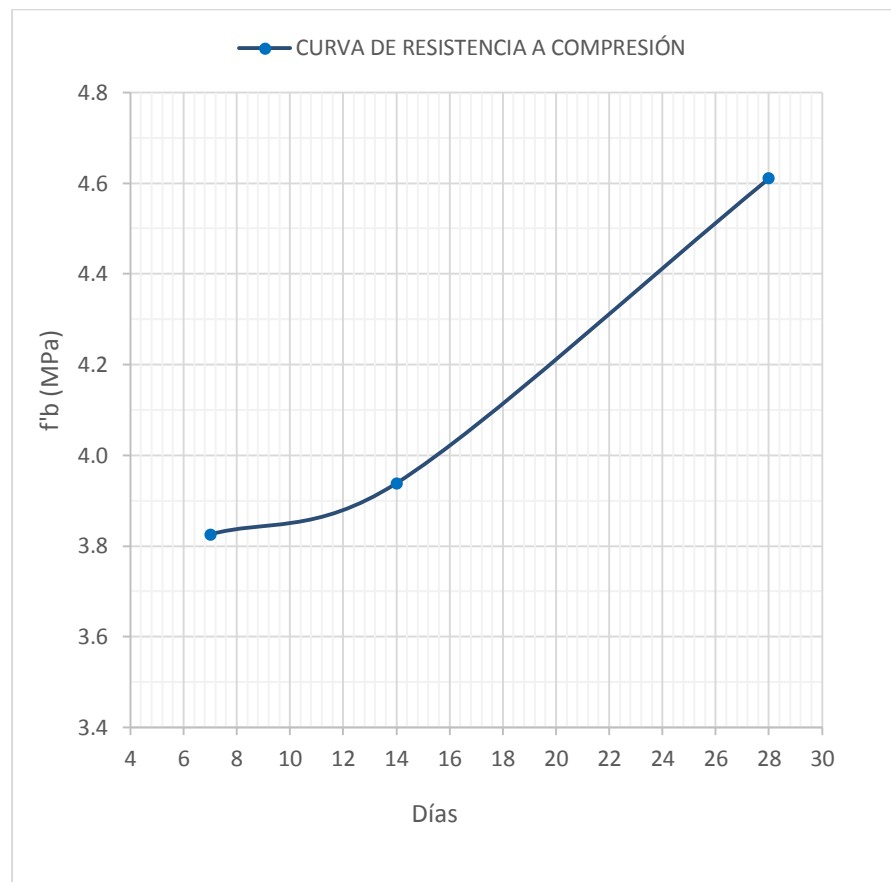
La curva de resistencia a la compresión al séptimo día alcanza un incremento aproximado de un 70%, esto cumple con la Norma Técnica Peruana E.070.

TABLA 121: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 5%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	3.83
14	3.94
28	4.61

FUENTE: PROPIA

FIGURA 60: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 5 %



FUENTE: PROPIA

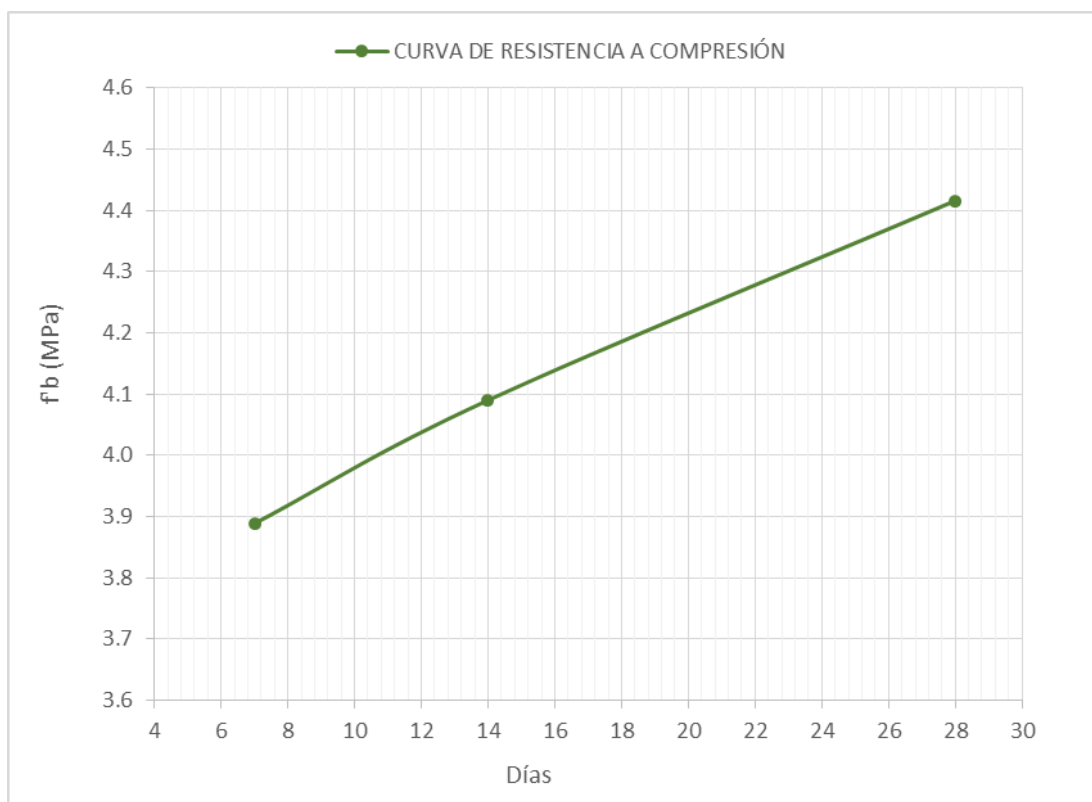
La resistencia a la compresión al día 28 nos muestra un incremento máximo a comparación del bloque patrón y los otros bloques sustituidos.

TABLA 122: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 10%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	3.89
14	4.09
28	4.42

FUENTE: PROPIA

FIGURA 61: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 10 %



FUENTE: PROPIA

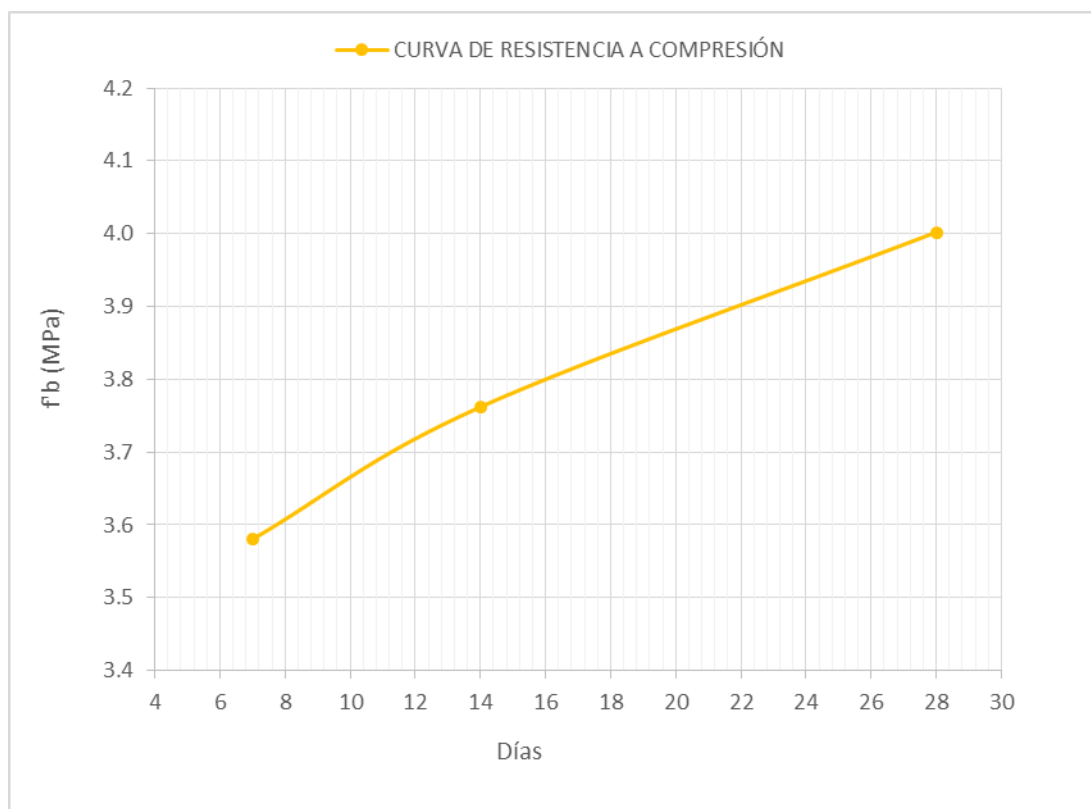
La curva de resistencia a la compresión nos muestra un incremento mediante una tendencia lineal.

TABLA 123: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 15%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	3.58
14	3.76
28	4.00

FUENTE: PROPIA

FIGURA 62: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 15 %



FUENTE: PROPIA

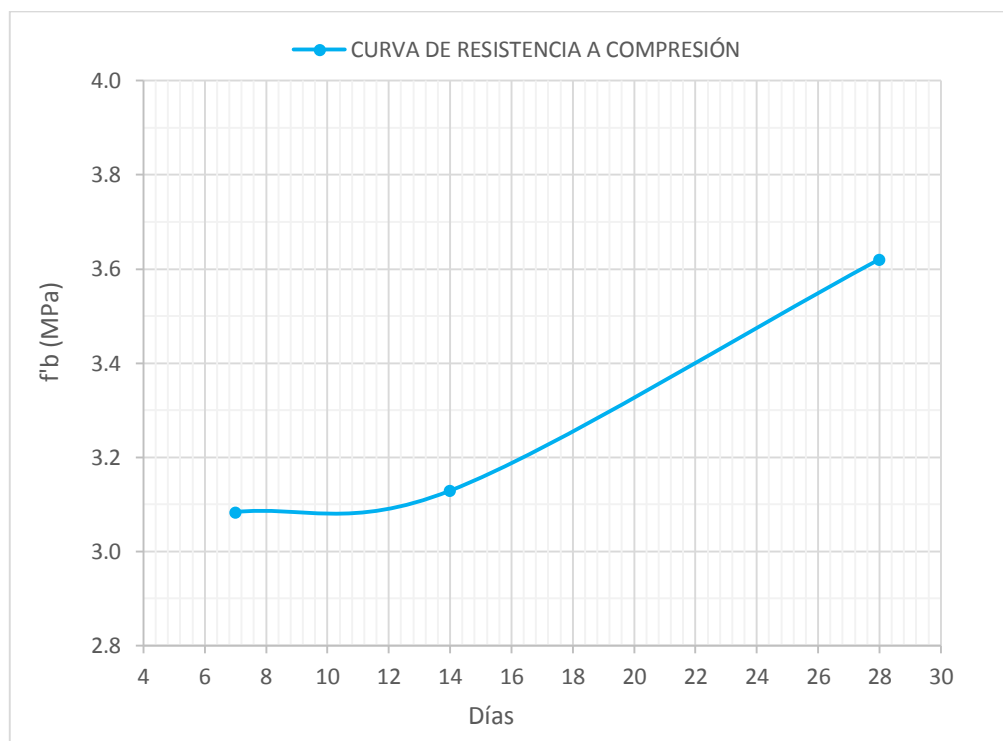
La resistencia a la compresión al día 28 nos muestra una similitud con el bloque patrón.

TABLA 124: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 20%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	3.08
14	3.13
28	3.62

FUENTE: PROPIA

FIGURA 63: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 20 %



FUENTE: PROPIA

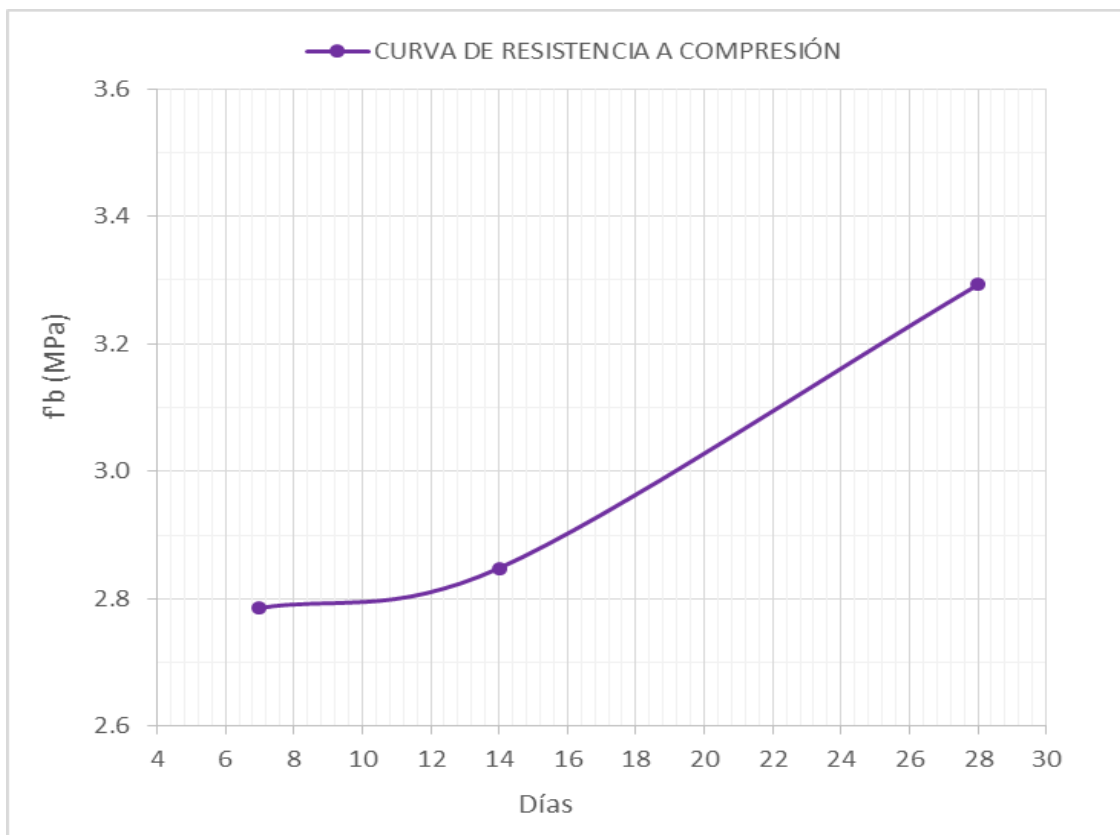
La resistencia a la compresión al día 28 nos muestra la aproximación al parámetro mínimo de la NTP 399.604.

TABLA 125: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 25%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	2.79
14	2.85
28	3.29

FUENTE: PROPIA

FIGURA 64: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 25 %



FUENTE: PROPIA

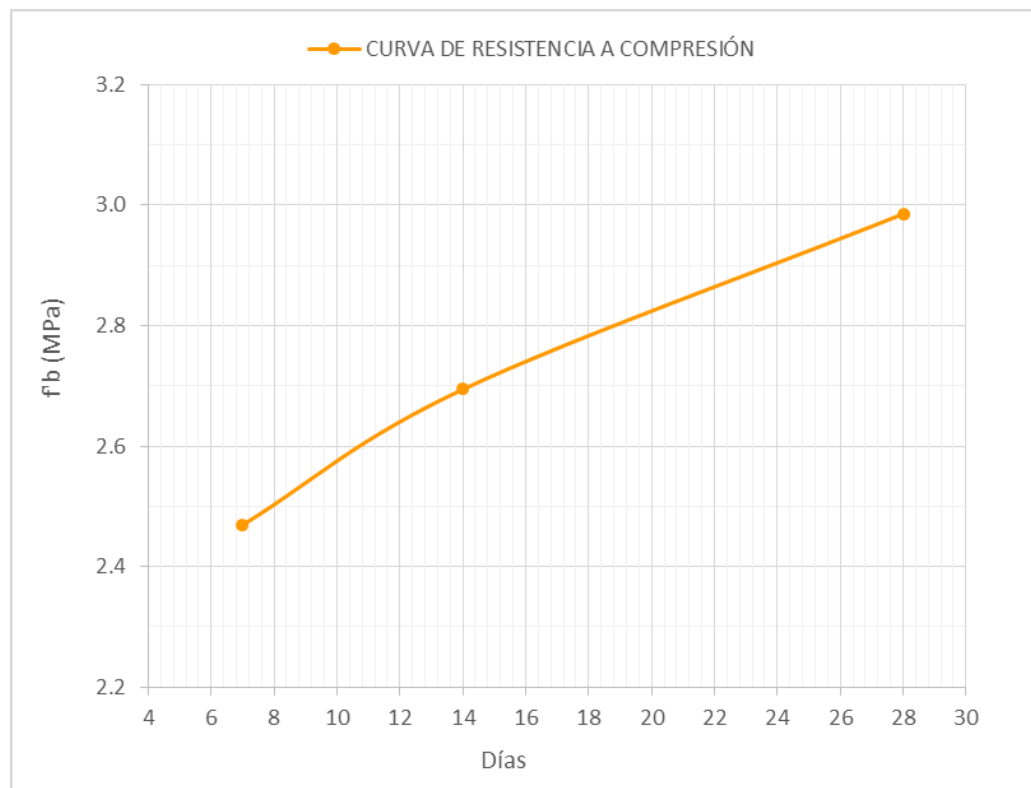
La resistencia a la compresión al día 28 nos muestra que no cumple con las exigencias de la NTP 399.604 pero cumple con los parámetros de la Norma Técnica E.070.

TABLA 126: RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 30%

DÍAS	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)
7	2.47
14	2.69
28	2.99

FUENTE: PROPIA

FIGURA 65: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL BLOQUE SUSTITUIDO AL 30 %



FUENTE: PROPIA

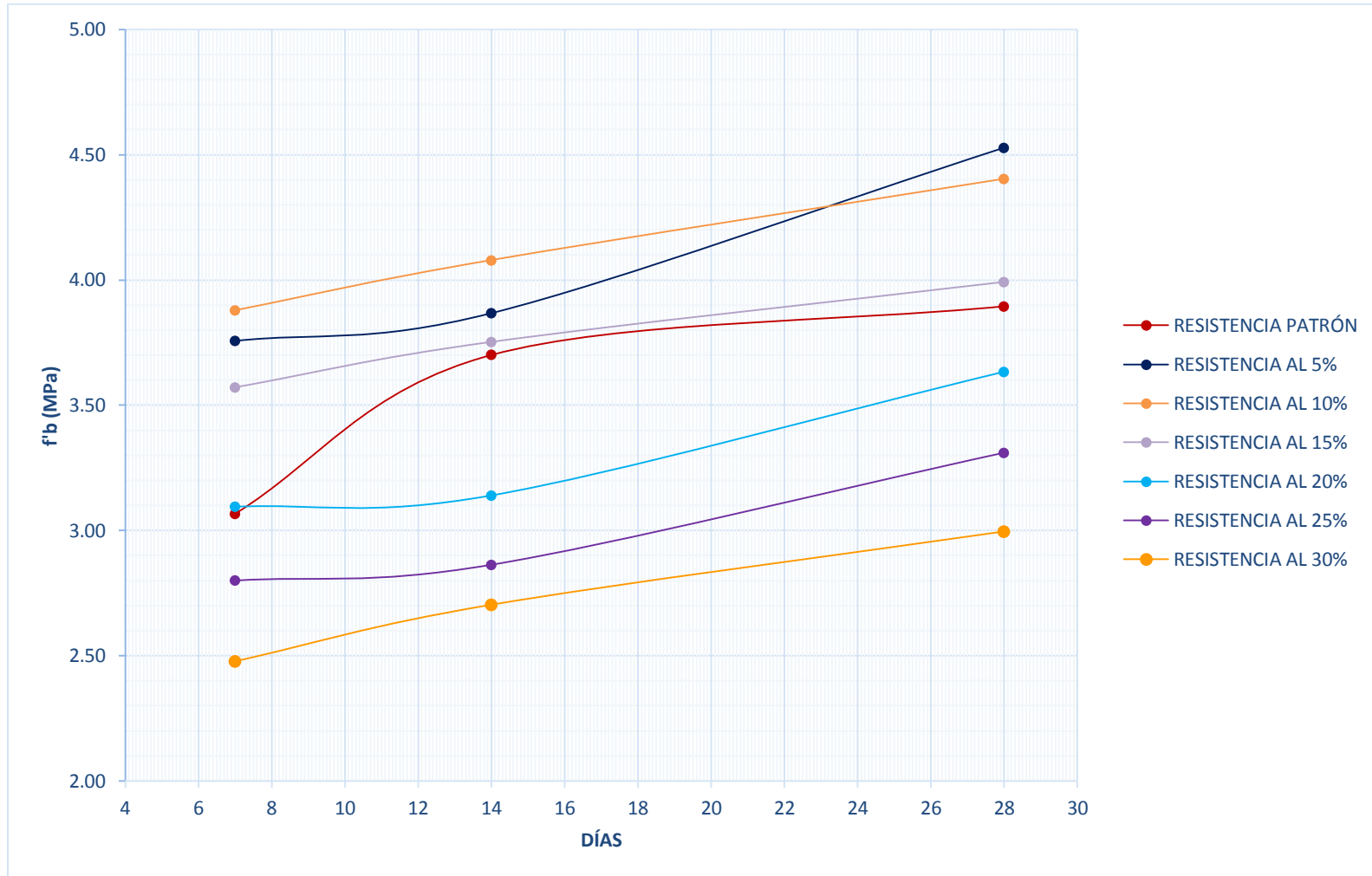
La resistencia a la compresión al día 28 nos muestra que a mayor cantidad de sustitución de agregado PET resulta menos resistencia.

TABLA 127: RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y VARIACIÓN DE RESISTENCIA COMPRESIÓN
CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN

BLOQUE	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (MPa)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN (kg/cm ²)	VARIACIÓN DE RESISTENCIA CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN (%)
PATRÓN	3.91	38.36	0
5%	4.61	45.22	17.90
10%	4.42	43.36	13.04
15%	4.00	39.24	2.30
20%	3.62	35.51	7.42
25%	3.29	32.27	15.86
30%	2.99	29.33	23.53
Resistencia a compresión min =2MPa=20kg/cm ²			

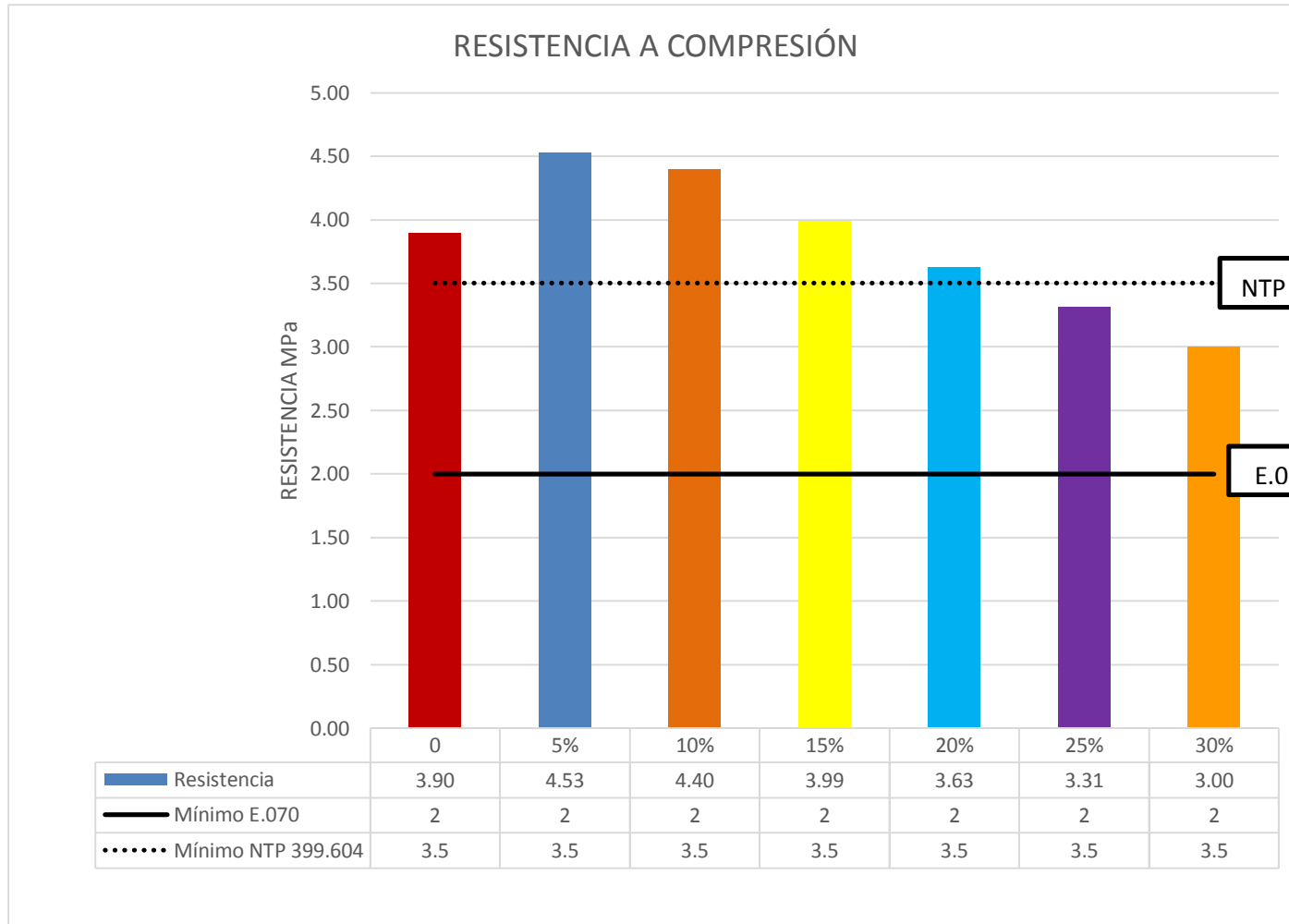
FUENTE: PROPIA

FIGURA 66: RESULTADOS COMPARATIVOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 67: RESULTADOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN COMPARADOS CON LAS NTP E.070 Y NTP 399.604



FUENTE: PROPIA

4.3. RESULTADOS DE ABSORCIÓN

TABLA 128: RESUMEN DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS

BLOQUES	ABSORCIÓN (%)
PATRÓN	4.22
5%	3.97
10%	3.38
15%	3.74
20%	4.11
25%	4.64
30%	5.12
Absorción (%) \leq 15%	

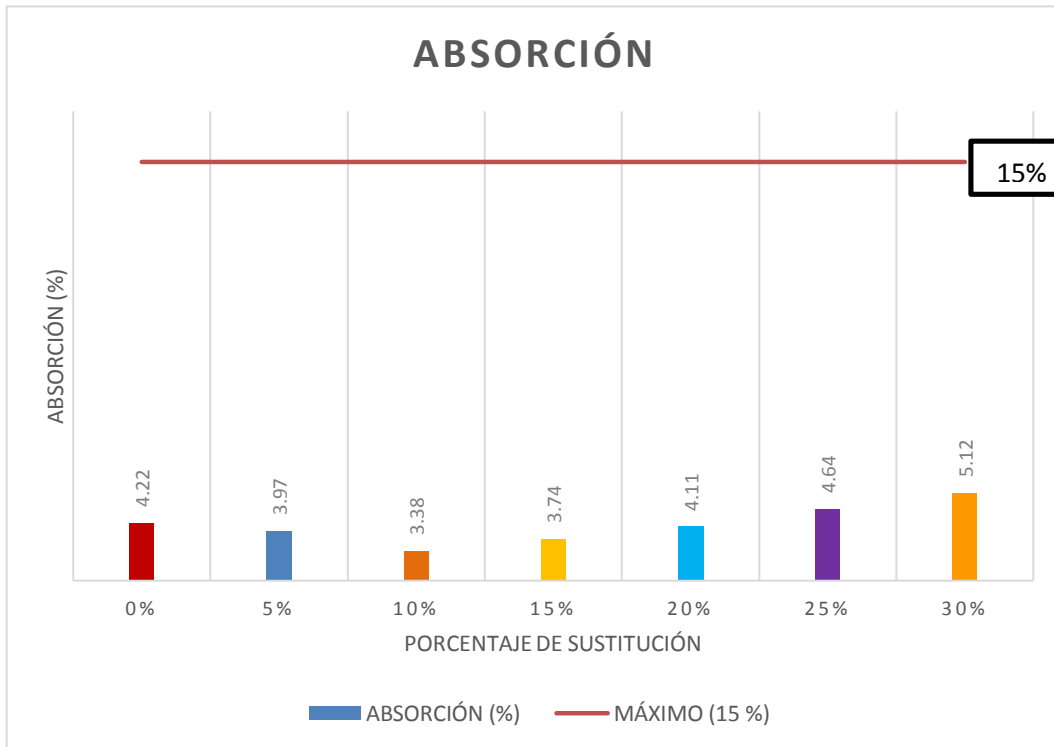
FUENTE: PROPIA

TABLA 129: ABSORCIÓN Y VARIACIÓN DE LA ABSORCIÓN CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN

BLOQUES	ABSORCIÓN (%)	VARIACIÓN DE LA ABSORCIÓN CON RESPECTO AL BLOQUE PATRÓN (%)
PATRÓN	4.22	0.00
5%	3.97	5.82
10%	3.38	19.94
15%	3.74	11.29
20%	4.11	2.53
25%	4.64	10.11
30%	5.12	21.30

FUENTE: PROPIA

FIGURA 68: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LOS BLOQUES Y COMPARADOS CON LA NTP E.070



FUENTE: PROPIA

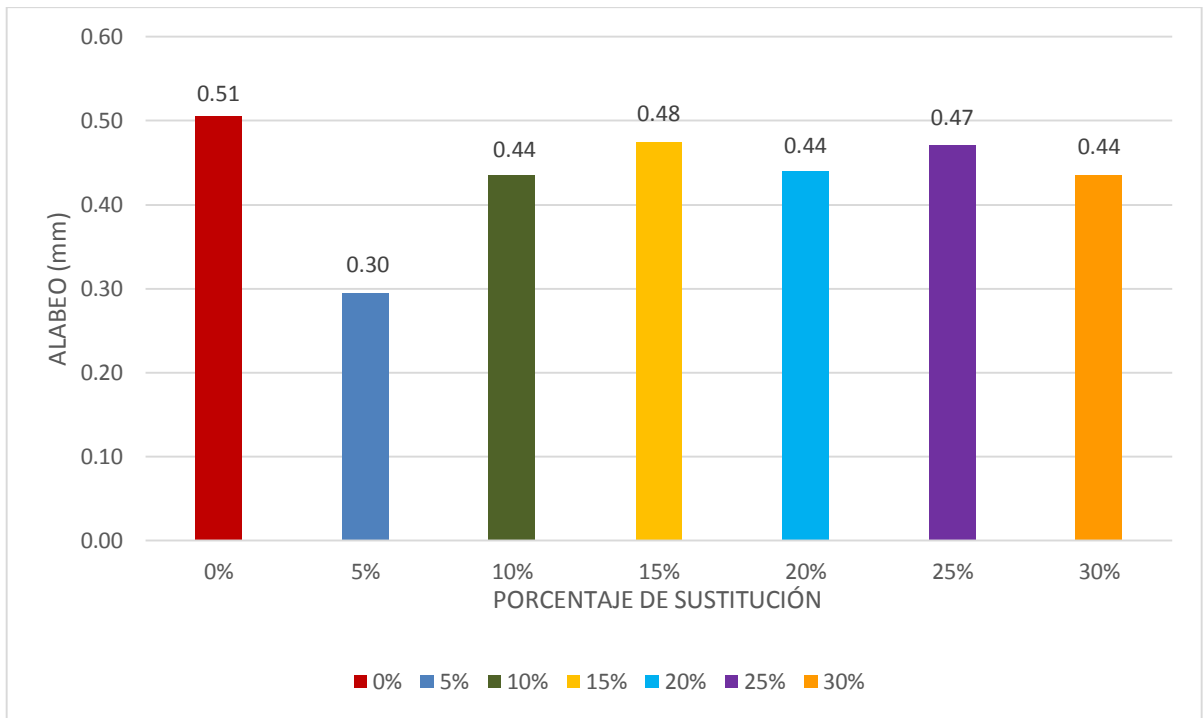
4.4. RESULTADOS DE ALABEO

TABLA 130: RESUMEN DEL ENSAYO DE ALABEO DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS

BLOQUE	ALABEO (mm)
PATRÓN	0.51
5%	0.30
10%	0.44
15%	0.48
20%	0.44
25%	0.47
30%	0.44
Alabeo (mm) ≤ 8mm	

FUENTE: PROPIA

FIGURA 69: RESULTADOS DEL ENSAYO DE ALABEO DE LOS BLOQUES



FUENTE: PROPIA

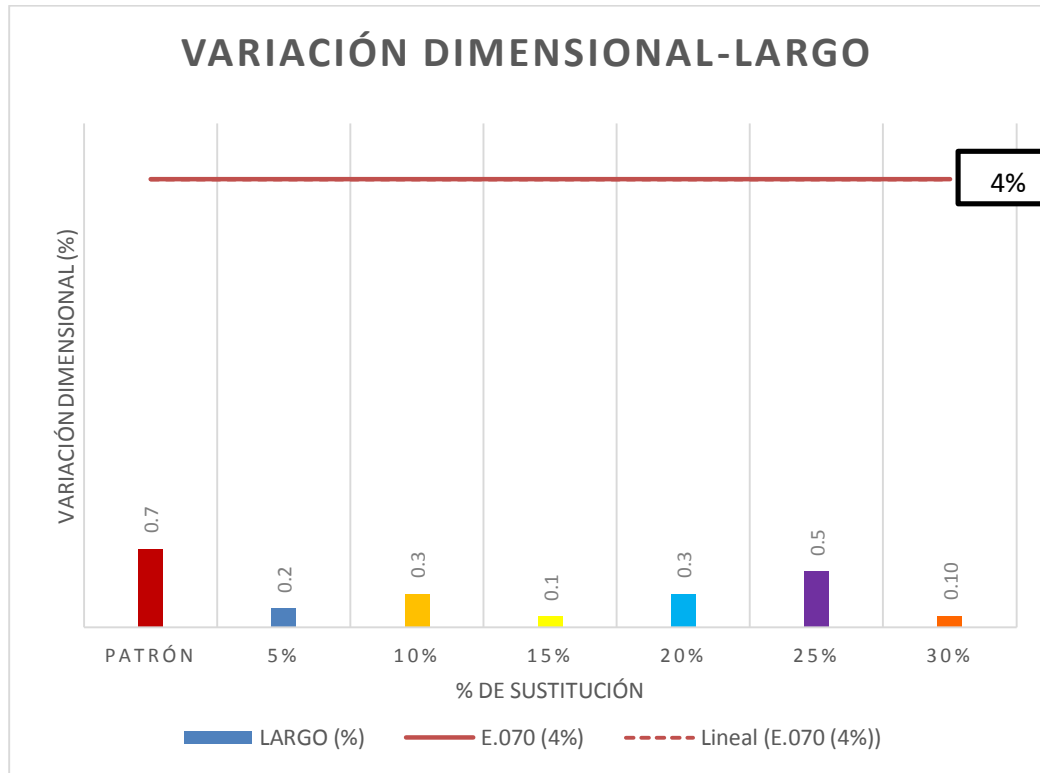
4.5. RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

TABLA 131: RESUMEN DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LOS BLOQUES A LOS 28 DÍAS

VARIACIÓN DIMENSIONAL				
BLOQUES	LARGO (%)	ANCHO (%)	ALTURA (%)	ESPESOR (%)
PATRÓN	0.7	0.9	8.2	3.0
5%	0.2	1.6	8.9	6.6
10%	0.3	0.5	8.3	2.3
15%	0.1	0.3	7.2	6.4
20%	0.3	0.3	7.0	4.7
25%	0.5	0.6	7.9	4.0
30%	0.10	0.2	7.5	3.0

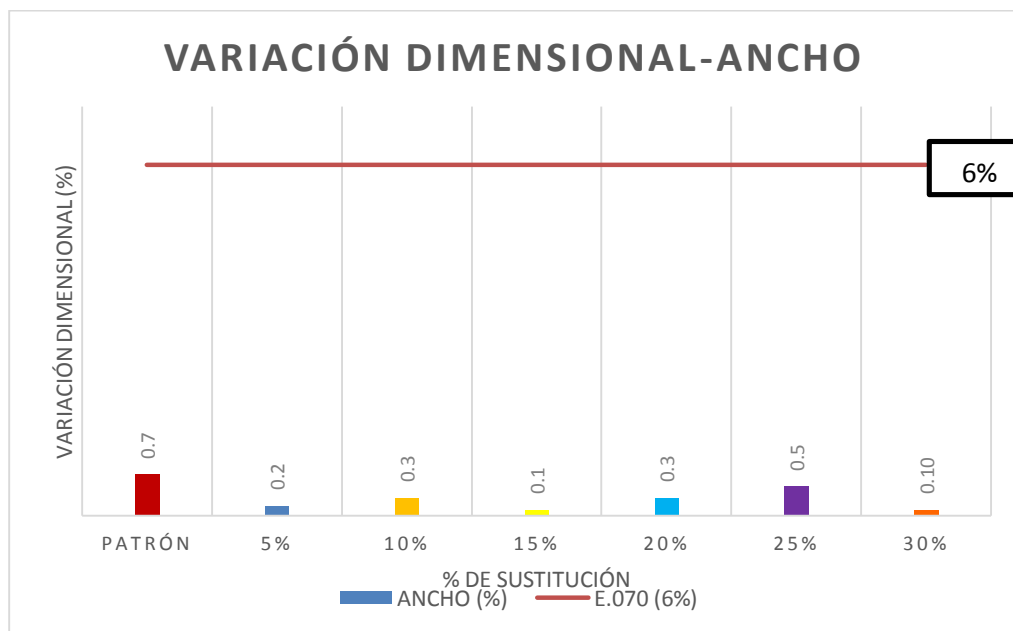
FUENTE: PROPIA

FIGURA 70: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-LARGO COMPARADOS CON LA NTP E.070



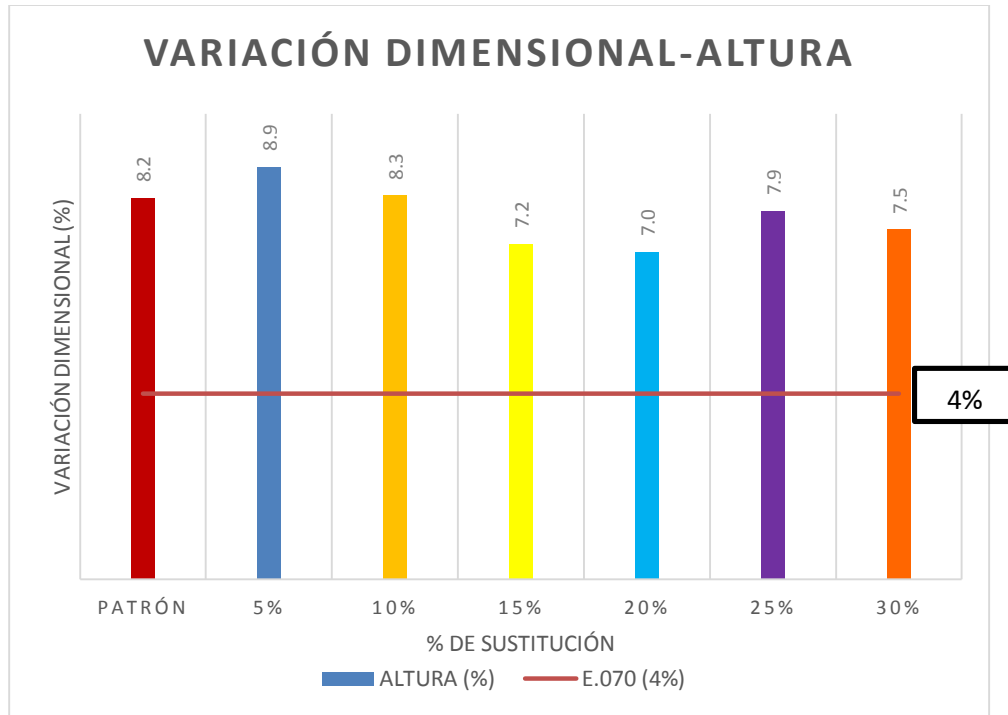
FUENTE: PROPIA

FIGURA 71: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-ANCHO COMPARADOS CON LA NTP E.070



FUENTE: PROPIA

FIGURA 72: RESULTADOS DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL-ALTURA COMPARADOS CON LA NTP E.070



FUENTE: PROPIA

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

- ¿Por qué se eligió $\frac{1}{2}$ " como espesor de las paredes de los bloques no portantes de concreto?

Según la norma técnica E.070 indica que: "El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 12 mm para el Bloque clase NP" y también en la NTP 399.604 indica que: "el espesor mínimo de las paredes para los bloques no portantes de concreto es de 13 mm ($\frac{1}{2}$ "")"

- ¿Por qué se realizó el tamizado para obtener agregado de tamaño máximo nominal $\frac{1}{4}$ "?

Según la norma técnica E.060 indica que: "El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a $\frac{3}{4}$ del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos" es por ello que se utilizó como tamaño máximo nominal $\frac{3}{8}$ "

- ¿Por qué se elaboraron bloques de concreto con las dimensiones de 30cmx20cmx12cm. ?

Se elaboraron los bloques de dichas dimensiones porque la disposición de moldes es una de las más comerciales y era con la única con la que se contaba en la fábrica.

Además las dimensiones cumplen con lo que indica la norma técnica peruana.

- ¿Por qué para el refrentado en un principio se utilizó silicona de alta resistencia y luego se reemplazó por cemento: arena?

Debido a que la silicona de alta resistencia no presentaba un secado rápido el cual era necesario para iniciar con los ensayos de resistencia



a compresión, es por ello que se optó por cambiar por el de cemento: arena que resulto más conveniente para los ensayos.

- Para el refrentado de la cara superior de los bloques se utilizó tiras de caucho para cubrir los orificios de ésta. ¿Por qué?

En el proceso de fabricación los moldes que se utilizaron presentaban dicha irregularidad, por lo cual se optó nivelar la parte superior colocando las tiras de caucho para cubrir esta.

- ¿Por qué los resultados de los ensayos de las características físico-mecánicas fueron comparados con los mínimos permisibles que exige la norma técnica E.070 y no con las normas específicas?

Esto se debe a que la norma técnica E.070 posee mayor jerarquía respecto a las NTP específicas, a pesar de que dichas normas exigen mínimos permisibles mayores y están actualizadas.

- ¿Cómo varía el peso de la unidad de albañilería con distintos porcentajes de sustitución de PET?

El bloque patrón elaborado en esta investigación cuenta con un peso de 6.71 Kg. en promedio y a medida que se incrementa la sustitución del agregado pétreo por el agregado PET las unidades de albañilería reducen su peso. El bloque sustituido al 30% resulta ser más ligero en un 13.51% en comparación con el bloque patrón, además este bloque se encuentra dentro de los parámetros permisibles de la normas técnica E.070.

GLOSARIO

A

ABSORCIÓN: La absorción es la propiedad del bloque para absorber agua hasta llegar al punto de saturación.

AGREGADO: Material granular, tal como la arena, grava, piedra molida, hormigón de cemento hidráulico molido o escoria de alto horno molida, empleado junto con un medio de cemento hidráulico para elaborar hormigón o mortero.

AGREGADO FINO: Agregado que atraviesa un tamiz de 9,5 mm (3/8 in.) y atraviesa casi totalmente un tamiz de 4,75 mm (No. 4) mientras que es predominantemente retenido sobre el tamiz de 75 μ m (No. 200); o aquella porción que atraviesa el tamiz de 4,75 mm (No. 4) y es predominantemente retenida sobre el tamiz de 75 μ m (No. 200).

AGREGADO GRUESO: Agregado predominantemente retenido sobre un tamiz de 4,75 mm (No. 4), o aquella porción retenida sobre un tamiz de 4,75 mm (No. 4).

ALABEO: Es un defecto que tiene el ladrillo de presentar una deformación superficial en sus caras; el alabeo se presenta como concavidad o convexidad.

B

BLOQUE HUECO O PERFORADO: Es la unidad de albañilería que tiene una sección neta, en el plano paralelo a la superficie de asiento, que es 75 % o menos de la sección bruta medida en el mismo plano.

BLOQUE DE CONCRETO: Pieza prefabricada a base de cemento, agua y áridos finos y/o gruesos, naturales y/o artificiales, con o sin aditivos, incluidos pigmentos, de forma sensiblemente prismática, con dimensiones modulares no mayor de 60 cm.

**C**

CEMENTO: Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcilla, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes.

CURADO: Mantenimiento de un contenido de humedad y una temperatura satisfactorios en el hormigón durante sus etapas tempranas de manera que se puedan desarrollar las propiedades deseadas.

D

DIMENSIONES DE FABRICACIÓN: Son aquellas dimensiones adoptadas por el fabricante.

DISEÑO DE MEZCLA: Es el proceso de la aplicación técnica y práctica de los conocimientos científicos sobre sus componentes que la integran así como su interacción entre estos, para así lograr un material que satisfaga eficientemente los requerimientos particulares de un proyecto en su proceso constructivo.

F

FRAGUADO: Es el cambio de estado fluido al estado sólido de la pasta de cemento.

L

LADRILLO DE CONCRETO: Unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado con cemento portland, agua y agregados, que puede ser manipulada con una sola mano.



M

MEZCLADORA: Máquina que se usa para mezclar los componentes del hormigón, mortero, pasta cementicia u otra mezcla.

N

NTP: Norma Técnica Peruana

P

PET: Tereftalato de Polietileno

R

RESISTENCIA A COMPRESIÓN: Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un bloque y su sección bruta o neta.

S

SECCIÓN BRUTA: Es la menor área susceptible de ser obtenida en un plano paralelo al de asiento, en las condiciones especificadas en la NTP 399.604

T

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: De acuerdo a la Norma NTP 400.037 se entiende por tamaño máximo nominal al que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido.

Se define como la abertura del tamiz inmediatamente superior a aquel cuyo porcentaje retenido acumulado sea el 15% o más.

V

VARIACIÓN DIMENSIONAL: Es la alteración de las medidas de una unidad de albañilería con respecto a las dimensiones de fabricación.

CONCLUSIONES

Conclusión 1

Para la hipótesis general que indica: **“La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en los bloques de concreto no estructurales logran un incremento en la resistencia a compresión y una disminución de las propiedades físicas respecto al bloque patrón”** cumple parcialmente:

- Para los bloques sustituidos al 5%, 10% y 15 % CUMPLE la hipótesis general con respecto a la resistencia a compresión como se muestra en la tabla 121, tabla 122, tabla 123 frente a la tabla 120.
- Para los bloques sustituidos al 20%, 25% y 30% NO CUMPLE la hipótesis general con respecto a la resistencia a compresión como se muestra en la tabla 124, tabla 125, tabla 126 frente a la tabla 120.
- Para los bloques sustituidos al 5%, 10%, 15% y 20% CUMPLE la hipótesis general con respecto a la absorción como se muestra en la figura 68.
- Para los bloques sustituidos al 25% y 30% NO CUMPLE la hipótesis general con respecto a la absorción como se muestra en la figura 68.
- Para los bloques sustituidos al 10%, 15%, 20%, 25% y 30% CUMPLE la hipótesis general con respecto a la variación dimensional como se muestra en la tabla 131.
- Para los bloques sustituidos al 5% NO CUMPLE la hipótesis general con respecto a la variación dimensional como se muestra en la tabla 131.
- Con respecto al alabeo CUMPLE la hipótesis general como se muestra en la figura 69.

Conclusión 2

Se demostró la sub-hipótesis 1 que indica: **“La granulometría de los agregados pétreos cumplen con lo exigido en la norma técnica**



peruana en cambio los agregados PET no cumplen con la **granulometría**” como se muestra en la figura 56, figura 57 y figura 58.

Conclusión 3

Se demostró la sub-hipótesis 2 que indica: **“Las características físico-mecánicas del bloque patrón cumplen con lo indicado en la norma técnica E.070”** como se muestra en la tabla 120, figura 67, figura 68, figura 69, figura 70 y figura 71.

Conclusión 4

Para la sub-hipótesis 3 que indica: **“La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% en el bloque de concreto no estructural logran un incremento entre el 1% y 5% de resistencia a compresión mayor que el bloque patrón”** se cumple parcialmente:

- Para el bloque sustituido en 15% SI CUMPLE como se muestra en la tabla 127.
- Para los bloques sustituidos en 5%, 10%, 20%, 25% y 30% NO CUMPLE como se muestra en la tabla 127.

Conclusión 5

Para la sub-hipótesis 4 que indica: **“En el bloque de concreto no estructurales con sustitución de agregados pétreos por agregados PET disminuye la absorción entre un 5% y 10% con respecto a un bloque patrón”** se cumple parcialmente.

- Para el bloque sustituido en 5% SI CUMPLE como se muestra en la tabla 129.
- Para los bloques sustituidos en 10%, 15%, 20%, 25% y 30% NO CUMPLE como se muestra en la tabla 130.

Conclusión 6



Se demostró la sub-hipótesis 5 que indica: **“Los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumplen con lo exigido en la norma técnica E.070 respecto a la absorción”** como se muestra en la figura 68.

Conclusión 7

Para la sub-hipótesis 6 que indica: **“La variación dimensional de los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumplen con lo exigido en la norma técnica E.070”** cumple parcialmente:

- Para largo y ancho CUMPLEN la sub-hipótesis 6 con respecto a la variación dimensional como se muestra en la figura 70 y figura 71.
- Para la altura NO CUMPLE la sub-hipótesis 6 con respecto a la variación dimensional como se muestra en la figura 72.

Conclusión 8

Se demostró la sub-hipótesis 7 que indica: **“El alabeo para los bloques de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET está dentro de los parámetros permitidos por la norma técnica E.070”** como se muestra en la tabla 130.



RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer el uso de esta investigación sustituyendo el PET por otro tipo de plástico ya que al reciclar se encontró distintos tipos de envases que no están fabricados con tereftalato de polietileno (PET).
- Se recomienda realizar la mezcla de los agregados y el cemento en seco, para que esta sea homogénea y trabajable ya que al realizarlo en la mezcladora esta tiende a no uniformizarse.
- Se recomienda que el fraguado de los bloques se realice en un ambiente cubierto debido a que al estar expuesto a la intemperie altera las propiedades físico-mecánicas.
- Se recomienda elaborar bloques de concreto con distintas dimensiones de las ya estudiadas en la presente investigación.
- Se recomienda para futuras investigaciones elaborar estos bloques con la adición de aditivos que mejoren las propiedades físico-mecánicas para así proponerlos como bloques portantes.
- Para la adición del agua a la mezcla, se recomienda realizarlo de forma gradual hasta alcanzar la consistencia adecuada ya que a medida que se agrega mayor porcentaje de PET se requiere menor cantidad de agua.



REFERENCIAS

ARRIETA FREYRE, J. (Enero de 2001). FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO. *Programa Científico PC - CISMID, 1999-2000 - FABRICACION DE BLOQUES DE CONCRETO*. Lima, Lima, Perú: Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres.

ASTM C150, I. (1996). *ASTM INTERNATIONAL*. Obtenido de <http://www.astm.org/Standards/C150C150M-SP.htm>

CANFLOMERO, S. (recuperado el 06/04/2016). *Alquiler y venta de maquinaria e insumos de construcción*. Obtenido de <http://www.canflomero.com/producto.asp?idproducto=18>

CEGARRA SANCHÉZ, J. (2004). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.

CIMATEC, S. (2011). *Equipos, materiales y reactivos para laboratorio*. Obtenido de <https://www.google.com.pe/imgres?imgurl=http://image.slidesharecdn.com/lab04-contenidodehumedad-121129011045-phpapp02/95/lab-04-contenido-de-humedad-3-638.jpg%253Fcb%253D1354151481&imgrefurl=http://es.slideshare.net/raysugar5/lab-04-contenido-de-humedad&h>

EL COMERCIO, o. (22 de 03 de 2016). Día mundial del agua. *El Comercio*.

ELJAI, S. (2011). *Eljai plásticos*. Obtenido de <http://eljai.com.pe/empresa-plastico.html>

FAMACON, B. (2009). *moldes manuales metálicos*. Obtenido de <http://famacon.blogspot.pe/2009/09/bloques-de-concreto-prefabricados.html>

FERNANDEZ, M. (2007). *Hormigón*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Física, o. (2012). *Física en línea*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/timesolar/medici%C3%B3n/vernier>

Hernandez Sampieri, R. (2014). *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN*. México: MCGRAW-HILL.

Hoechst, Q. (1997). *Enciclopedia del Plástico*. México: IMPI.

IRAM 11561, I. A. (Mayo de 1997). Obtenido de <https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=>



2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjFmp7TjKXLAhVILyYKHc7jBUgQFgggMAE&url=http%3A%2F%2Fsistemamid.com%2Fdownload.php%3Fa%3D2222&usg=AFQjCNGYpbRR1FBKkJPR82CMUQ5UR26A6Q&sig2=n2HaoeKd-gHrKHv5ns7Scg&bvm

- JR BLOCKS, S. (Recuperado el 05/04/2016). *Blocks de Concreto*. Obtenido de <http://www.jrblocksdecalidad.com.mx/blocks-de-concreto/>
- L. Richardson, T. (1999). *Industrias del Plástico-Plástico Industrial*. Madrid: Grupo Paraninfo.
- MINAM. (2014). *Sexto Informe Nacional de Residuos Sólidos de la gestión del ámbito Municipal y no Municipal 2013*. Lima.
- Neetesuola. (2016). *Granulometría de los agregados de hormigón*. Obtenido de <http://neetesuola.com/granulometria-de-los-agregados-de-hormigon/>
- Norma Técnica E.070, N. (s.f.). Albañilería.
- NTON. (2009). Fabricación de Bloques de Concreto. *Asamblea Nacional de la República de Nicaragua*. Managua: Normas Jurídicas de Nicaragua.
- NTP 334.090, N. T. (17 de Julio de 2013). Cementos. Cementos Portland adicionados. Requisitos. *NTP*, pág. 41.
- NTP 339.088, N. T. (16 de Febrero de 2006). Hormigón (Concreto). Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento portland. *NTP*, pág. 13.
- NTP 399.600, N. T. (11 de 12 de 2015). Unidades de Albañilería. Bloques de concreto para usos no estructurales. *NTP*, pág. 8.
- NTP 399.604, N. T. (11 de 12 de 2015). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidad de albañilería de concreto. *Norma Técnica Peruana*, pág. 17.
- NTP 399.613, N. T. (14 de Junio de 2005). Unidades de Albañilería. Metodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. *NTP*, pág. 32.
- NTP 400.012, N. T. (31 de Mayo de 2001). Agregados. análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. *NTP*, pág. 14.
- NTP 400.037, N. T. (2000). Análisis Granulometrico del Agregado fino, grueso y global. *Norma Técnica Peruana*.
- Pasquel, C. E. (1998). *TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO EN EL PERÚ*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.



- PCA, PORTLAND CEMENT ASSOCIATION. (1994). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. México: PCA.
- Rapimán, G. A. (2007). *Propiedades Físicas y Mecánicas de Bloques de Hormigón compuestos con áridos reciclados*. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n3/art10.pdf>
- RIVERA, G. A. (2013). *CONCRETO SIMPLE*. Cauca: InforCivil.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Tecnologías del Plástico, D. m. (2016). *Demandan más PET reciclado para la fabricación de botellas*. Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/Demandan-mas-PET-reciclado-para-la-fabricacion-de-botellas+104078#prettyPhoto>
- Textos Científicos, P. (04 de Noviembre de 2005). *Textos Científicos*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/polimeros/pet>
- Yura, S. (2015). *Cementos Yura s.a.* Obtenido de <http://www.yura.com.pe/productos.html>

ANEXOS

FIGURA 73: PROCESO DE SELECCIÓN DE BOTELLAS DE PET



FUENTE: PROPIA

FIGURA 74: PROCESO DEL PICADO DE PET



FUENTE: PROPIA

FIGURA 75: MOLINO MECÁNICO PARA EL PICADO DEL PET



FUENTE: PROPIA

FIGURA 76: ENSAYO DE GRANULOMETRÍA DEL PET



FUENTE: PROPIA

FIGURA 777: TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO DE 1/4"



FUENTE: PROPIA

FIGURA 78: GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 79: MEZCLADO DE LOS AGREGADOS DEL BLOQUE DE CONCRETO



FUENTE: PROPIA

FIGURA 80: MEZCLADO DEL PET CON LOS AGREGADOS



FUENTE: PROPIA

FIGURA 81: VIBRADO DE LA MEZCLA



FUENTE: PROPIA

FIGURA 82: DESMOLDE DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 83: CURADO DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 84: REFRENTADO DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 85: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 86: ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 87: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 88: ENSAYO DE ALABEO DE LAS UNIDADES



FUENTE: PROPIA

FIGURA 89: DESARROLLO DE LOS ENSAYOS EN PRESENCIA DE DICTAMINANTES



FUENTE: PROPIA



FIGURA 90: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "EVALUACIÓN COMPARATIVA DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE BLOQUES DE CONCRETO NO ESTRUCTURALES CON LA SUSTITUCIÓN DE AGREGADOS PÉTREOS POR AGREGADOS PET EN PORCENTAJES DE 5%, 10%, 15%, 20%, 25% Y 30% CURADOS POR INMERSIÓN Y COMPARADOS CON UN BLOQUE DE CONCRETO PATRÓN "						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y SUB VARIABLES	INDICADORES Y UNIDADES DE ESTUDIO	METODOLOGÍA	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	INDEPENDIENTES	INDICADOR (UND)	TIPO DE INVESTIGACIÓN	
¿Cuál es el resultado de la evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión, respecto a las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón?	Evaluar comparativamente las propiedades físico-mecánicas de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión, respecto a las propiedades físico-mecánicas de un bloque patrón.	La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en los bloques de concreto no estructurales logra un incremento en la resistencia a compresión y una disminución de las propiedades físicas respecto al bloque patrón.	Volúmen del agregado PET sustituido	Volumen (m3)	Cuasi-experimental.	Guías de observación de laboratorio Guías de observación de campo
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	SUB HIPÓTESIS	DEPENDIENTES	INDICADORES (UND)	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	EQUIPOS Y ACCESORIOS
P1: ¿Cuáles es la granulometría del agregado PET y los agregados pétreos?	OE1: Determinar la granulometría de los agregados pétreos y los agregado PET	SH1: La granulometría de los agregados pétreos cumplen con lo exigido en la norma técnica peruana en cambio los agregados PET no cumplen con la granulometría.			Descriptiva	
P2: ¿Cuáles serán las características físico-mecánicas del bloque patrón?	OE2: Evaluar cuáles serán las características físico-mecánicas del bloque patrón.	SH2: Las características físico-mecánicas del bloque patrón cumplen con lo indicado en la norma técnica E.070.			MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	
P3: ¿En qué medida incrementa la resistencia a la compresión del bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET con respecto al bloque patrón?	OE3: Evaluar en qué medida incrementa la resistencia a la compresión del bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET con respecto al bloque patrón.	SH3: La sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% en el bloque de concreto no estructural logran un incremento entre el 1%-5% de resistencia a la compresión mayor que el bloque patrón.				
P4: ¿En qué magnitud varía la absorción de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% frente a un bloque de concreto patrón?	OE4: Determinar en qué magnitud varía la absorción de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% frente a un bloque de concreto patrón.	SH4: En el bloque de concreto no estructural con sustitución de agregados pétreos por agregados PET disminuye la absorción entre un 5% y 10% con respecto a un bloque patrón.	1. Resistencia a la compresión (f'_{b}) 2. Alabeo 3. Variación dimensional 4. Absorción	1. Esfuerzo (MPa y kg/cm2) 2. Longitud (mm) 3. Variación de dimensiones (largo, ancho, altura) (%) 4. Absorción de agua (%)	Hipotético Deductivo	Equipos para la determinación de granulometría. Equipos para la determinación de granulometría. Cilindros Mesa Vibradora Mezcladora Moldes Molino Recipientes Horno. Balanzas. Juego de tamices. Equipo de Compresión. Vernier. Cuña Alabeo
P5: ¿Cuál es el porcentaje de absorción de los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET?	OE5: Determinar el porcentaje de absorción de los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET.	SH5: Los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumplen con lo exigido en la norma técnica E.070 respecto a la absorción.				
P6: ¿Cómo se modifica la variación dimensional de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%?	OE6: Identificar cómo se modifica la variación dimensional de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.	SH6: La variación dimensional de los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET cumple con lo exigido en la norma técnica E.070.				
P7: ¿Cuál es la variación del alabeo de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%?	OE7: Establecer cuál es el alabeo de un bloque de concreto no estructural con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.	SH7: El alabeo para los bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados PET está dentro de los parámetros permitidos por la norma técnica E.070.				

FUENTE: PROPIA

