

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Evaluación de las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería confinada de concreto y plástico PET proveniente de botellas de agua en el distrito de Chiclayo, 2019**

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

**AUTOR**

**David Arturo Boyer Bocanegra**

**ASESOR**

**Carlos Rafael Tafur Jimenez**

<https://orcid.org/0000-0003-0119-8234>

**Chiclayo, 2022**

**Evaluación de las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería confinada de concreto y plástico PET proveniente de botellas de agua en el distrito de Chiclayo, 2019**

PRESENTADA POR:

**David Arturo Boyer Bocanegra**

A la Facultad de Ingeniería. de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Cesar Eduardo Cachay Lazo  
PRESIDENTE

Angel Alberto Lorren Palomino  
SECRETARIO

Carlos Rafael Tafur Jimenez  
VOCAL

## **Dedicatoria**

Quiero dedicar esta investigación a mi familia, porque ellos son los que me ayudaron , apoyaron e impulsaron siempre a seguir adelante y no rendirme por más fuertes sean los problemas y/o adversidades, a mi abuelo Fidencio Bocanegra Bazán y mi abuela Blanca Paredes Delgado, quienes velaron por mí desde muy pequeño y que el resultado de hoy es gracias al esfuerzo y dedicación que ellos tuvieron conmigo; dedicarle también a mi padre Juan Arturo Boyer Ramos que siempre me apoyó cuando se lo pedí y que también es un pilar importante en mi crecimiento personal y profesional, a mi madre Leonila Bocanegra Paredes que siempre me dió calma en momentos de angustia y tranquilidad para avanzar siempre de la mano de Dios; además dedicarle esta investigación a Xiomara Paola Mayanga Valencia, quien me acompañó a lo largo de estos años, siempre motivándome, impulsándome, y sé que también es un logro para ella.

## **Agradecimientos**

Quiero agradecer a Dios por permitirme llegar hasta aquí, por darme la fuerza que en algún momento necesité para continuar y no rendirme; agradecer también a mi familia, mis padres y amigos por colaborar siempre a mi avance profesional y acompañarme desinteresadamente en esta aventura que yo escogí, quiero agradecer a mis asesores Eduardo Antonio Larrea Wong, por guiarme en el inicio de mi investigación, y resolver mis dudas e inquietudes, y Carlos Rafael Tafur Jiménez, quien incluso antes de ser designado como mi asesor, me daba consejos y siempre se dió un tiempo para atenderme, y ahora como mi asesor mucho más y que más que un asesor se volvió un amigo; un agradecimiento a las familias Mayanga Samillán y Valencia Arámbulo y un agradecimiento más que especial a la familia Mayanga Valencia que me acogieron como su familia, me apoyaron sin dudarlos en todo momento, y que sin su ayuda y esfuerzo esta investigación no se hubiera podido realizar. Agradecer también a grandes personas que conocí a lo largo de estos años, como lo son Luis Ángel Soto Elías, mi gran amigo, con el que he vivido muchas experiencias buenas y malas y siempre ha estado ahí para apoyarme y Juan Francisco Castillo González, una gran persona, un gran amigo que siempre que lo he necesitado ha estado conmigo en las buenas y en las malas; a Luis Cardozo Bocanegra, mi primo y amigo, el cual me apoyó en el momento que lo necesité y que sin su ayuda no hubiera sido posible la realización de esta investigación, muchas gracias. Para finalizar, dos personas con las cuales he crecido, y que son dos de las personas esenciales en mi vida, mi mejor amigo William Fabrizio Montoya Silva, quien es mi hermano y por su amistad inquebrantable a través de los años, y Xiomara Paola Mayanga Valencia, a quien admiro por su fortaleza, por siempre ayudarme a ver el lado bueno de las cosas, por acompañarme a lo largo de mi vida y por nunca dejarme caer y siempre darme su mano para levantarme las veces que lo necesite.

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

28%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://tesis.usat.edu.pe">tesis.usat.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
9	<a href="https://repositorio.uns.edu.pe">repositorio.uns.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%

# Índice

Resumen .....	13
Abstract .....	14
I. Introducción .....	15
II. Marco teórico .....	18
2.1. Antecedentes del Problema .....	18
2.2. Bases Teórico Científicas .....	23
2.2.1. Marco Legal.....	23
2.2.2. Albañilería .....	26
2.2.3. Unidad de Albañilería.....	30
2.2.4. Ladrillo de Concreto.....	38
III. Materiales y métodos.....	44
3.1. Tipo de Investigación .....	44
3.2. Diseño de Investigación.....	45
3.3. Población, muestra y muestreo .....	45
3.4. Criterios de selección.....	45
3.5. Operacionalización de Variables .....	47
3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	48
3.6.1. Técnicas .....	48
3.6.2. Fuentes y programas .....	48
3.6.3. Ensayos de laboratorio.....	49
3.7. Procedimientos .....	87
3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos.....	94
3.9. Matriz de consistencia .....	97
3.10. Consideraciones éticas.....	98
IV. Resultados .....	99
4.1. Ensayos de los agregados .....	99
4.1.1. Análisis Granulométrico.....	99
4.1.2. Peso Unitario de Agregados .....	101
4.1.3. Peso Específico de los agregados .....	103
4.1.4. Contenido de humedad de los agregados .....	104
4.2. Análisis Granulométrico del plástico PET triturado.....	105
4.3. Elaboración de Diseño de Mezcla .....	106
4.4. Ensayo al mortero .....	107
4.5. Ensayos clasificatorios de las unidades de concreto .....	107

4.5.1. Resistencia la compresión de unidad de albañilería .....	107
4.5.2. Absorción de agua .....	109
4.5.3. Variación Dimensional .....	110
4.5.4. Alabeo.....	112
4.6. Ensayos no clasificatorios de las unidades de concreto .....	113
4.6.1. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería.....	114
4.6.2. Compresión Diagonal en muretes de albañilería.....	115
4.6.3. Ensayo de resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor y exposición al fuego.....	116
4.7. Selección de Dosificación Óptima para Ladrillo.....	120
4.8. Evaluación Costo-Beneficio .....	121
4.9. Evaluación de Impacto Ambiental .....	125
4.9.1. Resumen Ejecutivo .....	125
4.9.2. Objetivo General de la EIA .....	125
4.9.3. Marco Legal.....	126
4.9.4. Descripción y análisis del proyecto .....	128
4.9.5. Área de influencia del proyecto.....	131
4.9.6. Línea Base Ambiental .....	134
4.9.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales.....	138
4.9.8. Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	138
4.9.9. Plan de Participación Ciudadana .....	140
4.9.10. Plan de Manejo Ambiental .....	140
4.9.11. Plan de Compensación Ambiental.....	140
4.9.12. Conclusiones y Recomendaciones de la EIA .....	140
V. Discusión .....	141
5.1. Características de los agregados pétreos .....	141
5.2. Ladrillo Patrón.....	141
5.3. Ensayo de Resistencia a la compresión de prismas.....	144
5.4. Ensayo de compresión diagonal de muretes.....	145
5.5. Comparación entre unidad patrón y unidades con reemplazo y adición .....	146
5.6. Ensayo de compresión posterior a la exposición del calor.....	147
5.7. Ensayo de compresión posterior a la exposición de fuego.....	148
5.8. Selección de Dosificación Óptima para Ladrillo.....	150
5.9. Análisis Costo Beneficio .....	150
VI. Conclusiones .....	152
VII. Recomendaciones.....	155
VIII. Referencias bibliográficas .....	156
IX. Anexos.....	161

## Lista de tablas

Tabla N° 1 Medidas de bloques .....	33
Tabla N° 2 Medidas de las bloquetas .....	34
Tabla N° 3 Medidas de los ladrillos .....	35
Tabla N° 4 Equivalentes numéricos de las resinas poliméricas .....	41
Tabla N° 5 Propiedades del plástico Polietileno – Tereftalato (PET).....	42
Tabla N° 6 Operacionalización de Variables .....	47
Tabla N° 7 Matriz de Consistencia .....	97
Tabla N° 8 Consideraciones Éticas .....	98
Tabla N° 9 Análisis Granulométrico del Agregado Fino .....	99
Tabla N° 10 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	100
Tabla N° 11 Peso Unitario del Agregado Fino .....	101
Tabla N° 12 Peso Unitario del Agregado Grueso .....	102
Tabla N° 13 Peso Específico del Agregado Fino .....	103
Tabla N° 14 Peso Específico del Agregado Grueso.....	104
Tabla N° 15 Contenido de Humedad de los agregados.....	104
Tabla N° 16 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	105
Tabla N° 17 Diseño de Mezcla .....	106
Tabla N° 18 Resistencia a la compresión de unidad de albañilería .....	107
Tabla N° 19 Absorción de agua de ladrillos .....	109
Tabla N° 20 Variación dimensional ladrillos .....	111
Tabla N° 21 Alabeo.....	113
Tabla N° 22 Resistencia a la compresión de prismas de albañilería .....	114
Tabla N° 23 Compresión Diagonal de muretes de albañilería .....	115
Tabla N° 24 Resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor.....	117
Tabla N° 25 Resistencia A La Compresión Posterior Exposición al Fuego .....	118
Tabla N° 26 Peso Unitario Suelto del Plástico PET.....	121
Tabla N° 27 Precio del concreto por millar de ladrillos.....	122
Tabla N° 28 Cantidad de botellas de plástico utilizadas en un millar de ladrillo .....	124
Tabla N° 29 Cronograma de ejecución de la investigación .....	131
Tabla N° 30 Matriz de Leopold.....	139
Tabla N° 31 Resumen Características de Ladrillo Patrón.....	142
Tabla N° 32 Resumen Comparación Características de Unidad Patrón y Unidades con Reemplazo y Adición .....	146

## Lista de imágenes

Imagen N° 1 Muros No Portantes .....	27
Imagen N° 2 Muros Portantes .....	27
Imagen N° 3 Bloque Alveolares.....	28
Imagen N° 4 Muro Armado .....	28
Imagen N° 5 Muro de Albañilería Confinada .....	29
Imagen N° 6 Construcción de muro de albañilería confinada .....	29
Imagen N° 7 Unidades Sólidas.....	30
Imagen N° 8 Unidades Huecas menores a 30% .....	30
Imagen N° 9 Unidad Alveolar.....	31
Imagen N° 10 Unidades Huecas.....	31
Imagen N° 11 Unidades Apilables .....	32
Imagen N° 12 Unidades Tubulares .....	32
Imagen N° 13 Bloques .....	33
Imagen N° 14 Bloquetas .....	34
Imagen N° 15 Ladrillos .....	35
Imagen N° 16 Ladrillo de Arcilla.....	36
Imagen N° 17 Unidades Sílico Calcáreas .....	37
Imagen N° 18 Unidades de Concreto .....	37
Imagen N° 19 Sistema de Codificación del Plástico.....	40
Imagen N° 20 Peso del agregado fino .....	51
Imagen N° 21 Tamizado de agregado .....	51
Imagen N° 22 Tamices utilizados para el ensayo .....	51
Imagen N° 23 Peso del agregado grueso húmedo.....	53
Imagen N° 24 Peso del agregado grueso seco.....	53
Imagen N° 25 Fiola con agua y agregado fino.....	56
Imagen N° 26 Eliminación de burbujas de aire.....	56
Imagen N° 27 Fiola con agua y agregado fino en reposo .....	56
Imagen N° 28 Muestra colocada al horno .....	56
Imagen N° 29 Colocación de la muestra en un depósito de metal .....	57
Imagen N° 30 Peso de la muestra seca al horno .....	58
Imagen N° 31 Peso del recipiente .....	64
Imagen N° 32 Máquina de resistencia a la compresión .....	69
Imagen N° 33 Falla del ladrillo de concreto .....	69
Imagen N° 34 Ladrillo de concreto sacado del agua.....	72
Imagen N° 35 Ladrillo colocado al horno .....	72
Imagen N° 36 Medición de la variación dimensional .....	76
Imagen N° 37 Medidas de los prismas de albañilería .....	79
Imagen N° 38 Ensayo de compresión de prismas .....	79
Imagen N° 39 Ensayo de compresión de prismas .....	80
Imagen N° 40 Ensayo de compresión de prismas .....	82
Imagen N° 41 Ladrillo expuesto al calor .....	84
Imagen N° 42 Ladrillo ordenado para exponer al fuego.....	86
Imagen N° 43 Ladrillo expuesto al fuego .....	87
Imagen N° 44 Recibo de compra de plástico reciclado USAT .....	88

Imagen N° 45 Molde para elaboración de ladrillos de concreto .....	89
Imagen N° 46 Medidas del molde para ladrillos de concreto .....	89
Imagen N° 47 Análisis Granulométrico .....	90
Imagen N° 48 Material para Granulometría.....	91
Imagen N° 49 Mallas Normalizadas para Análisis Granulométrico .....	91
Imagen N° 50 Mesa Vibratoria .....	92
Imagen N° 51 Elaboración de ladrillos de concreto.....	93
Imagen N° 52 Distancia desde la carretera hacia el local de elaboración de ladrillos .....	128
Imagen N° 53 Ubicación del local de elaboración de ladrillos .....	129
Imagen N° 54 Ubicación del local de laboratorio .....	129
Imagen N° 55 Ubicación del local de laboratorio .....	130
Imagen N° 56 Área de Influencia directa del local de elaboración de ladrillos.....	132
Imagen N° 57 Área de Influencia Indirecta del laboratorio de ensayos.....	133
Imagen N° 58 Área de Influencia Indirecta de la investigación .....	134
Imagen N° 59 Clima promedio de Pomalca.....	134
Imagen N° 60 Calidad del aire de Pomalca.....	135
Imagen N° 61 Clima promedio de Pomalca.....	136

## Lista de anexos

ANEXO 1 - TABLA 1 Factores de Incremento por Edad .....	161
ANEXO 1 - TABLA 2 Factores de corrección Altura/Espesor .....	161
ANEXO 1 - TABLA 3 Peso de Botellas de Agua Promedio.....	161
ANEXO 1 - TABLA 4 Tabla Salarial de Construcción Civil 2020-2021 .....	162
ANEXO 1 - TABLA 5 Porcentaje de Huecos del Molde .....	162
ANEXO 1 - TABLA 6 Resistencia a la Compresión del Mortero.....	162
ANEXO 1 - TABLA 7 Materiales De Construcción Empleados En Paredes.....	163
ANEXO 1 - TABLA 8 Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto .....	163
ANEXO 1 - TABLA 9 Porcentaje de Absorción de Ladrillos de Concreto .....	164
ANEXO 1 - TABLA 10 Variación Dimensional De Ladrillos De Concreto.....	165
ANEXO 1 - TABLA 11 Alabeo De Ladrillos de Concreto .....	166
ANEXO 1 - TABLA 12 Resistencia A La Compresión Posterior A La Exposición Al Calor .....	167
ANEXO 1 - TABLA 13 Resistencia A La Compresión Posterior A La Exposición Al Fuego .....	167
ANEXO 1 - TABLA 14 Diseño de Mezcla .....	168
ANEXO 1 - TABLA 15 Análisis de Precios Unitarios de Fabricación de Ladrillos de Concreto Óptimo .....	170
ANEXO 1 - TABLA 16 Análisis de Precios Unitarios de Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto Óptimo.....	170
ANEXO 1 - TABLA 17 Análisis de Precios Unitarios a Compresión Diagonal de Ladrillos de Concreto Óptimo .....	171
ANEXO 1 - TABLA 18 Análisis de Precios Unitarios Resistencia a la Compresión Posterior a la Exposición al Calor Concreto Óptimo.....	171
ANEXO 1 - TABLA 19 Presupuesto de Ensayos para Investigación .....	172
ANEXO 2- IMAGEN 1 Resultado de Ensayo de Granulometría Agregado Fino.....	173
ANEXO 2- IMAGEN 2 Resultado de Ensayo de Granulometría Agregado Grueso.....	174
ANEXO 2- IMAGEN 3 Resultado de Ensayo de Granulometría Plástico PET .....	175
ANEXO 2- IMAGEN 4 Resultado de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .	176
ANEXO 2- IMAGEN 5 Resultado de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	177
ANEXO 2- IMAGEN 6 Resultado de Peso Unitario del Agregado Fino .....	178
ANEXO 2- IMAGEN 7 Resultado de Peso Unitario del Agregado Grueso.....	179
ANEXO 2- IMAGEN 8 Resultado de Contenido de Humedad de Agregados.....	180
ANEXO 2- IMAGEN 9 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm Patrón.....	181
ANEXO 2- IMAGEN 10 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 5% Reemplazo...	181
ANEXO 2- IMAGEN 11 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 10% Reemplazo.	182
ANEXO 2- IMAGEN 12 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 20% Reemplazo.	182
ANEXO 2- IMAGEN 13 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 5% Adición.....	183
A ANEXO 2- IMAGEN 14 NEXO 2-FIGURA 1 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 10% Adición.....	183
ANEXO 2- IMAGEN 15 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm Patrón	184
ANEXO 2- IMAGEN 16 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Reemplazo .....	185

ANEXO 2- IMAGEN 17 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 10% Reemplazo .....	186
ANEXO 2- IMAGEN 18 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 20% Reemplazo .....	186
ANEXO 2- IMAGEN 19 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición .....	187
ANEXO 2- IMAGEN 20 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición .....	188
ANEXO 2- IMAGEN 21 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición .....	189
ANEXO 2- IMAGEN 22 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición .....	190
ANEXO 2- IMAGEN 23 Solicitud de Uso Laboratorio USAT.....	191
ANEXO 2- IMAGEN 24 Solicitud de Datos Estadísticos Municipalidad Provincial de Chiclayo .....	192
ANEXO 2- IMAGEN 25 Recibo de Compra de Plástico de Campaña “Por Mi Planeta Cero Plástico” de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo .....	193
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 1 Plástico PET Reciclado Para Granulometría .....	194
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 2 Plástico PET Para Peso Unitario .....	194
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 3 Recipiente Para Peso Unitario Plástico PET .....	195
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 4 Peso de Botella de Agua Marca San Carlos .....	195
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 5 Peso de Botella de Agua Marca Cielo .....	196
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 6 Peso de Botella de Agua Marca Benedictino .....	196
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 7 Peso de Botella de Agua Marca San Mateo .....	197
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 8 Molde para Fabricación de Ladrillo de Concreto .....	197
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 9 Mesa Vibratoria Usada Para Fabricación de Ladrillos de Concreto .....	198
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 10 Balanza Para Pesar Material .....	198
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 11 Batea para Colocación de Material.....	199
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 12 Mezcladora Eléctrica .....	199
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 13 Probeta para Medición de Agua .....	200
A ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 14 Pesaje de Material Para Ladrillos .....	200
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 15 Colocación de Material en Mezcladora .....	201
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 16 Vibrado de Material en Mesa Vibradora .....	201
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 17 Ladrillo de Concreto En Estado Fresco .....	202
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 18 Curado de Ladrillos .....	202
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 19 Medición de Ladrillos de Concreto .....	203
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 20 Máquina de Resistencia A La Compresión .....	203
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 21 Falla de Ladrillo de Concreto .....	204
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 22 Molde para Cubos de Mortero.....	204
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 23 Herramientas para Ensayo de Fluidez .....	205
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 24 Desmolde de Mortero Mesa de Flujo .....	205
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 25 Fluidez del Mortero .....	206
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 26 Cubos de Mortero Curados.....	206
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 27 Cubos de Mortero Ya Ensayados .....	207
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 28 Armado de Pilas.....	207

ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 29 Armado de pilas .....	208
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 30 Refrentado de Pilas .....	208
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 31 Medida de Pilas .....	209
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 32 Ensayo Compresión de Pilas .....	209
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 33 Rotura de Pila .....	210
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 34 Armado De Muretes .....	210
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 35 Armado De Muretes .....	211
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 36 Máquina de Resistencia a la Compresión de Muretes .....	211
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 37 Medición de Muretes .....	212
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 38 Colocación de Muretes .....	212
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 39 Rotura de Muretes .....	213
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 40 Manómetro de Máquina de Rotura de Muretes .....	213
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 41 Colocación de Ladrillos en el Horno .....	214
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 42 Ladrillos Retirados del Horno .....	214
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 43 Ladrillos Siendo Expuestos Al Fuego .....	215
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 44 Ladrillos Después De Haber Sido Expuesto Al Fuego Y Posteriormente Expuesto A La Compresión .....	215
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 45 Medición De Temperatura De Los Ladrillos De Concreto .	216
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 46 Factura Compra Materiales .....	217
ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 47 Encuesta Cuerpo de Bomberos De La Unidad Salvadora Chiclayo 26 .....	217

## Resumen

Esta investigación evaluó las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería confinada de concreto con plástico PET para la construcción de muros portantes, para comprobar si se puede integrar plástico PET triturado en el concreto para su fabricación. Para ello, se determinó la dosificación apropiada para la muestra patrón con una resistencia que corresponda al tipo 17 según la Norma Técnica Peruana 399.601, el cual comparte características similares a ladrillos de arcilla tipo V según la E.070, se reemplazó en peso el agregado grueso por el plástico PET en porcentajes ascendientes de 5%,10%,15%,20% y 25%, se adicionó también la dosificación 5% y 10% de PET en relación al peso del cemento. Elaborados los ladrillos, se ensayaron para conocer la resistencia a la compresión de la unidad( $f'_b$ ), se descartó los porcentajes de 15% y 25% ya que no cumple con los requisitos mínimos por resistencia, mientras que los ladrillos patrón, 5%,10%,20%, +5% y +10% tuvieron resistencias de 183.88 Kg/cm<sup>2</sup>, 188.26 Kg/cm<sup>2</sup>,241.03 Kg/cm<sup>2</sup>, 201.51 Kg/cm<sup>2</sup>, 208.66 Kg/cm<sup>2</sup> y 189.44 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, posteriormente se realizó el ensayo de pilas( $f'_m$ ) con resistencias de 103.61 Kg/cm<sup>2</sup> , 95.02 Kg/cm<sup>2</sup> ,104.06 Kg/cm<sup>2</sup>,88.60 Kg/cm<sup>2</sup>, 78.95Kg/cm<sup>2</sup> y 67.38 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, se realizó el ensayo de muretes ( $v'_m$ ), se obtuvo 1.21MPa, 1.09 MPa, 1.45 MPa,1.27MPa, 1.31 MPa y 1.34MPa respectivamente. Se concluyó que las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto y plástico PET triturado cumplen los requisitos, siendo la dosificación óptima la de 10% de reemplazo del peso del agregado grueso por plástico.

**Palabras clave:** PET, albañilería confinada, muretes, dosificación

## Abstract

This research evaluated the physical and mechanical characteristics of confined concrete masonry units with PET plastic for the construction of load-bearing walls, to see if crushed PET plastic can be integrated into the concrete for their manufacture. For this, the appropriate dosage was determined for the standard sample with a resistance that corresponds to type 17 according to Peruvian Technical Standard 399.601, which shares similar characteristics to type V clay bricks according to E.070, the aggregate was replaced by weight thickness by PET plastic in ascending percentages of 5%, 10%, 15%, 20% and 25%, the dosage of 5% and 10% of PET was also added in relation to the weight of the cement. Once the bricks were made, they were tested to know the compressive strength of the unit ( $f'_b$ ), the percentages of 15% and 25% were discarded since it does not meet the minimum requirements for resistance, while the standard bricks, 5 %, 10%, 20%, + 5% and + 10% had resistances of 183.88 Kg / cm<sup>2</sup>, 188.26 Kg / cm<sup>2</sup>, 241.03 Kg / cm<sup>2</sup>, 201.51 Kg / cm<sup>2</sup>, 208.66 Kg / cm<sup>2</sup> and 189.44 Kg / cm<sup>2</sup> respectively, later The test of batteries ( $f'_m$ ) was carried out with resistances of 103.61 Kg / cm<sup>2</sup>, 95.02 Kg / cm<sup>2</sup>, 104.06 Kg / cm<sup>2</sup>, 88.60 Kg / cm<sup>2</sup>, 78.95Kg / cm<sup>2</sup> and 67.38 Kg / cm<sup>2</sup> respectively, the test of walls ( $v'_m$ ), 1.21MPa, 1.09 MPa, 1.45 MPa, 1.27MPa, 1.31 MPa and 1.34MPa were obtained respectively. It was concluded that the physical and mechanical properties of the crushed PET plastic and concrete masonry units meet the requirements, with the optimal dosage being 10% replacement of the weight of the coarse aggregate by plastic.

**Keywords:** PET, confined masonry, walls, dosage

## I. Introducción

La tasa de crecimiento demográfico en Latinoamérica, representa a nivel mundial, una crisis ambiental, debido a que este crecimiento y la demanda de recursos tiene una relación directamente proporcional, lo que conlleva a un incremento en la explotación de los mismos y la creación de residuos no aprovechados, los cuales se acumulan y contaminan. Es por ello que uno de los principales problemas que aqueja al ser humano en la última década es la contaminación y su impacto en el medio ambiente.

Uno de los mayores contaminantes es el uso del plástico, el cual es el elemento mayor usado en los procesos y las actividades de la vida cotidiana; principalmente en la industria alimentaria, debido a que permite la conservación y almacenamiento de alimentos y bebidas. El tipo de plástico más utilizado para las bebidas es el Tereftalato de Polietileno o mayormente conocido como PET, ya que además de las características propias del material, el costo de producción es muy bajo. Gómez Antón en 2014 [1] dijo que A nivel mundial hasta 13 millones de toneladas de plástico llegan cada año a los mares. En el Perú desde el año 2015 tenemos un crecimiento enorme de plástico, cuya degradación o transformación tarda hasta 500 años. El Ministerio del Ambiente en el 2018 [2] dijo que si bien el 56% de dichos residuos es trasladado a un relleno sanitario, considerado como lugar formal de almacenamiento de la basura; solo el 0.3% del total del plástico que desechamos los peruanos se recupera para ser reciclado; mientras que el 43.7% equivalente a 309 mil toneladas, termina en un descampado o botadero a cielo abierto, es quemado, o peor que ello, arrojado a los ríos y por consecuencia termina en el mar, matando a nuestras especies [3].

Por otro lado, la industria de la construcción es la mayor consumidora de recursos naturales, además de ser una de las principales causantes de la contaminación atmosférica. Según estimaciones del Worldwatch Institute, del total de los recursos consumidos a nivel mundial, esta industria utiliza el 40% de arena y piedras, el 25% de la madera virgen, el 16% del agua y el 40% de la energía [4]. Bautista y Loaiza en 2018 [5] siendo más específicos, un edificio, por ejemplo, consume entre el 20 y el 50% de los recursos físicos según su entorno, siendo las obras públicas las que consumen más materiales.

Adicionalmente a ello, el desconocimiento sobre nuevos materiales es un gran problema puesto que no permite el ingreso de materiales alternativos y/o ecológicos al tenerse como única forma de construir; al concreto, ladrillo de arcilla, siendo el Ladrillo/Bloque de Cemento el material de construcción más empleado en paredes con un 55% en el Distrito de Chiclayo. [6]

El plástico PET es un material abundante y cuya posterior adición a las unidades de albañilería no requiere mano de obra calificada. Debido a los antecedentes que presenta el plástico PET como recurso poco aprovechado y principal factor contaminante, surge la imperiosa necesidad de analizar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería resultantes al reemplazo de diferentes porcentajes plástico PET por sus componentes pétreos.

Los muros portantes además de dividir habitaciones cumplen también funciones estructurales, soportan cargas verticales y horizontales y estas unidades de albañilería de concreto con plástico PET reduciría la explotación y posterior utilización de agregados, pero debemos conocer de qué manera cambian sus características físicas y mecánicas; de este modo la formulación del problema del proyecto de investigación fue:

¿De qué manera influirá la presencia de plástico PET reciclado proveniente de botellas de agua en las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto para la construcción de muros portantes?

La importancia y la justificación del proyecto tienen diferentes aspectos que se describen a continuación:

Desde el punto de vista científico al utilizar PET como parte de la mezcla de la unidad de albañilería se obtendrán porcentajes, resistencias, diseños de mezcla y procesos para su elaboración, los cuales aportarán conocimiento al saber de qué manera influye este aporte y/o adición del material no aprovechado en la mezcla de la unidad de albañilería.

Desde el punto de vista ambiental, recordemos que el plástico PET es un elemento que contamina, que es abundante, que no es aprovechado y que en esta investigación es utilizado reemplazando porcentajes de peso de agregado grueso de la mezcla de la unidad de albañilería, de esta manera se estaría eliminando una gran cantidad de plástico PET, plástico PET que se encuentra acumulado, tirado, quemado o incluso en nuestro mar.

De igual manera contamos con objetivos que nos permitieron resolver la interrogante antes planteada.

## Objetivo General

Evaluar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto y plástico PET reciclado proveniente de botellas para la construcción de muros portantes

## Objetivo Específicos

Conocer las características de los agregados pétreos

Elaborar un ladrillo patrón que cumpla con los requisitos mínimos para ser utilizado en muros portantes

Realizar las comparaciones entre la unidad patrón y las unidades con reemplazo o adición

Determinar el porcentaje óptimo de reemplazo o adición de PET en la mezcla de concreto

Realizar el ensayo de compresión diagonal a muretes elaborados con las unidades de albañilería que poseen mejores características

Realizar el ensayo de compresión Axial de las pilas de unidades de albañilería que poseen mejores características

Realizar una comparación de resistencia posterior a la exposición al calor entre las unidades patrón y las adicionadas con PET.

Realizar una comparación de resistencia posterior a la exposición al fuego entre las unidades patrón y el ladrillo óptimo

Desarrollar el análisis de costo-beneficio de fabricación de unidades de albañilería y plástico PET para la construcción de muros portantes

Desarrollar la evaluación de impacto ambiental del proyecto en estudio

Debemos indicar también el alcance que tendrá nuestra investigación, nuestro alcance es correlacional debido a que buscamos relacionar variables, de igual manera se tienen que explicar las limitaciones, la limitante principal es el tiempo, debido a que el tiempo para concluir la investigación es muy corto para lo que se quisiera conseguir demostrar; otra limitante es el dinero, como estudiante, nos gustaría ahondar más con respecto a ensayos y análisis a nuestras variables, sin embargo, el dinero que un estudiante tiene a su alcance es una limitante para ello, otra limitante fue la crisis sanitaria por la cual se encuentra el país, la cual aumentó la dificultad de realizar ensayos en laboratorios, transporte debido al toque de queda y disminución de posibilidades para realizar diferentes tipos de ensayos de laboratorio.

La validez de mi investigación estará directamente relacionada a las variables, características de cada uno de mis componentes, equipos y materiales que se utilizaron para el mismo.

## II. Marco teórico

### 2.1. *Antecedentes del Problema*

En los diferentes estudios y bibliografía relacionados con el tema “Evaluación De Las Características Físicas Y Mecánicas De Las Unidades De Albañilería Confinada De Concreto Y Plástico PET Proveniente De Botellas De Agua En El Distrito De Chiclayo, 2019” tenemos los siguientes:

**B. Caballero y O. Florez, “Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietilen-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción”, tesis de fin de grado, Fac. Ingeniería, Univ. Cartagena, Cartagena, Colombia,2016.**

Esta investigación buscó comprobar si los bloques de cemento y plástico PET reutilizado es factible como alternativa para la construcción cumpliendo con las normas NSR-10 y Normas Técnicas Colombianas NTC del ICOTEC, estos bloques tuvieron porcentajes de 12.5%, 25% y 37.5% de plástico PET reutilizado el cual fue reemplazado por el agregado fino en volumen. La investigación fue desarrollada en la ciudad de Cartagena de Indias D. T. y C. (Colombia-Bolívar), en los meses de septiembre y noviembre del 2016, los ensayos realizados fueron el estudio de resistencia a la compresión, absorción, permeabilidad, porosidad, finura, humedad e impacto. Los bloques fueron comparados con un bloque base o patrón tipo #6 de 15cm. x 20 cm. x 39.5 cm. cuyo porcentaje de PET fue 0% y cuya resistencia a la compresión fue de 2.83 MPa (28.86 Kg/cm<sup>2</sup>) y los resultados fueron los siguientes: Los bloques con 12.5% de PET obtuvo una resistencia de 3.5 MPa (35.69 Kg/cm<sup>2</sup>) mientras que el 25% de PET obtuvo una resistencia de 3.2 MPa (32.63 Kg/cm<sup>2</sup>), en el caso de los porcentajes de absorción en el caso del bloque de 12.5% de PET fue de 11.9% y el de 25% de PET fue de 11.8. [7]

En conclusión, se demostró que si se puede utilizar los bloques de cemento y plástico PET como alternativa sostenible para la construcción y/o reemplazo para el tipo de unidad específica antes mencionada.

**J. Mejía y N. Pachacama, “Diseño de bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibras de caucho de neumático y plástico reciclado (PET)”, tesis de fin de grado, Univ. De Las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador, 2018.**

La presente investigación buscó diseñar bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibras de neumáticos en 25% y 31.25% y plástico reciclado (PET) en 12.5%, 50%, 62.5% y 81.25% los cuales fueron reemplazados en la mezcla del bloque en volumen de agregado pétreo fino además de agregarle resina en el volumen de agua seleccionado. Esto para contrastar la hipótesis en la que se menciona que la resistencia a la compresión y el peso volumétrico de bloques procesados con agregado de resina de neumático y PET son aptos para ser utilizados en mampostería de obras civiles además de cumplir con la normativa ecuatoriana NTE INEN 3066(2016). Los bloques son el resultado de la combinación de Cemento Hidráulico tipo MH; agregado fino procedente de la Cantera de Holcim Ecuador, perteneciente a la parroquia de Pifo, cantón Quito; PET adquirido de la empresa ecuatoriana ENKADOR S.A en Selva Alegre km 1 vía a San Fernando, Sangolquí; fibras de caucho, adquiridas en la Industria Recicladora de Caucho ECOCAUCHO S.A que se encuentra en la ciudad de Quito, sector Carcelén; resina que permite la mejor adherencia entre los materiales y agua potable. Los bloques fueron comparados con unidades patrón, los cuales tienen 0% de PET y 0% de Caucho y cuya resistencia a la compresión de la comercializadora 1 tiene 20.02 kg/cm<sup>2</sup>, de la comercializadora 2 tiene 41.71 kg/cm<sup>2</sup>, según la norma NTE INEN 3066 se especifica que los bloques deberían tener una resistencia a la compresión neta igual o mayor a 40 kg/cm<sup>2</sup> para una clasificación tipo B, por ende, se escogió los bloques patrones de la comercializadora 2 y posteriormente fueron comparados con los que tenían diferentes porcentajes de PET reemplazando el agregado fino, el bloque de 12.5% de PET obtuvo una resistencia a la compresión de 47.36 kg/cm<sup>2</sup>, el de 25% de PET obtuvo una resistencia a la compresión de 59.12, el de 50% de PET obtuvo una resistencia a la compresión de 33.08 kg/cm<sup>2</sup>, el de 62.5% obtuvo una resistencia a la compresión de 26.34 kg/cm<sup>2</sup>, el de 81.25% de PET obtuvo 25.5 kg/cm<sup>2</sup>; en el caso de los bloques con caucho, aquellos que tuvieron un 25% de caucho obtuvieron una resistencia de 40.01 kg/cm<sup>2</sup>. [8]

Con los resultados obtenidos se pudo descartar los bloques de 50%, 62.5% y 81.25% de PET ya que no cumplen con la resistencia mínima para un tipo B pero si cumplen para un tipo C, además de que estos disminuyen el peso del bloque en 40% aproximadamente.

En conclusión, los bloques procesados con agregados de resina de neumático y PET si son aptos para la utilización en mampostería en obras civiles, aquellos con 12.5% y 25% de PET mejoran las características y pueden ser usados como mampostería no estructural(Tipo B), las de 50%, 62.5% y 81.25% de PET disminuyen las características pero pueden usar usados como alivianamientos en losas (Tipo C) y en el caso de resina de neumático el bloque con 25% de este material disminuye las características, sin embargo si puede ser usado como mampostería no estructural (Tipo B). [8]

**P.J. Angumba Aguilar, “Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante”, tesis de fin de master en construcciones, Univ. De Cuenca, Cuenca,2016.**

La presente tesis buscó elaborar ladrillos de concreto con Polietilen-Tereftalato (PET) y demostrar que puede ser considerada una alternativa para la construcción de mampostería para edificaciones y ser un material más amigable con el medio ambiente. Se elaboraron ladrillos con adición de PET al 10,25,40,55,65 y 70% reemplazando estos porcentajes por árido fino en la mezcla. El ladrillo tipo A según la INEN 294 especifica que debe tener mínimo 250 kg/cm<sup>2</sup> y los resultados de los ensayos a la compresión se mostrarán a continuación: Las dosificaciones del 10,25 y 40% presenta las más altas resistencias a la compresión, mientras que las dosificaciones de 55% y 65% tienen la menor resistencia lo que no permite que sean usados como ladrillos cerámicos. De los primeros, el ladrillo con 25% de PET presenta las mejores características con una resistencia promedio de 284.60 kg/cm<sup>2</sup>. [9]

**E. Echevarría Garro, “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado”, tesis de fin de grado, Univ.Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú,2017.**

La presente tesis buscó obtener las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto que dentro de su dosificación de materiales tiene incorporado 3%,6% y 9% de plástico PET reciclado el cual fue reemplazado por la combinación de agregados. Esto para contrastar la hipótesis, la cual afirma que las propiedades físico mecánicas de los ladrillos de concreto se mejoran al incrementar el porcentaje de reemplazo de agregados por hojuelas de plástico PET reciclado además de que estos cumplen con los requisitos de la norma técnica E.070-Albañilería. Estos ladrillos están elaborados a base de agregado grueso, agregado fino, los cuales fueron obtenidos de la cantera Roca Fuerte- Baños del Inca en Cajamarca, Cemento Portland Tipo MS fabricado por Cementos Pacasmayo S.A.A, agua potable y hojuelas o flakes

de Tereftalato de Polietileno (PET). Los ensayos fueron realizados en el departamento de Cajamarca y cumpliendo con las normas técnicas que especifica el Reglamento Nacional De Edificaciones en la E.070-Albañilería. Los ladrillos fueron comparados con una unidad patrón con 0% de plástico PET cuya clasificación según la E.070 es tipo IV el cual es de tipo estructural y tiene una resistencia mínima de 12.7 MPa (130 kg/cm<sup>2</sup>) y los resultados obtenidos fueron los siguientes: El ladrillo patrón con 0% de PET obtuvo una resistencia de 161.96 kg/cm<sup>2</sup>, el de 3% de PET obtuvo 127.08 kg/cm<sup>2</sup>, 6% de PET obtuvo 118.80 kg/cm<sup>2</sup> y el de 9% de PET obtuvo 110.46 kg/cm<sup>2</sup>; además se ensayaron pilas a compresión axial en la cual la pila compuesta por ladrillo patrón con 0% de PET obtuvo una resistencia  $f'_m = 128.55$  kg/cm<sup>2</sup>, en el caso de la pila de ladrillos con 3% de PET obtuvo una resistencia  $f'_m = 100.83$  kg/cm<sup>2</sup>, la pila de ladrillos con 6% de PET obtuvo una resistencia  $f'_m = 79.79$  kg/cm<sup>2</sup> y la pila de ladrillos con 9% de PET obtuvo una resistencia  $f'_m = 76.75$  kg/cm<sup>2</sup>; también se ensayaron muretes a compresión diagonal en la cual el murete compuesto por ladrillos patrones con 0% de PET obtuvo una resistencia  $V'_m = 16.47$  kg/cm<sup>2</sup>, los muretes compuestos por ladrillos con 3% de PET obtuvo una resistencia  $V'_m = 12.83$  kg/cm<sup>2</sup>, los muretes compuestos por ladrillos con 6% de PET obtuvo una resistencia  $V'_m = 13.17$  kg/cm<sup>2</sup> y los ladrillos con 9% de PET obtuvo una resistencia  $V'_m = 9.96$  kg/cm<sup>2</sup>.

Después de obtener los resultados se pudo concluir que las propiedades de los ladrillos con plástico PET no mejoran, sin embargo, cumplen con los requerimientos definidos por la norma E.070 en su mayoría, pero no para un uso estructural. [10]

**R. Tueros y A. Lopez, “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”, tesis de fin de grado, Univ. Andina del Cusco, Cusco, Perú, 2016.**

Esta investigación buscó elaborar bloques de concreto no estructurales de 30cm x 20 cm x 12 cm, los cuales fueron elaborados sustituyendo los agregados pétreos por botellas de plástico PET picados en porcentajes de 5,10,15,20,25 y 30%. En el caso del bloque patrón con 0% de PET la resistencia a la compresión promedio fue de 39.88 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que los resultados de los ladrillos con adición en porcentajes es el siguiente: Ladrillos con 5% de PET obtuvo una resistencia de 45.084 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillos con 10% de PET obtuvo una resistencia de 45.03 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillos con 15% de PET obtuvo una resistencia de 40.76 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillos con 20% de PET obtuvo una resistencia de 36.89 kg/cm<sup>2</sup>, ladrillos con 25% de PET obtuvo 33.53

kg/cm<sup>2</sup>, los ladrillos con 30% de PET obtuvo 30.47 kg/cm<sup>2</sup>. Según la E.070 un bloque no estructural debe tener una resistencia entre mínima de 20 kg/cm<sup>2</sup> por lo que todos los bloques cumplirían para la finalidad proyectada, sin embargo, el porcentaje que dio mejores resultados fue el de 15% de PET. [11]

**R. Di Marco, H. León y J. Almeida,(2016, Dic), Diseño y elaboración de ladrillos con adición de PET (material reciclado, para núcleos rurales del Socorro.Centauro [ Internet], 8(11), 9-24, Disponible en: <https://doi.org/10.18041/2027-1212/centauro.11.2016.2448>**

Este artículo tuvo como objetivo evaluar las propiedades de resistencia a la flexión y absorción del ladrillo macizo tipo tolete a la cual se le adicionó fibras plásticas reciclables tipo PET, el cual reemplazará el material granular. Estos ladrillos fueron comparados con una muestra patrón cuya adición de PET fue de 0%, los porcentajes de adición fueron de 20% hasta 40%, cuyos resultados fueron los siguientes: En el caso del ladrillo con 20% de PET se obtuvo una absorción de 8.2% y una resistencia a la flexión de 30.26 Kg/cm<sup>2</sup>, el ladrillo con 25% de PET obtuvo una absorción de 8.1% y una resistencia a la flexión de 29.04 Kg/cm<sup>2</sup>, el ladrillo con 30% de PET obtuvo una absorción de 8.0% y una resistencia a la flexión de 27.41 Kg/cm<sup>2</sup>, el ladrillo con 35% de PET obtuvo una absorción de 8.1% y una resistencia a la flexión de 24.05 Kg/cm<sup>2</sup>, ladrillo con 40% de PET obtuvo una absorción de 7.9% y una resistencia a la flexión de 14.16 Kg/cm<sup>2</sup> en comparación con el ladrillo patrón con 8.6% de absorción y una resistencia a la flexión de 31.79 kg/cm<sup>2</sup>.

En conclusión, a pesar de que el ladrillo con mayor resistencia es el de 15%, el porcentaje que cumple con todas las especificaciones de la NTC 2017 es el de 35% ya que cumple con la clasificación en absorción de agua y resistencia a la flexotracción. [12]

**A. Martinez y M. Cote , (2014, Dic.), Diseño y fabricación de ladrillos reutilizando materiales a base de PET. INGE CUC [ Internet], 10 (2), 76-80, Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/download/articulo/4974825.pdf> [13]**

El presente artículo tuvo como objetivo conocer las características físicas y mecánicas de bloques de concreto con adición de plástico PET y plástico PVC reciclado. El PET fue molido en la Bloquera Ecológica Capitán Chico, con un molino mecánico de cuchillas que giran a baja velocidad, mientras que el PVC se molió en la línea industrial de reciclado de plástico, Conveplast ubicado en la zona industria de Maracaibo. Estos bloques tuvieron adición en

10.24%,14.61% y 27% de cada material, posteriormente fueron ensayados y comparados con un bloque patrón cuya cantidad de PET fue de 0%

## **2.2. Bases Teórico Científicas**

### **2.2.1. Marco Legal**

#### **2.2.1.1. Norma de albañilería-Perú-E070-2006**

La norma Técnica E.070 Albañilería (2006) [14] nos habla acerca de las características que debe tener la albañilería, sus definiciones, clasificaciones y los requisitos mínimos que deben cumplir cada una, además de la revisión de edificaciones de albañilería que por lo general son muros confinados y portantes. La presente investigación consultó la norma antes mencionada para poder resolver algunas dudas con respecto a la clasificación de la albañilería a nivel del país, además sirvió para poder conocer los límites y valores mínimos que se requiere cumplir para que la unidad y sus componentes puedan ser considerados como válidos.

#### **2.2.1.2. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable, NTP 339.185:2013**

Esta norma publicada por INACAL [15] nos permite conocer el procedimientos para los ensayos de contenido de humedad contenido de humedad que se puede evaporar , en este ensayo se cuenta al contenido superficial tanto como el interno de los agregados; esta norma nos muestra el procedimiento y las fórmulas a usar para poder calcular la propiedad física de los agregados, además de mostrar también la precisión y sesgo del mismo. Su fecha de publicación fue el 24 de Agosto del 2013.

#### **2.2.1.3. Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto, NTP 399.604:2002**

Esta norma publicada por INACAL [16] nos permite conocer los procedimientos para los ensayos de albañilería de concreto para poder obtener la resistencia a la compresión, absorción, las dimensiones, peso unitario o densidad y contenido de humedad de las unidades de albañilería de concreto, además de que nos proporciona las fórmulas para los respectivos cálculos. Hicimos uso de esta norma para poder realizar los ensayos a las características físicas de las unidades de albañilería de concreto. Su fecha de publicación fue el 15 de Diciembre del 2002.

#### **2.2.1.4. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería, NTP 399.605:2013**

Esta norma publicada por INACAL [17] nos permite conocer los procedimientos para el ensayo de resistencia a compresión de prismas de albañilería. Hicimos uso de esta norma para poder realizar el ensayo de compresión axial de pilas de unidades de concreto, además de usar las fórmulas para los cálculos necesarios y factores de corrección por esbeltez. Su fecha de publicación fue el 09 de Enero del 2013.

#### **2.2.1.5. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería, NTP 399.621:2004(Revisada el 2015)**

Esta norma publicada por INACAL [18] nos permite conocer los procedimientos para determinar la resistencia a la compresión diagonal(corte) en los muretes de albañilería de una dimensión mínima de 600 mm x 600 mm, a los cuales se les aplicará una carga de compresión a lo largo de una diagonal, originando así una falla por tracción diagonal . Hicimos uso de esta norma para poder realizar el mismo ensayo con las unidades de albañilería de concreto. Su fecha de publicación fue el 11 de diciembre del 2015.

#### **2.2.1.6. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global, NTP 400.012:2013(Revisada el 2018)**

Esta norma publicada por INACAL [19] nos proporciona el método para determinar la distribución por tamaño de las partículas de agregados fino, grueso y global. Hicimos uso de esta norma para poder realizar el mismo al agregado fino y grueso a utilizar en la mezcla de concreto para los ladrillos de concreto. Su fecha de publicación fue el 27 de junio del 2018.

#### **2.2.1.7. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, NTP 400.021:2013(Revisada el 2018)**

Esta norma publicada por INACAL [20] nos muestra el método para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso, además de mostrarnos definición de cada una de estas características y las fórmulas para poder obtener esos mismos valores. Hicimos uso de esta norma para poder realizar el mismo al agregado grueso, que en nuestro caso es confitillo a

utilizar en la mezcla de concreto para los ladrillos de concreto. Su fecha de publicación fue el 27 de junio del 2018.

**2.2.1.8. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino, NTP 400.022:2013(Revisada el 2018)**

Esta norma publicada por INACAL [21] establece el procedimiento para determinar la densidad promedio de las partículas de agregado fino, densidad relativa y la absorción del agregado fino, además de mostrarnos las fórmulas para poder obtener esos mismos valores. Hicimos uso de esta norma para poder realizar el mismo al agregado fino a utilizar en la mezcla de concreto para los ladrillos de concreto. Su fecha de publicación fue el 27 de junio del 2018.

**2.2.1.9. Ladrillos de concreto. Requisitos, NTP 399.601:2006(Revisada el 2015)**

Esta Norma publicada por INACAL [22] muestra los requisitos mínimos que deben tener los ladrillos de concreto, además nos da la tabla de clasificación de los mismos, valores de absorción, variación dimensional máxima, acabado y apariencia de los ladrillos, se utilizó para poder clasificar nuestro ladrillo además de comprobar no sobrepasar los límites máximos. Su fecha de publicación fue el 11 de diciembre del 2015.

**2.2.1.10. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados, NTP 400.017:2011(Revisada el 2016)**

Esta Norma publicada por INACAL [23] nos muestra el método para determinar el peso unitario de los agregados tanto finos como gruesos, además de mostrarnos definición de cada una de estas características y las fórmulas para poder obtener esos mismos valores. Hicimos uso de esta norma para poder realizar el mismo al agregado fino y grueso, que en nuestro caso confitillo a utilizar en la mezcla de concreto para los ladrillos de concreto. Su fecha de publicación fue el 25 de julio del 2016.

### **2.2.1.11. Agregados para concreto. Requisitos, NTP 400.037:2018**

Esta Norma publicada por INACAL [24] nos describe los requisitos que tienen los agregados para ser utilizados en concreto, así como los husos granulométricos, los cuales nos permiten verificar que el agregado tanto fino como grueso pueden ser utilizados en la mezcla de concreto. Su fecha de publicación fue el 30 de enero del 2018.

### **2.2.1.12. Especificación normalizada para morteros, NTP 399.610:2013(Revisada el 2018)**

Esta Norma publicada por INACAL [25] nos describe los requisitos que tienen los agregados para ser utilizados en concreto, así como los husos granulométricos, los cuales nos permiten verificar que el agregado tanto fino como grueso pueden ser utilizados en la mezcla de concreto. Su fecha de publicación fue el 30 de enero del 2018.

### **2.2.1.13. Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado, NTP 334.051:2013**

Esta Norma publicada por INACAL [26] nos da a conocer los procedimientos necesarios para determinar la resistencia a la compresión de morteros hechos con cemento Portland, cuyo ensayo se realizará a través de cubos de 50 mm de lado, usamos esta norma para ver los procedimientos, herramientas y materiales utilizados para dicho ensayo. Su fecha de publicación fue el 26 de diciembre del 2013.

## **2.2.2. Albañilería**

### **2.2.2.1. Definición**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería [14] se le considera a albañilería o mampostería al material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido.

### 2.2.2.2. Clasificación

Según San Bartolomé en 1994 [27] la albañilería se clasifica de dos maneras, por la función estructural o por la distribución del refuerzo.

#### a. Por Función Estructural

San Bartolomé lo clasifica en Portantes y No Portantes. [27]

##### a.1. Muro No Portante

Son aquellos que no reciben carga vertical. Estos muros deben diseñarse ante cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sino u otras cargas de empuje.

##### Imagen N° 1 Muros No Portantes

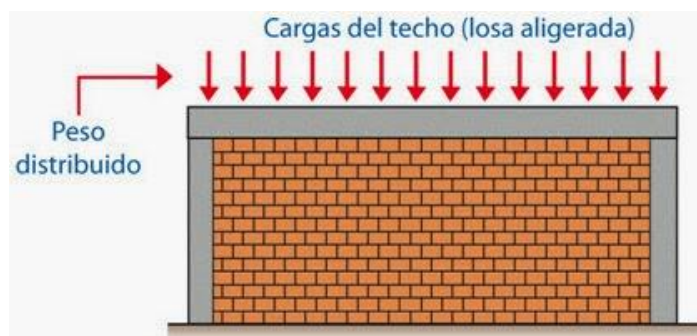


Fuente: Imágenes de Google

##### a.2. Muro Portante

Según el R.N.E E.070 [14] son aquellos que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Dichos muros están expuestas a todo tipo de solicitación, tanto contenida en su plano como perpendicular a su plano, de manera vertical, así como lateral, de manera permanente como también eventual.

##### Imagen N° 2 Muros Portantes



Fuente: Imágenes de Google

## **b. Por la Distribución del Refuerzo**

San Bartolomé en 1994 la clasifica en Muros No Reforzados o de Albañilería Simple y Muros Reforzados. [27]

### **b.1. Muro No Reforzado o de Albañilería Simple**

San Bartolomé en 1994 les considera muros no reforzados a aquellos que carecen de refuerzo; o que, si lo tienen, no cumplen con las mínimas especificaciones reglamentarias que debe tener todo muro reforzado. [27]

### **b.2. Muro Reforzados**

Los muros reforzados se pueden clasificar en Muros Armados o Albañilería Confinada.

#### **Muros Armados**

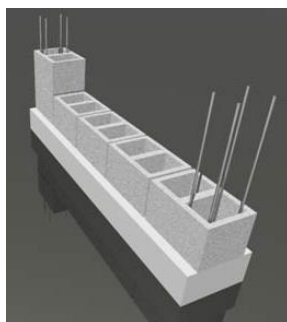
San Bartolomé en 1994 se caracterizan por llevar el refuerzo en el interior de la albañilería. El refuerzo es colocado de manera vertical como horizontal. En este caso de refuerzos es necesaria la fabricación de unidades con alveolos para poder colocar el refuerzo vertical. [27]

**Imagen N° 3 Bloque Alveolares**



**Fuente: Imágenes de Google**

**Imagen N° 4 Muro Armado**



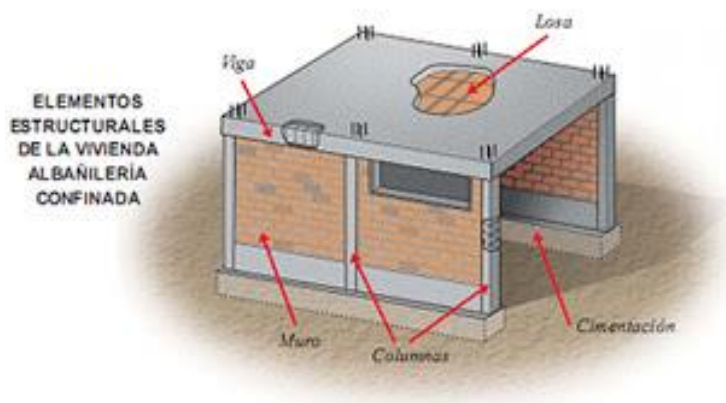
**Fuente: Imágenes de Google**

## Albañilería Confinada

San Bartolomé en 1994 considera que tradicionalmente se utiliza en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios de hasta 5 pisos [27].

El pórtico de concreto armado alrededor del muro, funciona para ductilizar el sistema, lo que a la vez le da capacidad de deformación inelástica y aumenta su resistencia levemente.

**Imagen N° 5 Muro de Albañilería Confinada**



**Fuente: Imágenes de Google**

**Imagen N° 6 Construcción de muro de albañilería confinada**



**Fuente: Imágenes de Google**

### 2.2.3. Unidad de Albañilería

#### 2.2.3.1. Definición

Según la E.070 [14], define a la unidad de albañilería como ladrillos o bloques de concreto, arcilla o sílice cal, que puede ser hueca, sólida, alveolar o tubular.

#### 2.2.3.2. Clasificación

##### a. Por Sus Huecos

##### a.1. Unidades Sólidas y Huecas

Se emplean para la construcción de muros portantes, no poseen huecos, y que en el caso los tengan cubren un área menor al 25% del área de la sección bruta.

#### Imagen N° 7 Unidades Sólidas



Fuente: Imágenes de Google

#### Imagen N° 8 Unidades Huecas menores a 30%



Fuente: Imágenes de Google

### a.2. Unidades Alveolares

R.N.E E.070 Albañilería 2006 define a las unidades sólidas o huecas que tienen alveolos de tamaño suficiente como para que el refuerzo vertical entre en ellos. Normalmente se usa en la construcción de muros armados. [14]

**Imagen N° 9 Unidad Alveolar**



**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

### a.3. Unidades Huecas

San Bartolomé en 1994 son aquellas unidades donde el área en la cara del asiento es menor al 75% de área bruta. Aquí clasifican los bloques de concreto vibrado y las unidades con muchas perforaciones. [27]

**Imagen N° 10 Unidades Huecas**



**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

#### **a.4. Unidades Apilables**

Según R.N.E E.070 [14] son unidades de albañilería alveolar que se asienta sin mortero y las cuales se colocan una sobre otra.

**Imagen N° 11 Unidades Apilables**



**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

#### **a.5. Unidades Tubulares**

San Bartolomé en 1994 dice que tiene sus perforaciones o alveolos dispuestos en forma paralela a la superficie de asiento. [27]

**Imagen N° 12 Unidades Tubulares**



**Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento**

## b. Por Sus Dimensiones

### b.1. Bloques

R.N.E E.070 lo considera como unidad de albañilería que debido a su peso y dimensión requiere ser manejada con ambas manos. [14]

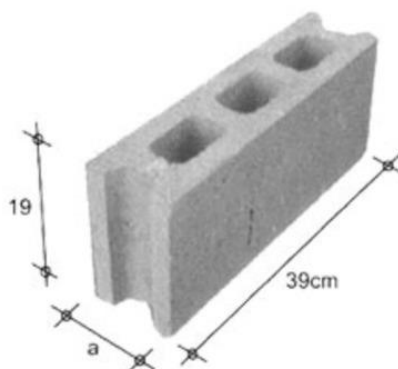
Según [ [27] San Bartolomé en 1994 se le considera bloques a aquellas unidades que tienen las siguientes medidas aproximadamente:

**Tabla N° 1 Medidas de bloques**

Medida	Intervalo
Ancho	12-19 cm
Largo	19-39 cm
Altura	19 cm
Peso	12 a 20 kg

**Fuente: San Bartolomé Ramos 2001**

**Imagen N° 13 Bloques**



**Fuente: Imágenes de Google**

## b.2. Bloquetas

San Bartolomé en 1994 se le considera bloquetas a aquellas unidades que tienen las siguientes medias aproximadamente. [27]

**Tabla N° 2 Medidas de las bloquetas**

Medida	Valor
Ancho	12 cm
Largo	29 cm
Altura	14 cm

**Fuente: San Bartolomé Ramos 2001**

**Imagen N° 14 Bloquetas**



**Fuente: Imágenes de Google**

### b.3. Ladrillos

Según R.N.E E.070 [14] se llama a la unidad de albañilería que puede ser manejada con una sola mano debido a su peso y dimensión

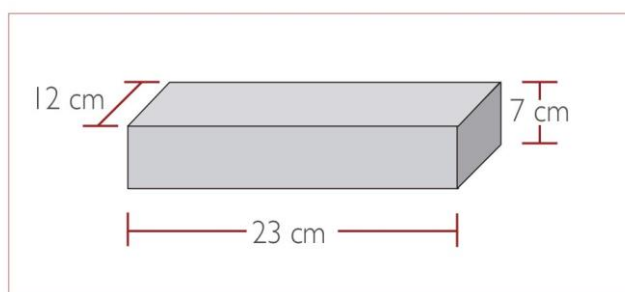
Según [27] San Bartolomé en 1994 Se le considera ladrillos a aquellas unidades que tienen las siguientes medidas aproximadamente

**Tabla N° 3 Medidas de los ladrillos**

<b>Medida</b>	<b>Intervalo</b>
<b>Ancho</b>	<b>11-14 cm</b>
<b>Largo</b>	<b>23-29 cm</b>
<b>Altura</b>	<b>6-9 cm</b>
<b>Peso</b>	<b>3 a 6 kg</b>

**Fuente: San Bartolomé Ramos 2001**

**Imagen N° 15 Ladrillos**



**Fuente: Imágenes de Google**

### c. Por Su Materia Prima

San Bartolomé en 1994 clasifica por su materia prima a las unidades de albañilería en unidades de arcilla, sílico-calcáreas y de concreto. [27]

### c.1. Unidades de Arcilla

San Bartolomé en 1994 definió que existen dos tipos de arcillas que se usan para fabricar ladrillos, las calcáreas que poseen un 15% de carbonato de calcio las cuales tienen un color amarillento, las no calcáreas que poseen un 5% de óxido de hierro las cuales tienen un color rojizo. [27]

Por otro lado, las que contienen un 33% de arena y limo, son consideradas las mejores arcillas ya que la arena permite disminuir los efectos de contracción por secado de la arcilla.

**Imagen N° 16 Ladrillo de Arcilla**



**Fuente: Imágenes de Google**

### c.2. Unidades Sílico-Calcáreas

En nuestro país existe una fábrica de este material llamada “La Casa” que produce este tipo de albañilería.

San Bartolomé menciona que las materias primas consisten en un 10% de cal hidratada y arena con 75% de sílice lo que le brinda su color, pero así también puede añadirse pigmentos que le darán otros colores. [27]

En este tipo de unidad la dosificación de materiales y agua es en peso y para poder moldearlos se utilizan prensas mecánicas o hidráulicas.

Después cuando las unidades endurecen la cal reacciona químicamente con el silicio y se forma un agente cementante que une las partículas de arena y cemento.

### Imagen N° 17 Unidades Sílico Calcáreas



Fuente: Imágenes de Google

### c.3. Unidades de Concreto

Según R.N.E E.070 [14] pueden ser artesanales o industriales, su textura es gruesa usualmente, con poros abiertos y su peso puede aligerarse usando piedra pómez como agregado.

En este caso, existe una ventaja ya que al poderse variar la dosificación de materiales entre cemento, arena, agua y confitillo permite que se generen unidades con diferentes resistencias las cuales estarán directamente relacionadas a la dosificación.

### Imagen N° 18 Unidades de Concreto



Fuente: Imágenes de Google

## **2.2.4. Ladrillo de Concreto**

### **2.2.4.1. Definición**

En la NTP 399.604:2002 [16] define al ladrillo de concreto como aquella unidad de albañilería que puede ser manipulada con una sola mano fabricado con cemento portland, agua y agregados.

### **2.2.4.2. Componentes del ladrillo de concreto**

#### **a. Cemento Portland**

El Cemento Portland según [28] Frederik en 1988 es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

#### **b. Agua de Mezcla**

El agua de mezclado es definida por Sánchez de Guzmán en 2001 [29] como la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento para generar una pasta hidratada, con una fluidez que permita que en el momento que la mezcla se encuentre en estado plástico los agregados estén adecuadamente lubricados.

#### **c. Agregados**

Como lo menciona Sánchez de Guzmán en 2001 [29] se le conoce como agregados a todos aquellos materiales que pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen y que teniendo una resistencia propia (resistencia del grano), no afectan al proceso de endurecimiento del cemento, lo que quiere decir que son inertes y garantizan la adherencia suficiente con la pasta de cemento endurecida.

Como lo menciona Sánchez de Guzmán en 2001 [29] la principal razón de utilizar agregados en la mezcla de concreto es como material de relleno, lo cual disminuirá el precio de la mezcla.

Estos, combinados con la pasta fraguada, le aportan resistencia, ya que tienen una resistencia propia la que se adiciona con la de concreto.

Además, evita que se creen grietas por retracción plástica que puede afectar a la resistencia del concreto.

## **d. Plástico**

Es necesario conocer la definición de plástico:

Según la Real Academia de la Lengua Española en 2017 [30] se le define al plástico como un material sintético que puede moldearse fácilmente y está compuesto principalmente por polímeros.

Además, el Instituto Mexicano del Plástico [31] define al plástico como sustancias de origen orgánico que pertenecen a la gran familia de los polímeros. Se obtienen mediante reacciones químicas entre diferentes materias primas de origen sintético o natural. Además, es posible moldearlos mediante procesos de transformación y aplicando calor y presión.

### **d.1. Clasificación de los plásticos**

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Plástico [31], con base en el comportamiento a la temperatura, los polímeros se clasifican en Termofijos, Elastómeros y Termoplásticos.

#### **Termofijos**

Plásticos que se mantienen rígidos y sólidos temperaturas elevadas.

#### **Elastómeros**

Son materiales elásticos que recuperan casi totalmente su forma original después de liberar una fuerza sobre ellos.

#### **Termoplásticos**

Es un material sólido que posee gran elasticidad a temperatura ambiente y que se convierte en un líquido viscoso a temperaturas superiores; el cambio puede ser reversible. Dentro de esta clasificación se encuentra el Polietilén Tereftalato (PET).

### **d.2. Codificación del plástico**

De acuerdo con Careaga en 1993 [32], en 1993 el Instituto de las Botellas Plásticas de la Sociedad de la Industria de los Plásticos (SPI) propuso crear un sistema que permita codificar con la finalidad de simplificar la identificación de aquellos materiales con los que se fabrican envases rígidos de plástico, con el fin de ser usado voluntariamente para los productores de botellas y envases.

Este sistema ha sido adoptado por todo el mundo, debido a que la codificación permite resolver las necesidades de la industria recicladora, tal como fueron planteadas por ellas mismas.

### Imagen N° 19 Sistema de Codificación del Plástico

Sistema de codificación para botellas de plástico		
Fechas de entrada en vigor		
Estado	Fecha límite	
Connecticut	Enero 1, 1990	
Florida	Julio 1, 1990	
Illinois	Enero 1, 1991	PET
Louisiana	Enero 1, 1991	
Ohio	Enero 1, 1991	
New Jersey	Enero 1, 1991	PE-AD
Missouri	Enero 1, 1991	
Minnesota	Enero 1, 1991 (likely effective date)	PVC
Wisconsin	Enero 1, 1991 (phase-in begins)	
North Carolina	Julio 1, 1991	PE-BD
Texas	Julio 1, 1991	
Maine	Julio 1, 1991	
Colorado	Julio 1, 1991	PP
Massachusetts	Julio 1, 1991	
North Dakota	Diciembre 31, 1991	
Michigan	Enero 1, 1992	PS
California	Enero 1, 1992	
Indiana	Enero 1, 1992	
Iowa	Julio 1, 1992	OTROS

#### Fuente: Manejo y Reciclaje de los residuos de envases y embalajes

Careaga [32] menciona que esta codificación es estandarizada por todos los países, permite que el código sea detectado y leído fácilmente. La base del código es un símbolo de forma triangular, integrado por tres flechas, con el número en específico en el centro para representar el material del cual está hecho la botella.

Los equivalentes numéricos de las resinas poliméricas son las siguientes:

**Tabla N° 4 Equivalentes numéricos de las resinas poliméricas**

Numeración	Tipo de Plástico	Abreviatura
1	Polietilentereftalato	PET
2	Polietileno de Alta Densidad	PE-AD o HDPE(Inglés)
3	Vinilo, Poli-Cloruro de Vinilo	PVC
4	Polietileno de Baja Densidad	PE-HD o LDPE
5	Polipropileno	PP
6	Poliestireno	PS
7	Otros	Incluye a las demás resinas y los materiales multicapa

**Fuente: Adaptado de Manejo y Reciclaje de los residuos de envases y embalajes**

### d.3. Reciclaje del plástico

Como lo menciona Elías y Jurado en 2009 [33] el reciclado de plásticos puede realizarse de diferentes maneras:

Reciclado mecánico, es decir, al uso de los residuos plásticos en trozos o más o menos limpios para su uso en la fabricación de productos plásticos. Esto implica un nuevo ciclo de extrusión que servirá para obtener granza reciclada o simplemente como un paso anterior al modelo del producto.

Reciclado químico, sería la descomposición del polímero como tal en cada uno de los monómeros que lo componen, normalmente mediante procesos de craqueo térmico. Esta opción es mucho más cara y está en fase de desarrollo.

Valorización energética, proceso por el cual se puede recuperar la energía contenida en los plásticos.

## e. Plástico PET

Elías y Jurado lo definen como un poliéster aromático que pertenece al grupo de los termoplásticos, lo que hace que se pueda reciclar. [33]

Se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. No se estira y no es afectado por ácidos ni gases atmosféricos, es resistente al calor y absorbe poca cantidad de agua.

Es resistente al ataque de polillas, bacterias y hongos, lo que explica por qué es tan usado a nivel internacional.

### e.1. Composición del PET

Como lo menciona Alesmar, Rendón y Korody en 2008 [34], 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 el 13% de aire. A partir del petróleo crudo, se extrae el paraxileno y se oxida con el aire para dar ácido tereftálico.

### e.2. Propiedades del plástico PET

Normalmente los plásticos se caracterizan por la alta resistencia respecto de su densidad, aislamiento térmico, aislamiento eléctrico, resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes, entre otros. [35]

A continuación, observaremos algunos datos técnicos del Polietileno – Tereftalato (PET).

**Tabla N° 5 Propiedades del plástico Polietileno – Tereftalato (PET)**

<b>DATOS TÉCNICOS DEL POLIETILENO – TEREFTALATO (PET)</b>		
<b>PROPIEDADES MECÁNICA</b>		
Peso específico	134	g/cm <sup>3</sup>
Resistencia a la tracción	825	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a la flexión	1450	Kg/cm <sup>2</sup>
Alargamiento a la rotura	15	%
Módulo de elasticidad (Tracción)	28550	Kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia al desgaste por roce	MUY BUENA	
Absorción de humedad	0.25	%

<b>PROPIEDADES TÉRMICAS</b>		
Temperatura de fusión	255	°C
Conductividad térmica	BAJA	
Temperatura de deformabilidad por calor	170	°C
Temperatura de ablandamiento de Vicat	175	°C
Coefficiente de dilatación lineal de 23 a 100° C	0.00008	mm por °C
<b>PROPIEDADES QUÍMICAS</b>		
Resistencia a álcalis débiles a Temperatura Ambiente	Buena	
Comportamiento a la combustión	Arde con mediana dificultad	
Propagación de llama	Mantienen la llama	
Comportamiento al quemado	Goteo	

**Fuente: Adaptado de Ladrillos de Concreto Con Plástico PET Reciclado,2017**

### **e.3. Reciclaje del Plástico PET**

Elías y Jurado [33] afirma que la mayoría del PET se recicla mecánicamente, con los inconvenientes propios de un material con impurezas como las botellas con stickers y pinturas. Para poder ser utilizado en aplicaciones en contacto directo con alimentos y/o bebidas posteriormente al reciclado, se utiliza la técnica de coextrusión, donde se sitúa una capa de PET reciclado entre dos capas de PET virgen. En el caso de que se quiera reciclar el plástico de un solo uso comenzaría con la trituración de las botellas en escamas que serán lavadas con agua caliente para eliminar las etiquetas y suciedad. Por flotación se separan las escamas de otros materiales.

#### **2.2.4.3. Fabricación del Ladrillo**

La fabricación de los ladrillos de concreto fue hecha por el autor de esta investigación, para lo cual, después de obtener las características de los agregados, se realizó un diseño de mezcla bajo el reglamento del ACI-211, el cual inicialmente nos daba una dosificación en peso de 1:2.30:1.70, se tomó como punto de partida ese diseño de mezcla, el cual después de hacer unas pruebas a los ladrillos con esta dosificación, se decidió ajustar a 1:1.5:1.5, con esta dosificación se ensayaron los ladrillos a los 7 días y 28 días y presentaron mejores características y se asumió

como ladrillo patrón. Para la mezcla se utilizaron baldes de 20 litros y una balanza para poder dosificar en peso el material, además de una probeta de plástico para poder medir la cantidad de agua y posteriormente colocarla en baldes. Para la elaboración de la mezcla se utilizó un trompo eléctrico de media bolsa, de los ladrillos se utilizó una mesa vibradora de 1.20 x 0.80 m de 2HP, y un molde de metal de 24x13x9cm, , para la mezcla se procedió a colocar el agregado grueso, el agregado fino, el plástico PET ( en el caso de los que no son patrones) y el agua, una vez hecha la mezcla, se procedía a encender la mesa vibradora y mientras se vibraba con un cucharón se colocaba la mezcla, la vibración culminaba cuando el molde estaba lleno y cuando aparecía una capa de agua en la parte superior(aproximadamente 30-45 segundos), posteriormente se desmolda el ladrillo y se colocó en una base de madera que permite transportarlo hasta el lugar donde se almacenará por 24 horas. Posteriormente a esta se curó los ladrillos de concreto hasta +-12 horas de los ensayos necesarios.

### **III. Materiales y métodos**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

De acuerdo al tipo de investigación es Experimental, se le considera de esta manera ya que se tiene poder de control o manejo de sobre las variables, lo que permitirá el logro de los objetivos específicos antes planteados, los cuales posteriormente tendrán como fin último el de obtener el objetivo general, dentro de esta clasificación podemos definir que el nivel de nuestra investigación es Cuasi-Experimental, ya que se tuvieron muestras de control y muestras experimentales, sin embargo, la selección de la muestra no se generó a partir de una fórmula probabilística

Según la finalidad de la investigación se le clasificará como Aplicada, debido a que tenemos la finalidad de mejorar la calidad del entorno y generar conocimiento en el transcurso de esta.

Las variables que consideramos como dependiente e independiente son las siguientes; tenemos como variables independientes al tamaño de PET reciclado y el porcentaje de reemplazo y/o adición que se hizo en la mezcla, mientras que como variables dependientes tenemos a las características físicas y características mecánicas de la unidad de albañilería de concreto.

### **3.2. Diseño de Investigación**

La hipótesis planteada en esta investigación es la siguiente: La adición o reemplazo de plástico PET reciclado proveniente de botellas de agua por agregado grueso influye en las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto para la construcción de muros portantes.

El diseño de contrastación de hipótesis de la investigación es mixto ya que algunas de las variables que se estudiaron fueron cuantitativas como la resistencia a la compresión, absorción, variación dimensional, etc., mientras que otras fueron cualitativas como el comportamiento del concreto al agregarle PET y la trabajabilidad del mismo.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

En la presente investigación, la población fue las unidades de albañilería de concreto, a las cuales se le añadió plástico PET reciclado, con el fin de conocer de qué manera influye su reemplazo y/o adición en su mezcla con respecto a las características físicas y mecánicas.

Para la muestra de estudio, se recopiló plástico PET donado, reciclado y comprado, el cual fue triturado en la "Trituradora Charapo", la cual se encuentra en la vía paralela a la carretera Chiclayo-Lambayeque, cerca los molinos y la fabricadora de hielo, atrás del "Consorcio Mori" y posteriormente adicionado a la mezcla para elaborar ladrillos de concreto, con la finalidad de realizar los diferentes ensayos para poder cumplir con los objetivos específicos, los agregados de la mezcla fueron agregado grueso (confitillo) y agregado fino proveniente de las canteras de la Región Lambayeque, Tres Tomas y La Victoria respectivamente, el tipo de cemento utilizado fue el Cemento Portland Tipo MS de Pacasmayo.

### **3.4. Criterios de selección**

Los criterios para seleccionar los elementos de la presente investigación son los siguientes:

El plástico PET reciclado fue triturado en la trituradora El Charapo ubicado en la carretera Chiclayo-Lambayeque, existían dos tamaños comerciales a nivel Lambayeque para poder conocer cuál de estas les proporciona mejores características a las unidades de albañilería; por trabajabilidad y resistencia se decidió usar el plástico de menor tamaño, actualmente solo trabajan con el de menor tamaño.

El cemento utilizado, fue Cemento MS de Pacasmayo debido a la accesibilidad para el producto dentro de la zona en la cual se elaboraron los ladrillos, además de que estas unidades

de albañilería tendrán contacto constante con sulfatos y suelos húmedos los cuales son abundantes en la ciudad de Chiclayo.

Los agregados que se utilizaron cumplieron con las normas NTP 400.012 [19] y que sean provenientes del departamento de Lambayeque, del distrito de Chiclayo, por lo cual se utilizaron agregados provenientes de la cantera La Victoria y Tres Tomas.

El molde para realizar los ladrillos de concreto fue un molde para ladrillo comercial cuyos vacíos o huecos representan 21% del área total de la cara superior, en la cual, para el ensayo de resistencia a la compresión, el peso será cargado precisamente en esa cara. Esto cumple con el RNE E.070 [14] donde se especifica que el área de huecos debe ser menor al 30% del área total de la cara superficial.

Para la selección de los ladrillos, al ser una investigación cuasiexperimental, la cantidad de ladrillos elaborados en total fueron los que se utilizaron para los diferentes ensayos.

### 3.5. Operacionalización de Variables

**Tabla N° 6 Operacionalización de Variables**

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ÍNDICE
TIPO	DESCRIPCIÓN				
INDEPENDIENTE	PLÁSTICO PET RECICLADO EN ESCAMAS	CARACTERÍSTICAS	DIÁMETRO	NTP 400.012	mm
		CANTIDAD	PORCENTAJE	PESO	Kg
DEPENDIENTE	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS UNIDADES DE CONCRETO	ENSAYOS	PESO PROMEDIO	PESAJE	Kg
			VARIACIÓN DIMENSIONAL	NTP 399.601	%
			ALABEO	NTP 399.601	mm
			ABSORCIÓN	NTP 399.604	%
	CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE CONCRETO	ENSAYOS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	NTP 399.604	Kg/cm <sup>2</sup>
	RESISTENCIA DE PRISMAS DE CONCRETO	ENSAYO A MUROS	COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES	NTP 399.621	Kg/cm <sup>2</sup>
ENSAYO A PILAS		COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS	NTP 399.605	Kg/cm <sup>2</sup>	
INTERVINIENTE	AGREGADOS	ENSAYOS	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	NTP 400.012	%
			CONTENIDO DE HUMEDAD	NTP 339.185	%
			PESO ESPECÍFICO Y GRADO DE ABSORCIÓN	NTP 400.021 NTP 400.022	g/cm <sup>3</sup>
			PESO VOLUMÉTRICO DE LOS AGREGADOS	NTP 400.017	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Adaptado de Ladrillos de Concreto Con Plástico PET Reciclado, 2017

### **3.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

La técnica principal utilizada para el desarrollo de la investigación es el método científico, en el cual se observó el problema, se formuló la hipótesis de la investigación, se experimentó y/o se realizaron ensayos para poder finalmente demostrar o negar la hipótesis, obteniendo resultados y conclusiones.

Los instrumentos de recolección de datos fueron los ensayos para poder obtener las características de los agregados como son, el método para determinación de la distribución por tamaño de partículas, Análisis granulométrico, el Método de ensayo para peso específico y absorción del agregado fino, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado, y peso volumétrico de los agregados. De igual manera los instrumentos para obtener las características físicas de las unidades de albañilería, se utilizaron ensayos de Variación Dimensional, Alabeo y Absorción, para obtener las características mecánicas se utiliza el ensayo de Resistencia a la Compresión, para obtener la resistencia de prismas de concreto se realizan el ensayo de compresión diagonal a muros y el ensayo de compresión axial en pilas.

#### **3.6.2. Fuentes y programas**

Las fuentes utilizadas son:

Norma E 070 Albañilería 2006

Normas Técnicas Peruanas (NTP).

Otro tipo de fuente de información que se utilizó en la investigación se encuentra en las referencias bibliográficas.

Los programas que se utilizaron fueron

Microsoft Office: Word, Excel y Power Point.

### **3.6.3. Ensayos de laboratorio**

#### **3.6.3.1. Ensayo de los agregados**

##### **a. Granulometría**

###### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la distribución del tamaño de los elementos que componen los agregados.

###### **(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.012 [19] y se utilizó para analizar los agregados.

###### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es separar por tamaños las partículas de agregado fino, grueso y global a través de un tamizado.

###### **(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguientes:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una aproximación de 0,1 g

Cepillos y brocha

Tamices de malla cuadrada (Se utilizan normalmente: 3'', 2'', 1'', 3/4'', 3/8'', N°04, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y la Charola o Fondo)

Charolas de aluminio

Charolas rectangulares de 40x60 cm

Agregados a ensayar

## (5) Procedimiento

Primero, se debe secar la muestra durante 24 horas, el peso que se coloca al horno debe ser mayor al requerido en la norma.

Segundo, se debe pesar la muestra, de manera que, para poder realizar el ensayo, tengamos 300 gr como mínimo para el agregado fino y 1000 gr como mínimo para el agregado grueso.

Tercero, una vez pesada la muestra, se procede a pasar la muestra por los tamices antes mencionados uno sobre otro con movimientos rotatorios

Cuarto, después de hacer los movimientos, se procede a desmontar cada tamiz, y pesar el material retenido en cada uno.

Quinto, si el peso sumado total difiere en más de 1% al peso inicial, el procedimiento se debe realizar de nuevo el tamizado.

Sexto, se procederá a realizar los cálculos de: % retenido parcial, % retenido acumulado y % que pasa, luego de ello, dibujar la curva granulométrica.

## (6) Cálculo

Una vez calculado el peso retenido en cada malla, se calculará el porcentaje a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de Peso Retenido} = \frac{W_r}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

$W_r$ = Peso retenido

$W_s$ =Peso seco de la muestra

Además, se procederá a utilizar la siguiente fórmula para calcular el porcentaje que pasa.

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

## (7) Fotografías del Ensayo

Imagen N° 20 Peso del agregado fino	Imagen N° 21 Tamizado de agregado	Imagen N° 22 Tamices utilizados para el ensayo
 <p data-bbox="201 1099 411 1133"><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p data-bbox="580 1099 791 1133"><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p data-bbox="960 1099 1171 1133"><b>Fuente: Propia</b></p>

### b. Humedad

#### (1) Definición

Este ensayo nos permite conocer la cantidad de agua acumulada que poseen los agregados en su interior.

#### (2) Normativa

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 339.185 [15] y se utilizó para analizar los agregados

#### (3) Objetivo del ensayo

El objetivo de este ensayo es determinar el contenido de agua que posee una muestra de agregado con respecto al peso seco de la muestra.

#### (4) Instrumentos, materiales y equipos

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguientes:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Recipiente o charola de aluminio

#### (5) Procedimiento

Primero, se debe seleccionar la muestra, como mínimo deberán ser 500 gr para el agregado fino y 1500 gr en el caso del agregado grueso.

Segundo, se debe pesar la muestra, de manera que, para poder realizar el ensayo, tengamos 300 gr como mínimo para el agregado fino y 1000 gr como mínimo para el agregado grueso.

Tercero, una vez pesada la muestra, se procede a colocar la muestra en el horno, para obtener la masa seca.

Cuarto, retirar la muestra seca del horno y esperar a que enfríe lo suficiente para no dañar la balanza.

Quinto, pesar la muestra seca en una balanza con una aproximación de 0.1%.

#### (6) Cálculo

Una vez determinado el peso final, procederemos a calcular el contenido de humedad total evaporable:

$$H = 100(W - P)/P$$



Donde:

H = Contenido de Humedad evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

P = Masa de la muestra seca en gramos

**(7) Fotografías del Ensayo**

<b>Imagen N° 23 Peso del agregado grueso húmedo</b>	<b>Imagen N° 24 Peso del agregado grueso seco</b>
 <p data-bbox="373 925 584 958"><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p data-bbox="951 880 1161 913"><b>Fuente: Propia</b></p>

**c. Peso Específico del Agregado Fino**

**(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la densidad media de una cantidad de partículas de agregado fino, densidad relativa y absorción del mismo.

**(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.022 [21] y se utilizó para analizar los agregados finos.

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar el peso específico y la absorción de la muestra de agregado fino.

#### **(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguiente:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Recipiente o charola de aluminio

Picnómetro o fiola

#### **(5) Procedimiento**

Primero, se debe seleccionar la muestra saturada superficialmente seca, como mínimo deberán ser 500 gr para el agregado fino.

Segundo, llenar parcialmente el picnómetro con agua e introducir los 500 gr de agregado fino saturado superficialmente seco, llenar de agua hasta el 90% de su capacidad.

Tercero, se deberá rodar o agitar manualmente el picnómetro para eliminar las burbujas de aire visible, aproximadamente 15 a 20 minutos.

Cuarto, una vez eliminadas las burbujas se debe determinar la masa total de picnómetro, el espécimen y el agua.

Quinto, colocar la muestra en una tara y colocarlo al horno por 24 horas.

Sexto, pesar la muestra seca más tara.

#### **(6) Cálculo**

Para poder conocer el peso específico de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra seca al horno, la masa de la muestra saturada superficialmente seca y el peso del picnómetro llenado de agua.

$$G_e = \frac{(1)}{(1) + (2) - (3)}$$

Donde:

- 1 = Peso de la muestra seca al horno
- 2 = Peso del picnómetro o fiola + peso del agua
- 3 = Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

Para poder conocer el peso específico saturado superficialmente seco de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra saturada superficialmente seca, el peso del picnómetro llenado de agua y el peso de la muestra en la fiola con agua.

$$\text{Peso Específico SSS} = \frac{(S)}{(B) + (S) - (C)}$$

Donde:

- S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca
- B = Peso del picnómetro o fiola con agua
- C = Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua





Para poder conocer el peso específico aparente de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra seca al horno, el peso de la muestra en la fiola con agua y el peso del picnómetro llenado de agua.

$$\text{Peso Aparente} = \frac{(A)}{(B) + (A) - (C)}$$

Donde:

- A = Peso de la muestra seca al horno
- B = Peso del picnómetro o fiola + peso del agua
- C = Peso de la muestra + fiola o picnómetro + agua

**(7) Fotografías del Ensayo**

<b>Imagen N° 25</b> <b>Fiola con agua y agregado fino</b>	<b>Imagen N° 26</b> <b>Eliminación de burbujas de aire</b>	<b>Imagen N° 27</b> <b>Fiola con agua y agregado fino en reposo</b>	<b>Imagen N° 28</b> <b>Muestra colocada al horno</b>
 <p><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p><b>Fuente: Propia</b></p>	 <p><b>Fuente: Propia</b></p>

**d. Absorción de Agregado Fino**

**(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que es absorbida por el agregado fino, esta absorción será expresada en porcentaje.

**(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.022 [21] y se utilizó para analizar los agregados finos.

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar la cantidad de agua absorbida por el agregado fino.

#### (4) Instrumentos, materiales y equipos

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguiente:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Recipiente o charola de aluminio

#### (5) Procedimiento

El procedimiento es el mismo a utilizar en el ensayo de peso específico.

#### (6) Cálculo

Para poder calcular el porcentaje de absorción se utilizará la fórmula siguiente:

$$\text{Absorción \%} = 100 * ((S - A)/A)$$

Donde:

S = Peso de la muestra saturada superficialmente seca(g)

A = Peso de la muestra seca al horno(g)

#### (7) Fotografías del Ensayo

**Imagen N° 29 Colocación de la muestra en un depósito de metal**



**Fuente Propia**

**Imagen N° 30 Peso de la muestra seca al horno****Fuente Propia****e. Peso Específico del Agregado Grueso****(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la densidad media de una cantidad de partículas de agregado grueso, densidad relativa y absorción del mismo.

**(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.021 [20] y se utilizó para analizar los agregados finos.

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar el peso específico de la muestra de agregado grueso.

**(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguiente:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Recipiente o charola de aluminio

Tanque de agua

**(5) Procedimiento**

Primero, se debe colocar la muestra en el horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C}$  por 24 horas

Segundo, enfriar a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h o hasta que haya enfriado a una temperatura que permita manipularse.

Tercero, sumergir el agregado en agua durante 24 h

Cuarto, retirar la muestra del agua y colocarlo en un paño absorbente y hacerlo rodar hasta que se eliminen todas las partículas visibles de agua.

Quinto, pesar la muestra en condición de superficie saturada seca.

Sexto, colocar la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua.

Séptimo, secar la muestra del ensayo en el horno nuevamente, enfriar durante 1 h a 3 h o hasta que se pueda manipular y determinar la masa.

**(6) Cálculo**

Para poder conocer el peso específico de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra seca al horno, la masa de la muestra saturada superficialmente seca y la masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua.

$$\mathbf{Ge} = \frac{\mathbf{(A)}}{\mathbf{(B) - (C)}}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso de la muestra superficialmente seca

C = Peso de la muestra aparente

Para poder conocer el peso específico aparente de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra seca al horno, la masa de la muestra saturada superficialmente seca y la masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua.

$$\mathbf{Ge\ Aparente} = \frac{\mathbf{(A)}}{\mathbf{(A) - (C)}}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca al horno

B = Peso de la muestra superficialmente seca

Para poder conocer el peso específico superficialmente seco de la muestra, solo se debe conocer la masa de la muestra seca al horno, la masa de la muestra saturada superficialmente seca y la masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua.

$$\mathbf{Ge\ SS} = \frac{\mathbf{(B)}}{\mathbf{(B) - (C)}}$$

Donde:

B = Peso de la muestra superficialmente seca

C = Peso de la muestra aparente

## **f. Absorción del Agregado Grueso**

### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que es absorbida por el agregado grueso, esta absorción será expresada en porcentaje.

### **(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.021 [20] y se utilizó para analizar los agregados gruesos.

### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar la cantidad de agua absorbida por el agregado grueso.

### **(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguiente:

Un Horno que pueda mantener una temperatura uniforme de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Recipiente o charola de aluminio

## **(5) Procedimiento**

El procedimiento es el mismo a utilizar en el ensayo de peso específico.

## **(6) Cálculo**

Para poder calcular el porcentaje de absorción se utilizará la fórmula siguiente:

$$\text{Absorción \%} = 100 * ((\mathbf{B} - \mathbf{A})/\mathbf{A})$$

Donde:

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca(g)

A = Peso de la muestra seca al horno(g)

## **g. Peso Unitario de los agregados**

### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la densidad de la masa o Peso Unitario del agregado en condición suelto o compactado y además los vacíos entre partículas en agregados finos y gruesos.

### **(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 400.017 [23] y se utilizó para analizar los agregados finos y gruesos

### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar densidad de los agregados

**(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguiente:

Una Balanza con una sensibilidad al 0.1% del peso de la muestra

Varilla de apisonado

Recipiente donde se colocará el material

Cucharón o pala

**(5) Procedimiento**

Primero, llenar el recipiente a un tercio total y nivelar la superficie con los dedos, apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado.

Segundo, llenar el recipiente a 2 tercios del total y repetir el mismo procedimiento que en el primer paso.

Tercero, llenar el recipiente y apisonar nuevamente de la manera anterior.

Cuarto, nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula.

Quinto, determinar la masa del recipiente más su contenido y la masa del recipiente vacío

**(6) Cálculo**

Para poder calcular el peso unitario o densidad de masa se utilizará la fórmula siguiente:

$$M = (G - T)/V$$

Donde:

M = Densidad de masa del agregado, kg/m<sup>3</sup>

G = Masa del recipiente + material, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m<sup>3</sup>

Para poder calcular el peso unitario o densidad de masa superficialmente seca se utilizará la fórmula siguiente:

$$M_{sss} = M \left( 1 + \left( \frac{A}{100} \right) \right)$$

Donde:

M<sub>sss</sub> = Densidad de masa del agregado en condición SSS, kg/m<sup>3</sup>

A = Porcentaje de absorción, determinado anteriormente

**(7) Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 31 Peso del recipiente**



**Fuente Propia**

### **3.6.3.2. Diseño de mezcla**

#### **(1) Definición**

El diseño de mezcla según Rivva López [36] se puede definir como el procedimiento de elección de los componentes más apropiados y de la unión más eficaz y económica de estos, con la finalidad de generar un producto que sea trabajable en su estado no endurecido, en el endurecido que cumpla con los requisitos constituidos por el diseñador e indicados en planos y/o especificaciones de obra.

#### **(2) Normativa**

En este caso se utilizará el procedimiento dado por el Comité 211 del ACI para concretos de peso normal y con ayuda el libro de Rivva López [36]

#### **(3) Objetivo del diseño de mezcla**

El objetivo de este ensayo es determinar la cantidad de materiales para la mezcla y la relación entre ellos en peso y volumen para obtener una resistencia determinada a partir de las características de los componentes del mismo.

#### **(4) Procedimiento**

Primero, tener las características como Tamaño Máximo Nominal, Peso Unitario Suelto Seco, Peso Unitario Compactado Seco, Peso Específico, Contenido de Humedad, Contenido de Absorción y Módulo de Fineza de los agregados tanto finos como gruesos, como finos y el peso específico del cemento a usar.

Segundo, conociendo el  $F'c$  esperado se debe encontrar la resistencia a la compresión promedio requerida ( $F'cr$ ), para esto hay diferentes métodos utilizando la desviación estándar, sin embargo, al no tener un registro o control de calidad se utilizó la tabla 7.4.3 de Enrique Rivva López [36].

Tercero, conociendo el tamaño máximo nominal se puede determinar el porcentaje de aire atrapado, utilizando la tabla 11.2.1 de Enrique Rivva López [36].

Cuarto, igual que en el paso anterior, se puede determinar aproximadamente el asentamiento del concreto con la tabla 9.2.2 de Enrique Rivva López [36], igual el asentamiento también se puede determinar con el ensayo de Cono de Abrams.

Quinto, determinar la cantidad de agua que se debe incorporar en la mezcla, con las características antes obtenidas como Tamaño Máximo Nominal y el % de aire incorporado podemos obtener el agua en litros por m<sup>3</sup>, esto se determina en la tabla 10.2.1 o con el Tamaño Máximo Nominal y asentamiento del concreto en la tabla 10.2.2 de Enrique Rivva López [36].

Sexto, determinar la relación agua-cemento a partir de la resistencia promedio requerida, se pueden utilizar las tablas 12.2.2, 12.2.3, 12.2.4 y 12.2.5, estas tablas se diferencian a partir del Tamaño Máximo Nominal, % de aire incorporado, características de los agregados, etc.

Séptimo, cálculo de contenido de cemento, con la relación agua cemento y la cantidad de agua se puede obtener fácilmente la cantidad de cemento por m<sup>3</sup>.

Octavo, peso de los agregados, se deberá calcular el contenido de agregado grueso, el cual se calculará con el coeficiente  $b/b_0$ , el cual se obtiene a partir del Tamaño Máximo Nominal de agregado grueso y el modulo de fineza del agregado fino, a partir de la tabla 16.2.2 del libro de Rivva López [36].

Noveno, una vez determinado el peso del agregado grueso, se obtienen las cantidades por m<sup>3</sup> de concreto de todos los elementos conocidos (agregado grueso, cemento, agua y aire) de la siguiente manera; el peso será dividido entre el peso específico y así se obtendrán las cantidades en m<sup>3</sup>.

Décimo, para calcular la cantidad de agregado fino solo se deberá restar la sumatoria de volúmenes y 1 y ese será el valor en volumen del agregado fino, para calcular la cantidad en peso se multiplicará el volumen por el peso específico.

Decimoprimeros, se deberá corregir o ajustar por humedad los agregados, debido a que los agregados en obra no se encontrarán seco, para lo cual se deberá multiplicar al peso seco de los agregados por su porcentaje de humedad sumado por 1.

Decimosegundo, para el agua efectiva a cada contenido de humedad del agregado se le restará el porcentaje de absorción y este valor se multiplicará por el peso seco de los agregados y será sumado a la cantidad total de agua determinada en el quinto paso.

Decimotercero, una vez corregidos todos los componentes del concreto por humedad, se procederá a determinar la dosificación por peso, para esto se deberá dividir el peso por m<sup>3</sup> de cada componente (excepto el agua) entre el peso por m<sup>3</sup> del cemento, y así se obtendrá los materiales por bolsa.

### **3.6.3.3. Ensayos clasificatorios de las unidades de concreto**

#### **a. Resistencia a la compresión de unidad de albañilería**

##### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite conocer la resistencia o capacidad de soporte de una carga por unidad de área.

##### **(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 399.604 [16] y se determinará la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto.

##### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia de soporte de carga por unidad de área.

##### **(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los instrumentos, materiales y equipos que se usaron para el ensayo son los siguientes:

Máquina de ensayo

Placas de acero

Brocha

Tres ladrillos de concreto como mínimo

## (5) Procedimiento

Para poder determinar la resistencia a la compresión el procedimiento es el siguiente:

Primero, se utilizarán tres especímenes como mínimo, colocar el espécimen con el centroide de sus superficies de apoyo alineada con el centro de empuje de la rótula de la máquina, los ladrillos con huecos deben tener los huecos en la misma dirección de servicio.

Segundo, aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después controlar la máquina para que la carga restante sea aplicada entre 1 y 2 minutos.

Tercero, registrar la carga de compresión máxima en Newtons, lo cual será registrado como  $P_{\text{máx}}$ .

## (6) Cálculo

Para poder calcular el esfuerzo de compresión del área bruta del ladrillo se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área bruta (MPa)} = P_{\text{max}}/A_g$$

Donde:

$P_{\text{max}}$  = carga, (N)

$A_g$  = área bruta del ladrillo,  $\text{mm}^2$

**(7) Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 32 Máquina de resistencia a la compresión**



**Fuente: Propia**

**Imagen N° 33 Falla del ladrillo de concreto**



**Fuente: Propia**

**b. Absorción de agua****(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar la absorción de agua que poseen los ladrillos de concreto.

**(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 399.604 [16] y se utilizó para determinar la absorción de agua de los ladrillos.

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo del ensayo es determinar la absorción de agua de los ladrillos.

**(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Balanza

Horno

Tres ladrillos de concreto

**(5) Procedimiento**

Primero, sumergir los ladrillos en agua a una temperatura entre 15,6 °C y 26,7°C durante 24 horas.

Segundo, pesar los ladrillos mientras está suspendido por un alambre de metal y sumergido totalmente en agua

Tercero, sacar del agua y durante un minuto dejarlo reposar colocándolo en una malla de alambre

Cuarto, retirar el agua superficial visible con un paño húmedo, pesar y registrar como peso saturado.

Quinto, secar los especímenes en un horno ventilado a una temperatura entre 100°C y 150°C por no menos de 24 horas, registrar los pesos de los especímenes secados.

**(6) Cálculo**

$$\text{Absorción} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \left( \frac{W_s - W_d}{W_s - W_i} \right) * 1000$$

o

$$\text{Absorción}(\%) = \left( \frac{W_s - W_d}{W_d} \right) * 100$$

Donde:

$W_s$  = peso saturado del ladrillo(kg)

$W_i$  = peso sumergido del ladrillo(kg)

$W_d$  = peso seco al horno del ladrillo(kg)

**(7) Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 34 Ladrillo de concreto sacado del agua**



**Fuente: Propia**

**Imagen N° 35 Ladrillo colocado al horno**



**Fuente: Propia**

**c. Alabeo****(1) Definición**

El alabeo es una medida altamente relacionada con el espesor que tiene la junta de albañilería.

**(2) Normativa**

La norma utilizada en este ensayo es la NTP 399.613 [37]

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo del ensayo es determinar la concavidad o convexidad del ladrillo de concreto a analizar.

**(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los equipos e instrumentos que se utilizaron para realizar el ensayo son los siguientes:

Regla de acero graduada de 30 cm.

Brocha

Varilla de metal con punta redondeada

**(5) Procedimiento**

El procedimiento a seguir para la realización de este ensayo es el siguiente:

Primero, seleccionar los ladrillos a ensayar.

Segundo, limpiar los ladrillos con brocha

Tercero, para verificar si es cóncava, colocar la regla de manera longitudinal o diagonal y mediar la distancia entre la superficie a la regla.

Cuarto, para verificar si es convexa, colocar sobre la superficie plana y medir con la cuña cada esquina de la superficie.

## **d. Variación Dimensional**

### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite determinar el espesor de las juntas en los ladrillos y la variación que existe entre las dimensiones.

### **(2) Normativa**

La norma utilizada para este ensayo es NTP 399.604 [16] para poder conocer la variación máxima en ladrillos de concreto.

### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo del ensayo es determinar el promedio de las dimensiones, largo, ancho y alto, que tienen los ladrillos de concreto.

### **(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los equipos e instrumentos que se utilizaron para este ensayo son los siguientes:

Regla de acero graduada de 30 cm

Brocha

### **(5) Procedimiento**

El procedimiento para realizar el ensayo es el siguiente:

Primero, identificar los ladrillos a ensayar.

Segundo, limpiar los ladrillos con una brocha.

Tercero, medir con una regla graduada las distancias desde el punto medio de las aristas opuestas.

Cuarto, anotar las 4 medidas de longitud, de ancho y de altura de cada ladrillo.

Quinto, sumar las medidas y dividir las entre 4 y apuntar esta medida como medida promedio en cada caso.

Sexto, las medidas promedio serán divididas entre la medida original, se resta 1 y toda esta operación se multiplica por 100, esta será la variación en porcentaje de cada lado.

**(6) Cálculo**

$$\mathbf{DP(cm) = \left( \frac{D1 + D2 + D3 + D4}{4} \right)}$$

$$\mathbf{VD(\%) = \left( \frac{DP}{DE} - 1 \right) * 100}$$

Donde:

D1, D2, D3, D4 = Dimensiones(cm)

DP = Dimensión promedio(cm)

DE = Dimensión esperada(cm)

VD = Variación Dimensional (%)

(7) **Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 36 Medición de la variación dimensional**



**Fuente: Propia**

**3.6.3.4. Ensayos no clasificatorios a las unidades de concreto**

**a. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería**

**(1) Definición**

Este ensayo permite conocer la resistencia en compresión de prismas de albañilería de ladrillos de concreto.

**(2) Normativa**

La norma utilizada para este ensayo es NTP 399.605 [17] para poder conocer la resistencia a la compresión de prismas de albañilería.

**(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo es determinar la compresión máxima que resisten prismas de ladrillos de concreto. ( $f'_m$ ).

**(4) Instrumentos, materiales y equipos**

Los Instrumentos, materiales y equipos que se utilizaron para la realización de este ensayo son los siguientes:

Placas de metal

Máquina compresora

Regla

Yeso

Cemento

Agua

Mortero

Badilejo

## (5) Procedimiento

Primero, seleccionar los especímenes que se usarán para armar los prismas.

Segundo, armar los prismas, asentados en forma de pila (una sobre otra), en la misma posición que será usada en construcción como mínimo deben ser 3 ladrillos para que sean considerados prismas.

Tercero, almacenar las pilas o prismas, durante 28 días o el tiempo que sea necesario, se curarán estas pilas hasta al menos 24 horas antes del ensayo, la edad del prisma se cuenta desde el momento de asentado de las unidades.

Cuarto, realizar la medición de la longitud, ancho y alto de los prismas, en caras superiores e inferiores, y se promediarán las cuatro medidas de cada dimensión. Esto te permitirá calcular el factor de corrección altura/espesor.

Quinto, realizar la limpieza de la cara de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo.

Sexto, colocar el prisma en medio de la cara de carga de los platos de la máquina, someter a esfuerzo a cualquier velocidad hasta que llegue a la mitad de resistencia esperada, y posteriormente a esta ir de manera que se obtenga la carga final en no menos de un minuto y no más de 2 minutos.

## (6) Cálculo

$$\text{Resistencia característica a compresión axial (Kg/cm}^2\text{)} = \left( \frac{P_{\max}}{A} \right)$$

Donde:

$P_{\max}$  = Fuerza máxima aplicada (kgf)

A = Área de contacto (cm<sup>2</sup>)

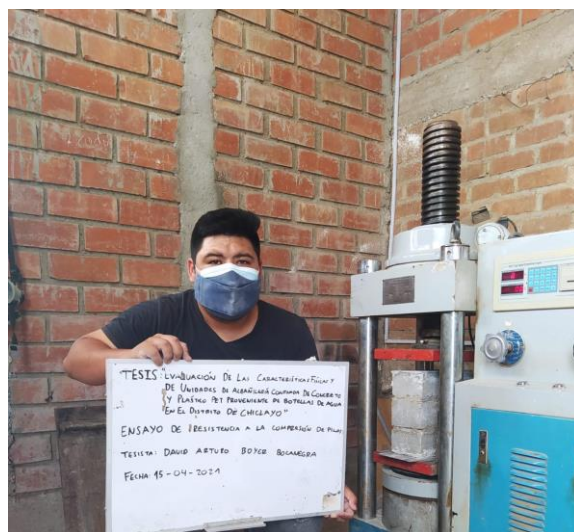
(7) **Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 37 Medidas de los prismas de albañilería**



**Fuente: Propia**

**Imagen N° 38 Ensayo de compresión de prismas**



**Fuente: Propia**

### Imagen N° 39 Ensayo de compresión de prismas



**Fuente: Propia**

#### **b. Compresión Diagonal en muretes de albañilería**

##### **(1) Definición**

Este ensayo nos permite conocer la resistencia a la compresión diagonal (corte), en muretes de albañilería.

##### **(2) Normativa**

La norma utilizada para este ensayo es NTP 399.621 [18] para poder conocer la resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería.

##### **(3) Objetivo del ensayo**

El objetivo es determinar la compresión máxima que resisten prismas de ladrillos de concreto. ( $f_m$ ).

#### (4) Instrumentos, materiales y equipos

Los Instrumentos, materiales y equipos que se utilizaron para la realización de este ensayo son los siguientes:

Máquina de ensayo

Escuadras de carga

Muretes a ensayar de 600x600 mm como mínimo

#### (5) Procedimiento

Primero, colocar las escuadras de carga superior e inferior de manera que estén centradas en las respectivas superficies de carga de la máquina de ensayo.

Segundo, colocar el espécimen en una posición centrada, colocada en la escuadra inferior de carga, en el caso de utilizar unidades alveolares, rellenar los alveolos de las unidades en contacto con las escuadras de carga, con mortero de cemento-arena 1:3.

Tercero, aplicar la carga en forma continua hasta la carga última

#### (6) Cálculo

$$\text{Esfuerzo Cortante } v_m \text{ (MPa)} = \left( \frac{0,707P}{A_b} \right)$$

Donde:

$V'_m$  = Fuerza máxima aplicada (MPa)

P = Carga aplicada (N)

$A_b$  = área bruta del espécimen en  $\text{mm}^2$ , calculada como sigue:

$$A_b \text{ (mm}^2\text{)} = \left( \frac{0,707P}{A_b} \right)$$

Donde:

l = largo del murete(mm)

h = altura del murete(mm)

t = espesor total del murete(mm)

(7) **Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 40 Ensayo de compresión de prismas**



**Fuente: Propia**

**c. Resistencia a la compresión de la unidad posterior a la exposición al calor****(1) Definición**

Este ensayo nos permite conocer la resistencia a la compresión de los ladrillos después de haber sido expuestos al calor durante 24 horas.

**(2) Objetivo del ensayo**

El objetivo es determinar la manera en la que varía la resistencia entre un ladrillo en condiciones normales y uno expuesto al calor en un horno durante 24 horas a 200°C.

**(3) Instrumentos, materiales y equipos**

Los Instrumentos, materiales y equipos que se utilizaron para la realización de este ensayo son los siguientes:

Horno Industrial

Regla

Placas de metal

Máquina compresora

**(4) Procedimiento**

Primero, colocar los ladrillos en un horno industrial con temperatura mínima de 200°C durante 24 horas.

Segundo, retirar los ladrillos del horno después de 24 horas y dejar reposar al aire libre por 2 horas .

Tercero, aplicar la carga en forma continua hasta la carga última.

(5) **Cálculo**

$$\text{Resistencia característica a compresión axial (Kg/cm}^2\text{)} = \left( \frac{P_{\max}}{A} \right)$$

Donde:

$P_{\max}$  = Fuerza máxima aplicada (kgf)

$A$  = Área de contacto (cm<sup>2</sup>)

(6) **Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 41 Ladrillo expuesto al calor**



**Fuente: Propia**

**d. Resistencia a la compresión de la unidad posterior a la exposición al fuego****(1) Definición**

Este ensayo nos permite conocer la resistencia a la compresión de los ladrillos después de haber sido expuestos al fuego continuo durante 1 hora.

**(2) Objetivo del ensayo**

El objetivo es determinar la manera en la que varía la resistencia entre un ladrillo en condiciones normales y uno expuesto al fuego desde 500° hasta 700° durante 1 hora +-15 minutos.

**(3) Instrumentos, materiales y equipos**

Los Instrumentos, materiales y equipos que se utilizaron para la realización de este ensayo son los siguientes:

Balón de Gas

Soplete para Balón de Gas

Placas de metal

Máquina compresora

**(4) Procedimiento**

Primero, colocar los ladrillos de manera ordenada, formando un tipo túnel, que permita que el fuego llegue de manera proporcionada a todos los ladrillos.

Segundo, exponer al fuego durante 1 hora a una temperatura constante.

Tercero, esperar 4 horas o hasta que los ladrillos se pueden manipular y colocar los ladrillos en la máquina compresora.

Cuarto, aplicar la carga en forma continua hasta la carga última.

**(5) Cálculo**

$$\text{Resistencia característica a compresión axial (Kg/cm}^2\text{)} = \left( \frac{P_{\max}}{A} \right)$$

Donde:

$P_{\max}$  = Fuerza máxima aplicada (kgf)

$A$  = Área de contacto ( $\text{cm}^2$ )

**(6) Fotografías del Ensayo**

**Imagen N° 42 Ladrillo ordenado para exponer al fuego**



**Fuente: Propia**

**Imagen N° 43 Ladrillo expuesto al fuego**



**Fuente: Propia**

### **3.7. Procedimientos**

#### **Adquisición de materiales**

Para poder empezar con nuestra investigación al trabajar con concreto, se deben conocer las características de los materiales, por lo cual se buscó un proveedor cuyo material pueda cumplir con los requisitos mínimos para ser usados en concreto.

#### **Recolección de botellas PET provenientes de botellas de agua y gaseosas**

La investigación está basada en elaborar ladrillos de concreto y plástico PET reciclado, por lo que la obtención de estas botellas fue por donación, reciclaje propio y compra; esta última a manera de apoyo a la campaña “Por mi planeta, menos plástico” a cargo de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, en la cual se adquirieron 15.20 Kg de plástico reciclado en esta institución.

### Imagen N° 44 Recibo de compra de plástico reciclado USAT

**RECIBO**

RECIBI DE David Arturo Boga Boranaga

CANTIDAD DE 18,24 SOLES (PEN)

COMO CONTRIBUCIÓN A LA CAMPAÑA DE RECICLAJE "POR MI PLANETA CERO PLASTICO" REALIZADA POR LA DIRECCION DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA USAT POR EL USO DE 15,20 KG DE BOTELLAS DE PLASTICO RECOLECTADAS COMO PARTE DE LA CAMPAÑA PARA FINES BENEFICOS DE LA MISMA.

DECLARO QUE RECIBO LAS BOTELLAS DE MANERA LIBRE Y CONFORME A MIS REQUERIMIENTOS COMO CONTRIBUCION A LA CAMPAÑA DESCRITA

FIRMA Boga

DNI 71413236

VB CONFORMIDAD

José Pablo Ramírez  
RSU

Precio Unitario  
1.2 soles/kg  
⇒ 18.24

1 <sup>er</sup> peso	2.70
2 <sup>do</sup> peso	3.10
3 <sup>er</sup> peso	3.20
4 <sup>to</sup> peso	3.50
5 <sup>to</sup> peso	2.70
	15.20 Kg

**Fuente Propia**

### **Obtención de molde para la elaboración del ladrillo de concreto**

El molde obtenido fue un molde de acero de 24cmx13cmx9cm, el cual posee elementos que permiten que el ladrillo final tuviera 5 alveolos, los cuales representaron menos del 30% de la cara principal del ladrillo, como lo estipula el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070.

**Imagen N° 45 Molde para elaboración de ladrillos de concreto**



**Fuente Propia**

**Imagen N° 46 Medidas del molde para ladrillos de concreto**



**Fuente Propia**

## Ensayos de materiales

Se realizaron los ensayos a los materiales para conocer sus características y poder luego realizar el diseño de mezcla, además de comprobar que cumplan con los requisitos mínimos de las normas técnicas peruanas antes mencionadas, los ensayos que se realizaron fueron:

Análisis Granulométrico de los agregados

Contenido de Humedad de los agregados

Ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado

Ensayo normalizado para la absorción de los agregados

Peso Específico Unitario de los agregados

### Imagen N° 47 Análisis Granulométrico



Fuente Propia

**Imagen N° 48 Material para Granulometría**



**Fuente Propia**

**Imagen N° 49 Mallas Normalizadas para Análisis Granulométrico**



**Fuente Propia**

### **Diseño de mezcla**

A partir de los resultados de los ensayos a los agregados se realizó el diseño de mezcla acorde con el ACI 211, con el procedimiento descrito por Enrique Rivva López [36], para una resistencia del ladrillo tipo 17 según la NTP 399.604 [22] y según el V según la RNE 070 [14].

### **Elaboración de ladrillos de concreto**

Una vez que tuvimos el diseño de mezcla, se elaboraron las muestras patrones, las cuales se ensayaron y al no obtenerse una resistencia adecuada se tuvo que ajustar las proporciones a partir del diseño de mezcla. Para la elaboración de los ladrillos se utilizó una mesa vibradora de 3HP de 1.5mx0.80m de 3450 R.P.M. El procedimiento era, mezclar los agregados, una vez mezclado, se prendía la mesa vibradora y se colocaba el molde y mientras vibraba se colocaba el material de a poco, hasta llenar todo el molde y vibrar hasta que se muestre una capa superficial de agua, una vez hecho esto, se colocan planchas de metal o de madera debajo del molde y jalar para que se retire el material del molde, almacenar por 24 horas y posteriormente se cura hasta el día que será ensayado, pero no menos de 7 días.

**Imagen N° 50 Mesa Vibratoria**



**Fuente Propia**

### **Imagen N° 51 Elaboración de ladrillos de concreto**



**Fuente Propia**

### **Elaboración de prismas de albañilería**

Para la elaboración de prismas de albañilería se utilizan los ladrillos ya elaborados, almacenados y curados como mínimo durante 7 días, se colocaban uno sobre otro con una junta de mortero de 1 cm como mínimo, y tres unidades de albañilería como mínimo por prisma, en nuestro caso eran tres unidades por prisma, se almacenaban y curaban hasta antes de ser ensayados.

### **Elaboración de muretes de albañilería**

Para la elaboración de los muretes de albañilería se utilizan los ladrillos ya elaborados, almacenados y curados como mínimo durante 7 días, se colocaban uno sobre otro con una junta de mortero de 1 cm como mínimo, en nuestro caso se utilizaron 6 hiladas de ladrillos, se almacenan y se curan hasta antes de ser ensayados.

### **Realización de ensayos a los ladrillos de concreto**

Los ladrillos de concreto fueron ensayados para poder obtener las características físicas y mecánicas de estos, se realizaron los ensayos de absorción, variación dimensional, alabeo, resistencia a la compresión, compresión axial de prismas, compresión diagonal de muretes, resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor y resistencia a la compresión posterior a la exposición al fuego.

### **3.8. Plan de procesamiento y análisis de datos**

Esta investigación fue planteada en un plan de procesamiento para el análisis de datos dividida en 6 fases, las cuales se describen a continuación:

#### **FASE I: RECOPIACIÓN DE DATOS**

Revisión de antecedentes del proyecto y bibliografía

Análisis de información de proyectos similares

Revisión de la normativa vigente

Revisión parcial por parte del asesor

#### **FASE II: OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES, ENSAYOS A LOS AGREGADOS Y DISEÑO DE MEZCLA**

Compra de agregados

Obtención del plástico PET

Ensayo a los agregados

Granulometría

Humedad

Peso Específico

Peso Unitario

Análisis de datos

Diseño de Mezcla

Revisión parcial por parte del asesor

#### **FASE III: ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO, ENSAYOS A LOS LADRILLOS Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Elaboración de ladrillos de concreto con diferentes dosificaciones para encontrar la muestra patrón

Curado de ladrillos

Ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días a los ladrillos para obtener la posible dosificación correcta

Trabajo de gabinete

Revisión parcial por parte del asesor

#### **FASE IV: ELABORACIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO CON ADICIÓN Y REEMPLAZO, ENSAYO A LOS LADRILLOS CON ADICIÓN Y REEMPLAZO Y PROCESAMIENTO DE DATOS**

Elaboración de ladrillos con adición de 5 y 10% de PET del peso de cemento y con 5,10,15,20 y 25% de reemplazo de agregado grueso por PET

Curado de ladrillos

Ensayos a los ladrillos resultantes

Ensayo de Resistencia a la Compresión

Absorción

Variación Dimensional

Alabeo

Trabajo de Gabinete

Revisión parcial por parte del asesor

#### FASE V: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de los resultados y obtención de las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería

Selección de la adición y/o reemplazo que genere mejores características

Trabajo de gabinete

Revisión por parte del asesor

#### FASE VI: ENSAYO DE MORTERO, ELABORACIÓN DE MURETES Y PILAS, ENSAYOS A MURETES Y PILAS Y ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS EXPUESTOS AL CALOR

Ensayo al mortero

Elaboración de muretes y pilas

Ensayo a compresión diagonal de muretes

Ensayo a compresión axial de pilas

Ensayo de resistencia a la compresión de ladrillos expuestos al calor

Trabajo de Gabinete

Revisión por parte del asesor

#### FASE VII: ANÁLISIS DE RESULTADOS

Análisis de los resultados finales

Trabajo de gabinete

Interpretación de los datos obtenidos

Elaboración de Evaluación de Impacto Ambiental

Elaboración de Evaluación Costo Beneficio

Revisión por parte del asesor

## FASE VI: PRESENTACIÓN FINAL

Presentación del proyecto definitivo a los jurados

Levantamiento de Observaciones

Definición de fecha y sustentación final de tesis

### 3.9. Matriz de consistencia

Tabla N° 7 Matriz de Consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
¿De qué manera influirá en las características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto para la construcción de muros portantes el agregarle PET reciclado a su composición del ladrillo de Concreto?	<b>Objetivo General</b>	La adición de plástico PET reciclado proveniente de botellas de agua influye en las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto para la construcción de muros portantes.	<b>Variable Independiente</b>
	Evaluar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto y plástico PET para la construcción de muros portantes en el Distrito de Chiclayo, 2019		<b>Plástico PET reciclado</b>
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivo Especifico</b>		<b>Variable Dependiente</b>
¿Cuáles son las características de los agregados?	Conocer las características de los materiales		Características físicas de las unidades de concreto
¿Qué dosificación me dará una resistencia para un ladrillo tipo V?	Elaborar una muestra patrón que cumpla con la resistencia de un ladrillo tipo V		Características mecánicas de las unidades de concreto
¿Cuál será el porcentaje óptimo que me dará mejores características físicas y mecánicas a mis ladrillos de concreto?	Determinar el porcentaje óptimo de PET reciclado que otorgará mejores características a las unidades de albañilería de concreto		Resistencia de prismas de concreto
¿De qué manera influirá la exposición al calor de los ladrillos de concreto con adición y reemplazo de plástico PET en la resistencia a la compresión de los ladrillos en comparación al ladrillo patrón?	Realizar el ensayo de resistencia a la compresión posterior a la exposición del calor de los ladrillos de reemplazo y adición		
¿Cuál será el costo por m <sup>3</sup> de concreto con adición y/o reemplazo comparado con la patrón y cuál será el beneficio ambiental en cantidades de botellas plásticas por millar?	Realizar la evaluación Costo-Beneficio de adicionar PET en reemplazo y/o adición a los ladrillos de concreto		<b>Variable Interviniente</b>
Cuáles serán las características de los muros y pilas elaborados con ladrillos de concreto y plástico PET que poseen el porcentaje óptimo de PET en su composición	Elaborar y ensayar muros y pilas con ladrillos de concreto y plástico PET que tengan mejores características físicas y mecánicas		<b>Características de los agregados : Análisis Granulométricos Contenido de Humedad Peso Específico y Grado de Absorción Peso Volumétrico de agregados</b>

Fuente Propia

### 3.10. Consideraciones éticas

Tabla N° 8 Consideraciones Éticas

ANTECEDENTE	SIMILITUD	DIFERENCIA
B. Caballero y O. Florez, "Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietileno-tereftalato (PET) como alternativa sostenible para la construcción", tesis de fin de grado, Fac. Ingeniería, Univ. Cartagena, Cartagena, Colombia, 2016.	Utilizan plástico PET para elaborar unidades de albañilería de concreto	Elaboran bloques de concreto, mientras que en mi investigación elaboro ladrillos Los porcentajes de adición son de 12.5, 25 y 37%, mientras que en mi investigación es de 0,5,10,15,20 y 25% No realizan adiciones, solo reemplazos de PET en lugar de agregado fino Es una investigación que se da en Colombia, mientras mi investigación utiliza elementos del La resistencia máxima de la investigación es de 35.69 Kg/cm <sup>2</sup> , sin embargo mi investigación busca tener como mínimo 130 kg/cm <sup>2</sup> en los ladrillos con adición
J. Mejía y N. Pachacama, "Diseño de bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibras de caucho de neumático y plástico reciclado (PET)", tesis de fin de grado, Univ. De Las Fuerzas Armadas ESPE, Sangolquí, Ecuador, 2018.	Utilizan plástico PET para elaborar unidades de albañilería de concreto	Elaboran bloques de concreto, mientras que en mi investigación elaboro ladrillos Los porcentajes de adición son de 50, 62.5 y 81.25%, mientras que en mi investigación es de 0,5,10,15,20 y 25% No realizan adiciones, solo reemplazos de PET en lugar de agregado fino Es una investigación que se da en Ecuador, mientras mi investigación utiliza elementos del La resistencia máxima de la investigación es de 59.12 Kg/cm <sup>2</sup> , sin embargo mi investigación busca tener como mínimo 130 kg/cm <sup>2</sup> en los ladrillos con adición El autor además adiciona resina que funciona como aditivo y residuos de caucho, yo solo uso los agregados pétreos, cemento y agua
P.J. Angumba Aguilar, "Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante", tesis de fin de master en construcciones, Univ. De Cuenca, Cuenca, 2016.	Utilizan plástico PET para elaborar unidades de albañilería de concreto Elabora ladrillos de concreto con PET reciclado	Utiliza adiciones de 40,55,65 y 70% mientras que en mi investigación va de 0 hasta 25% en intervalos de 5% La resistencia máxima la obtiene con 25% de PET, en mi caso la mayor resistencia se obtiene con 10% de PET
E. Echevarría Garro, "Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado", tesis de fin de grado, Univ. Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú, 2017.	Utilizan plástico PET para elaborar ladrillos de albañilería de concreto Utiliza la normativa peruana El ladrillo patrón puede ser considerado estructural	Utiliza adiciones de 3,6 y 9% mientras que en mi investigación se realizan adiciones desde 0 hasta 25% de pet en intervalos de 5% El ladrillo patrón es considerado un Ladrillo Tipo IV, mientras que en mi investigación el ladrillo patrón es considerado Tipo V
R. Tueros y A. Lopez, "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", tesis de fin de grado, Univ. Andina del Cusco, Cusco, Perú, 2016.	Los porcentajes de adición son desde 0 hasta 25% con intervalos de 5% Elabora unidades de albañilería de concreto con PET reciclado Utiliza normativa peruana	Elaboran bloques de concreto, mientras que en mi investigación elaboro ladrillos Los bloques son no estructurales, mis ladrillos son estructurales La máxima resistencia obtenida es de 45.03 kg/cm <sup>2</sup> , mi resistencia mínima es de 130 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente Propia

## IV. Resultados

### 4.1. Ensayos de los agregados

#### 4.1.1. Análisis Granulométrico

##### Análisis granulométrico del agregado fino

Se realizaron ensayos a los agregados, uno de estos es el análisis granulométrico que sirve para conocer la distribución del tamaño del agregado.

En nuestro caso, el material es proveniente de la cantera Pátapo-La Victoria, su análisis granulométrico es el siguiente:

**Tabla N° 9 Análisis Granulométrico del Agregado Fino**

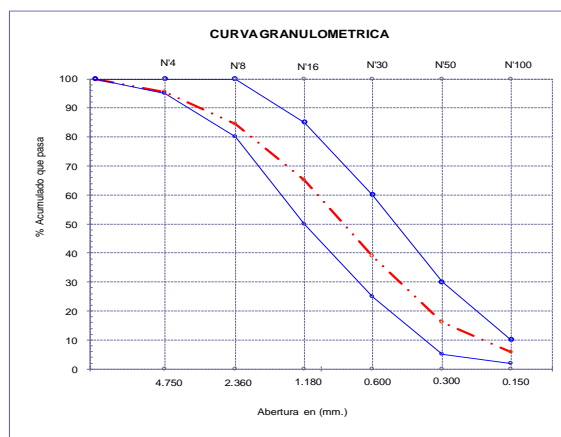
Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
3/8"	9.500	0.00 g	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	22.00 g	4.4	4.4	95.6	95	100
N° 08	2.360	56.00 g	11.2	15.6	84.4	80	100
N° 16	1.180	96.00 g	19.2	34.8	65.2	50	85
N° 30	0.600	131.00 g	26.2	61.0	39.0	25	60
N° 50	0.300	115.00 g	23.0	84.0	16.0	5	30
N° 100	0.150	51.00 g	10.2	94.2	5.8	2	10
N° 200	0.075	20.00 g	4.0	98.2	1.8	2	10
Fondo		9.00 g	1.8	96.0	4.0		
<b>Módulo de Fineza</b>				<b>2.940</b>			
Abertura de malla de referencia				N° 04			

#### Fuente Propia

Como podemos observar, el Módulo de fineza es 2.94, lo que quiere decir que el material es ligeramente grueso, el material cumple con los husos granulométricos ya que su %acumulado que pasa se encuentra entre los límites especificados.

Aquí se muestra lo antes mencionado, el porcentaje acumulado que pasa se grafica justo dentro de las curvas límites, lo que quiere decir que su tamaño está bien distribuido y que puede usarse sin restricciones.

### Gráfico 1 Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente Propia

### Análisis granulométrico del agregado grueso

En este caso, este es el análisis granulométrico del material proveniente de Tres Tomas, conocido comúnmente como confitillo. La muestra total es de un total de 1000 g y de esta manera se distribuye el tamaño de sus partículas. De igual manera que en el caso del agregado fino, el porcentaje retenido acumulado que pasa se encuentra entre los dos límites reglamentados para el uso de este material, estos límites se pueden encontrar en el Huso 89 de la tabla 8.1.3 de Rivva López [36] por lo tanto, se puede utilizar.

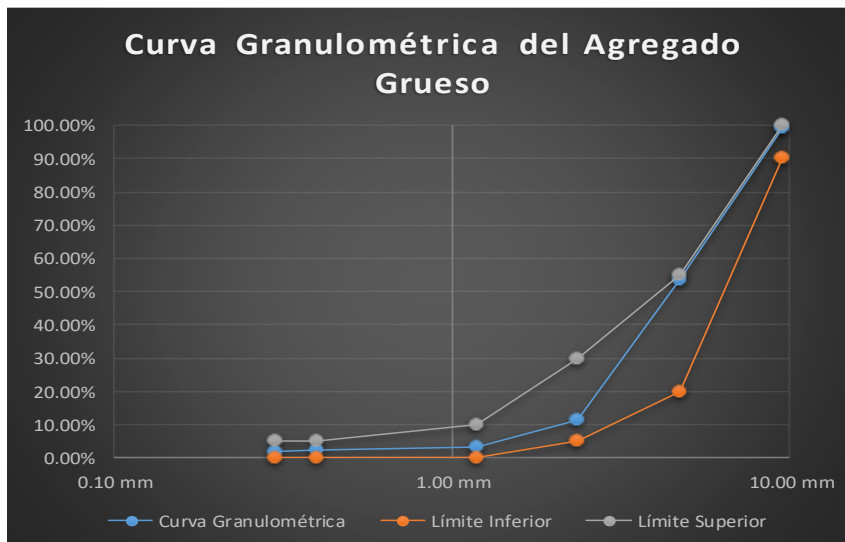
Tabla N° 10 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

Datos del Ensayo						Límites	
Malla	Abertura	Retenido (g)	%Retenido	R.Acumulac	% Pasa	Inferior	Superior
3/8	9.50 mm	8.93 g	0.89%	0.89%	99.11%	90.00%	100.00%
N°4	4.75 mm	453.00 g	45.30%	46.19%	53.81%	20.00%	55.00%
N°8	2.36 mm	425.00 g	42.50%	88.69%	11.31%	5.00%	30.00%
N°16	1.18 mm	80.00 g	8.00%	96.69%	3.31%	0.00%	10.00%
N°30	0.40 mm	12.10 g	1.21%	97.90%	2.10%	0.00%	5.00%
N°50	0.30 mm	4.01 g	0.40%	98.30%	1.70%	0.00%	5.00%
N°100	0.15 mm	3.88 g	0.39%	98.69%	1.31%		
Fondo		13.08 g	1.31%	99.61%	0.39%		
Total		1000.00 g	100.00%				

Fuente Propia

En el siguiente gráfico se muestra lo antes mencionado, la curva azul representa el porcentaje retenido acumulado que pasa y esta se encuentra entre las curvas que representan a los límites superior e inferior reglamentado.

**Gráfico 2 Curva Granulométrica del Agregado Grueso**



**Fuente Propia**

#### 4.1.2. Peso Unitario de Agregados

##### Peso unitario del agregado fino

En la siguiente tabla se encontrarán los datos del ensayo de peso unitario del agregado Fino, de manera suelta, así como compactada, el cual nos servirá para poder realizar nuestro diseño de mezcla de concreto.

**Tabla N° 11 Peso Unitario del Agregado Fino**

<b>1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18023</b>	<b>18057</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8125	8159
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1534.99	
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1516.57</b>	
<b>2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO</b>			
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19266</b>	<b>19315</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9368	9417
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1775.87	
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1754.56</b>	

**Fuente Propia**

Como se puede observar, en el caso del peso unitario suelto seco del agregado fino es de 1516.57 kg/m<sup>3</sup> y en el caso del peso unitario compactado del agregado fino es de 1754.56 kg/m<sup>3</sup>.

### Peso unitario del agregado grueso

En la siguiente tabla se encontrarán los datos del ensayo de peso unitario del agregado grueso, de manera suelta, así como compactada, el cual nos servirá para poder realizar nuestro diseño de mezcla de concreto.

**Tabla N° 12 Peso Unitario del Agregado Grueso**

<b>A.- PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17528</b>	<b>17528</b>	<b>17538</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		7535	7535	7545
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1421.94		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1414.83</b>		
<b>B.- PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO</b>				
1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18270</b>	<b>18282</b>	<b>18440</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9996.0	9996.0	9996.0
3.- Peso del material		8274.0	8286.0	8444.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1572.15		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1564.29</b>		

### Fuente Propia

Como se puede observar, en el caso del peso unitario suelto seco del agregado grueso es de 1414.83 kg/m<sup>3</sup> y en el caso del peso unitario compactado del agregado fino es de 1564.29 kg/m<sup>3</sup>.

### 4.1.3. Peso Específico de los agregados

#### Peso específico del agregado fino

En la siguiente tabla se encontrarán los datos del ensayo de peso específico del agregado fino, que se puede definir como la relación entre el peso y el volumen de un material. Se partió con una muestra de 500 g y con el procedimiento normado se pudo llegar a obtener el peso específico del agregado fino y su porcentaje de absorción.

**Tabla N° 13 Peso Específico del Agregado Fino**

#### **I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	<b>500.0</b>	<b>500.0</b>
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	<b>947.2</b>	<b>947.2</b>
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3	640.3
4.- Peso del Agua	(g)	307.0	307.0
5.- Peso del Frasco	(g)	<b>140.25</b>	<b>140.25</b>
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.06	636.06
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	<b>495.81</b>	<b>495.81</b>
<	(g)	500	500

#### **II.- RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO**

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3)	<b>2.569</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3)	2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3)	2.626
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>0.85</b>

#### **Fuente Propia**

Como se puede observar, en el caso del peso específico del agregado fino es de 2.569 kg/m<sup>3</sup> y en el caso del porcentaje de absorción es 0.85%.

## Peso específico del agregado grueso

En la siguiente tabla se puede observar los datos resultantes del ensayo de peso específico del agregado grueso.

**Tabla N° 14 Peso Específico del Agregado Grueso**

<b>I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>1139</b>	<b>1070</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>1155</b>	<b>1089</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	<b>1619</b>	<b>1562</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>888</b>	<b>888</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	731	674
<b>II.- RESULTADOS PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO</b>			
A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.633</b>	
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.675	
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.748	
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.58</b>	

### Fuente Propia

Como resultado se obtuvo que el peso específico del confitillo o agregado grueso es de 2.633 g/cm<sup>3</sup>, así como que el porcentaje de absorción del mismo es de 1.58%.

#### 4.1.4. Contenido de humedad de los agregados

El contenido de humedad de un agregado es necesario conocerlo, ya que, el material que adquirimos llega de una cantera que se encuentra a la intemperie en su mayoría, es decir, que el material llegó con una cantidad de agua en su interior y esto podría afectar a nuestro diseño de mezcla si no lo tenemos en consideración o si no conocemos ese valor.

**Tabla N° 15 Contenido de Humedad de los agregados**

<b>HUMEDAD AGREGADO FINO-Cantera : Patapo - La Victoria</b>		
I.- Datos		Muestra +recipiente = 572.00
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.0
C.- Peso de recipiente	(gr.)	78.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.21
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.21</b>

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso  
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

<b>HUMEDAD AGREGADO FINO-C: Cantera TRES TOMAS</b>		
I.- Datos		Muestra +recipiente = 1097.00
A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	996.0
C.- Peso de recipiente	(gr.)	102.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.40</b>

### Fuente Propia

Obtuvimos después del ensayo que el contenido de humedad del agregado fino es de 1.42% y el contenido de humedad del agregado grueso es de 0.50%

#### 4.2. Análisis Granulométrico del plástico PET triturado

Para poder determinar por cuál agregado se sustituirá el plástico PET triturado, se realizó el análisis granulométrico del plástico, el cual podremos ver a continuación.

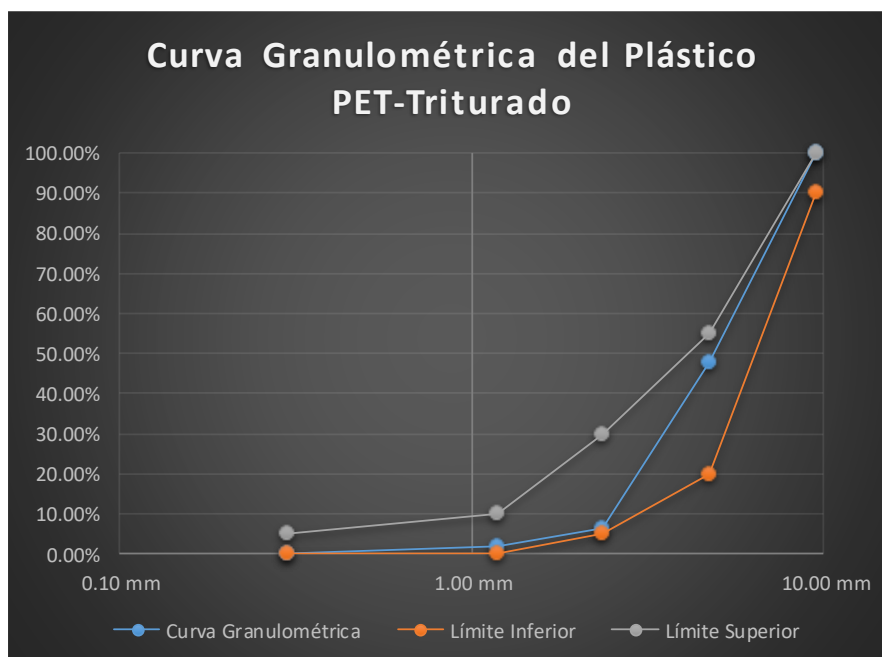
**Tabla N° 16 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso**

Datos del Ensayo						Límites	
Malla	Abertura	Retenido (g)	%Retenido	%R.Acumulado	% Pasa	Inferior	Superior
3/8	9.50 mm	0.00 g	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	100.00%
N°4	4.75 mm	520.00 g	52.00%	52.00%	48.00%	20.00%	55.00%
N°8	2.36 mm	417.00 g	41.70%	93.70%	6.30%	5.00%	30.00%
N°16	1.18 mm	45.00 g	4.50%	98.20%	1.80%	0.00%	10.00%
N°50	0.30 mm	17.47 g	1.75%	99.95%	0.05%	0.00%	5.00%
Fondo		0.53 g	0.05%	100.00%	0.00%		
Total		1000.00 g	100.00%				

**Fuente Propia**

Se pudo determinar que el plástico PET tenía mejores condiciones para ser sustituido por el agregado grueso, en este caso confitillo, debido a su tamaño y la distribución de sus partículas.

**Gráfico 3 Curva Granulométrica del Plástico PET-Triturado**




**Fuente Propia**

Se puede observar que se encuentra dentro de los límites tanto superior como inferior establecidos por el Huso 89 de los requisitos granulométricos del agregado grueso.

### 4.3. Elaboración de Diseño de Mezcla

Para poder elaborar nuestro concreto para los ladrillos, es necesario hacer un diseño, en el cual, utilizaremos las características de los materiales que antes mencionamos. A continuación, se mostrará la tabla donde se encuentran los datos que utilizamos y el resultado final de nuestro diseño.

**Tabla N° 17 Diseño de Mezcla**

 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	<p>Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo Facultad de Ingeniería Escuela de Ingeniería Civil Ambiental LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES</p>																																								
<p>"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"</p>																																									
<p>TESISTA: Boyer Bocanegra David Arturo <b>Ensayo de Mezcla ACI-211</b></p>	<p>Fecha: 11/11/2019</p>																																								
<p><b>1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO</b></p>																																									
<p>01. Tamaño máximo nominal 02. Peso Unitario suelto seco 03. Peso Unitario compactado seco 04. Peso específico de masa seco 05. Contenido de humedad 06. Contenido de absorción 07. Módulo de fineza (adimensional) 08. Peso Especifico del cemento (Tipo MS)</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">C. TRES TOMAS</th> <th style="text-align: center;">C. PÁTAPO</th> <th></th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">A. GRUESO</th> <th style="text-align: center;">A. FINO</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">3/8"</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> <td style="text-align: right;">pulg.</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.41483</td> <td style="text-align: center;">1.51657</td> <td></td> <td style="text-align: right;">g/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.56429</td> <td style="text-align: center;">1.51657</td> <td></td> <td style="text-align: right;">g/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2.63317</td> <td style="text-align: center;">2.56883</td> <td></td> <td style="text-align: right;">kg/cm<sup>3</sup></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">0.40161</td> <td style="text-align: center;">1.21457</td> <td></td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1.58081</td> <td style="text-align: center;">0.84508</td> <td></td> <td style="text-align: right;">%</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">2.94</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">3.10</td> <td></td> <td style="text-align: right;">g/cm<sup>3</sup></td> </tr> </tbody> </table>	C. TRES TOMAS		C. PÁTAPO		A. GRUESO	A. FINO			3/8"	-		pulg.	1.41483	1.51657		g/cm <sup>3</sup>	1.56429	1.51657		g/cm <sup>3</sup>	2.63317	2.56883		kg/cm <sup>3</sup>	0.40161	1.21457		%	1.58081	0.84508		%		2.94				3.10		g/cm <sup>3</sup>
C. TRES TOMAS		C. PÁTAPO																																							
A. GRUESO	A. FINO																																								
3/8"	-		pulg.																																						
1.41483	1.51657		g/cm <sup>3</sup>																																						
1.56429	1.51657		g/cm <sup>3</sup>																																						
2.63317	2.56883		kg/cm <sup>3</sup>																																						
0.40161	1.21457		%																																						
1.58081	0.84508		%																																						
	2.94																																								
	3.10		g/cm <sup>3</sup>																																						
<p><b>15) PROPORCIONES FINALES EN PESO Y VOLUMEN</b></p>																																									
<p><b>PESO:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Cemento</th> <th style="width: 25%;">A.Grueso</th> <th style="width: 25%;">A.Fino</th> <th style="width: 25%;">Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1.69</td> <td style="text-align: center;">2.29</td> <td style="text-align: center;">21.74 lts</td> </tr> </tbody> </table>				Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	1	1.69	2.29	21.74 lts																														
Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua																																						
1	1.69	2.29	21.74 lts																																						
<p><b>VOLUMEN:</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Cemento</th> <th style="width: 25%;">A.Grueso</th> <th style="width: 25%;">A.Fino</th> <th style="width: 25%;">Agua</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1.79</td> <td style="text-align: center;">2.24</td> <td style="text-align: center;">21.74 lts</td> </tr> </tbody> </table>				Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua	1	1.79	2.24	21.74 lts																														
Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua																																						
1	1.79	2.24	21.74 lts																																						

### Fuente Propia

De este diseño de mezcla se obtuvo que la dosificación más próxima para la resistencia que se requiere es de 1:1.70:2.29 en peso, del cual, el primero es cemento, el segundo agregado grueso y el tercero agregado fino, sin embargo al medir la resistencia a la compresión de ladrillos con esta dosificación no se obtenía la resistencia requerida, por lo que se decidió hacer un ajuste y llegar a 1:2.5:2.5 en peso, con el cual se obtiene la resistencia requerida para la muestra patrón.

#### 4.4. Ensayo al mortero

Este ensayo no estaba contemplado en los objetivos específicos, debido a que el Reglamento Nacional de Edificaciones en E.070 Albañilería [14] menciona que se pueden utilizar morteros con relación 1:4 o 1:3, se decidió utilizar el mortero con dosificación 1:4, con el mortero de obra se ensayó la resistencia a la compresión, cuyo resultado se encontrará en los anexos.

#### 4.5. Ensayos clasificatorios de las unidades de concreto

##### 4.5.1. Resistencia la compresión de unidad de albañilería

El siguiente ensayo consistió en, una vez tener nuestros ladrillos listos y curados durante 7 días como mínimo, estos almacenados, a los 28 días obtienen su máxima resistencia, sean ensayados a compresión.

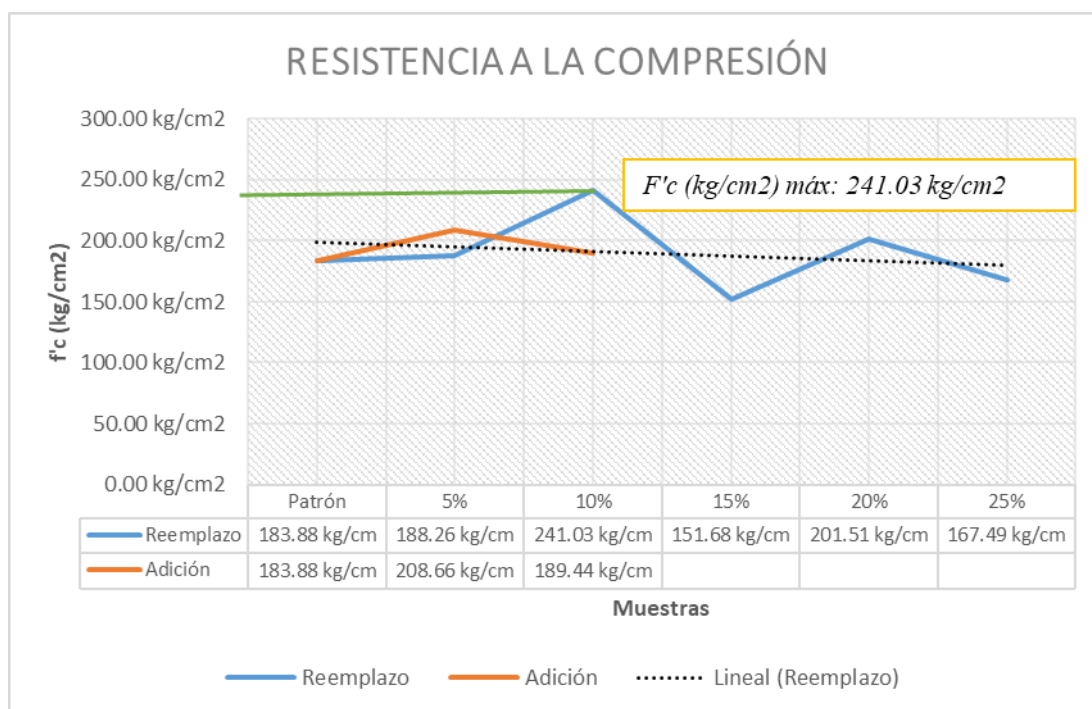
**Tabla N° 18 Resistencia a la compresión de unidad de albañilería**

Dosificación	Designación	L(Promedio)	A(Promedio)	h(Promedio)	Área Promedio	Pmáx Promedio(Kg)	F'c	Promedio
PATRÓN	L1	24.05 cm	13.03 cm	8.90 cm	313.25 cm <sup>2</sup>	54017 Kg	172.44 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.00 cm	13.05 cm	8.93 cm	313.20 cm <sup>2</sup>	53756 Kg	171.63 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.04 cm	13.03 cm	8.85 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	64986 Kg	207.56 Kg/cm <sup>2</sup>	
5% (Reemplazo)	L1	24.00 cm	13.06 cm	8.75 cm	313.51 cm <sup>2</sup>	53555 Kg	170.82 Kg/cm <sup>2</sup>	188.26 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.03 cm	12.96 cm	8.69 cm	311.44 cm <sup>2</sup>	59931 Kg	192.43 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	23.99 cm	13.03 cm	8.73 cm	312.44 cm <sup>2</sup>	60345 Kg	193.14 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.03 cm	8.60 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	61563 Kg	196.63 Kg/cm <sup>2</sup>	
10% (Reemplazo)	L1	24.18 cm	13.11 cm	8.63 cm	317.01 cm <sup>2</sup>	80011 Kg	252.40 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.23 cm	13.01 cm	8.61 cm	315.24 cm <sup>2</sup>	68212 Kg	216.38 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.20 cm	13.08 cm	8.54 cm	316.42 cm <sup>2</sup>	81158 Kg	256.49 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.16 cm	13.00 cm	8.48 cm	314.12 cm <sup>2</sup>	75032 Kg	238.86 Kg/cm <sup>2</sup>	
15% (Reemplazo)	L1	24.05 cm	13.00 cm	8.49 cm	312.65 cm <sup>2</sup>	43315 Kg	138.54 Kg/cm <sup>2</sup>	151.68 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	23.95 cm	13.00 cm	8.64 cm	311.35 cm <sup>2</sup>	44975 Kg	144.45 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.01 cm	13.00 cm	8.58 cm	312.17 cm <sup>2</sup>	53849 Kg	172.50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.06 cm	13.03 cm	8.35 cm	313.32 cm <sup>2</sup>	47380 Kg	151.22 Kg/cm <sup>2</sup>	
20% (Reemplazo)	L1	24.00 cm	13.09 cm	8.63 cm	314.11 cm <sup>2</sup>	68544 Kg	218.22 Kg/cm <sup>2</sup>	201.51 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.05 cm	13.04 cm	8.60 cm	313.56 cm <sup>2</sup>	59244 Kg	188.94 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.13 cm	13.08 cm	8.49 cm	315.43 cm <sup>2</sup>	60356 Kg	191.34 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.09 cm	13.09 cm	8.56 cm	315.26 cm <sup>2</sup>	65434 Kg	207.55 Kg/cm <sup>2</sup>	
25% (Reemplazo)	L1	24.15 cm	13.03 cm	8.55 cm	314.55 cm <sup>2</sup>	53001 Kg	168.50 Kg/cm <sup>2</sup>	167.49 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.06 cm	13.03 cm	8.53 cm	313.42 cm <sup>2</sup>	50339 Kg	160.61 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.06 cm	13.03 cm	8.51 cm	313.42 cm <sup>2</sup>	54389 Kg	173.53 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.04 cm	8.60 cm	313.41 cm <sup>2</sup>	52435 Kg	167.31 Kg/cm <sup>2</sup>	
5% adición	L1	24.43 cm	13.03 cm	8.34 cm	318.14 cm <sup>2</sup>	63176 Kg	198.58 Kg/cm <sup>2</sup>	208.66 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	23.76 cm	13.03 cm	8.54 cm	309.51 cm <sup>2</sup>	68151 Kg	220.19 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.04 cm	13.03 cm	8.60 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	65745 Kg	209.98 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.10 cm	8.60 cm	314.90 cm <sup>2</sup>	64832 Kg	205.88 Kg/cm <sup>2</sup>	
10% adición	L1	24.08 cm	13.10 cm	8.29 cm	315.38 cm <sup>2</sup>	60265 Kg	191.09 Kg/cm <sup>2</sup>	189.44 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.04 cm	13.13 cm	8.35 cm	315.50 cm <sup>2</sup>	60265 Kg	191.02 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.10 cm	13.10 cm	8.50 cm	315.71 cm <sup>2</sup>	58788 Kg	186.21 Kg/cm <sup>2</sup>	

#### Fuente Propia

Con la resistencia promedio se puede clasificar según la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] y la comparación con la E070 Albañilería del Reglamento Nacional de Edificaciones [14], se puede observar que la dosificación que obtuvo una mayor resistencia es la de reemplazo de 10% de PET, la que incluso superó a la resistencia del ladrillo patrón.

**Gráfico 4 Resistencia vs Dosificación**



**Fuente Propia**

En el gráfico anterior se puede observar que la resistencia menor la obtuvo el ladrillo de dosificación con un reemplazo del 15% del Agregado Grueso por Plástico PET triturado con una resistencia de 151.68 Kg/cm<sup>2</sup> lo cual lo convierte en un ladrillo de concreto Tipo 14 y que puede ser comparado con uno Tipo IV, , así mismo la segunda resistencia menor la tiene la dosificación con un reemplazo del 25% del Agregado Grueso por Plástico PET triturado con una resistencia de 167.49 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual lo convierte en un ladrillo de concreto Tipo 14 y que puede ser comparado con uno Tipo IV, la tercera menor resistencia es 183.88 kg/Cm<sup>2</sup> la cual le pertenece a la resistencia del ladrillo patrón sin adición de plástico, de igual manera las resistencias van subiendo y son los siguientes: 188.26 kg/cm<sup>2</sup>, 189.44 kg/cm<sup>2</sup>, 201.51 kg/cm<sup>2</sup> , 208.66 kg/cm<sup>2</sup> y 241.03 kg/cm<sup>2</sup> los cinco ladrillos son considerados ladrillos de concreto Tipo 17 y las dosificaciones fueron de 5% reemplazo, 10% de adición, 20% de reemplazo, 5% de adición y 10% de reemplazo respectivamente.

#### 4.5.2. Absorción de agua

La absorción es un método que permite conocer cuánta agua puede absorber un material, en este caso cuánto puede absorber la unidad de albañilería, y se obtiene restando el peso seco de un ladrillo del peso del ladrillo totalmente saturado en agua.

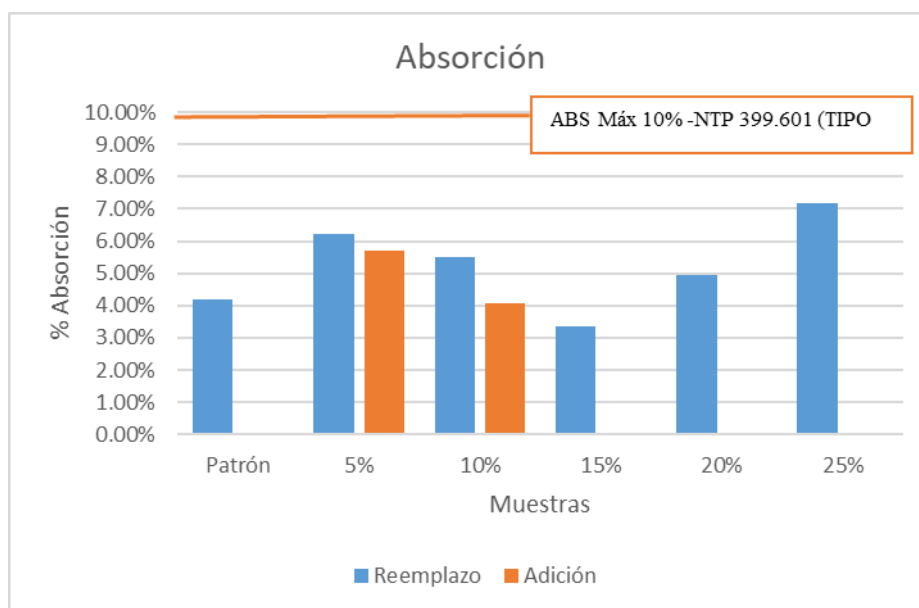
**Tabla N° 19 Absorción de agua de ladrillos**

Absorción					
Dosificación	Ws	Wd	Absorción	N.T.P 399.601 (TIPO 17 MÁX)	VERIFICACIÓN
<b>PATRÓN</b>	4825.00 g	4630.00 g	4.21%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>5% PET</b>	4640.00 g	4368.00 g	6.23%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>10% PET</b>	4650.00 g	4408.00 g	5.49%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>15% PET</b>	4630.00 g	4480.00 g	3.35%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>20% PET</b>	4680.00 g	4460.00 g	4.93%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>25% PET</b>	4450.00 g	4152.00 g	7.18%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>+5% PET</b>	4802.00 g	4542.00 g	5.72%	10%	<b>CUMPLE</b>
<b>+10% PET</b>	4830.00 g	4640.00 g	4.09%	10%	<b>CUMPLE</b>

**Fuente: Fuente Propia**

Esta característica según la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] para los ladrillos de concreto Tipo 17 la absorción máxima debe ser 10%, por lo tanto podemos afirmar que todos los ladrillos ensayados no superan este valor y que el ladrillo de dosificación de 25% de reemplazo de PET por agregado grueso tiene una absorción mayor a las demás, la cual es 7.18% , mientras que la dosificación con el 15% de reemplazo de PET por agregado grueso tiene una absorción menor con el 3.35%.

**Gráfico 5 Porcentaje de absorción por dosificación**



**Fuente: Fuente Propia**

#### 4.5.3. Variación Dimensional

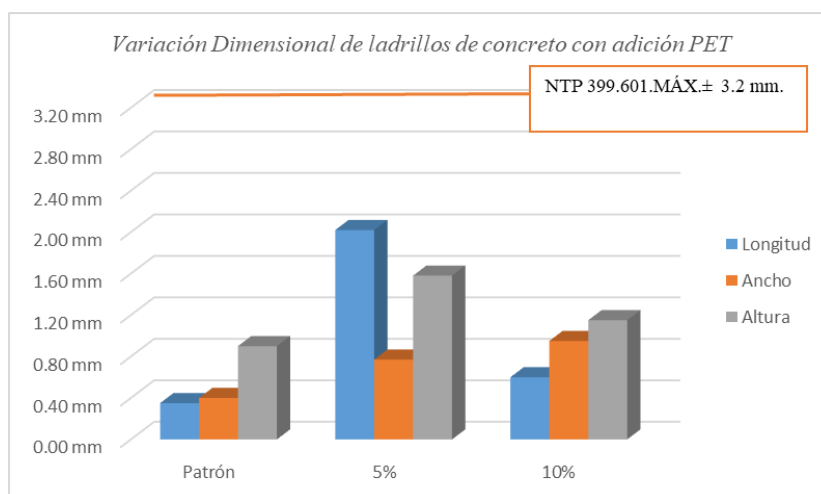
La variación dimensional es un parámetro que consiste en la diferencia que existe entre la medida lados de la unidad de albañilería y las medidas molde para realizarlo dividido entre las medidas del molde multiplicado 100, para que pueda ser utilizado deberá ser menor en  $\pm 3.2$  mm para ser utilizado según la Norma Técnica Peruana 399.601 [22], además considerando que si lo comparamos con el Reglamento Nacional de Edificaciones E-0.70 de Albañilería, te menciona que el Ladrillo Tipo V, para longitudes mayores a 150 mm la variación debe ser menor a  $\pm 1\%$ , en el caso del ancho por ser mayor a 100 mm la variación debe ser menor a  $\pm 2\%$  y en el caso de alto por ser un valor menor al 100 mm la variación debe ser menor a  $\pm 3\%$ .

Tabla N° 20 Variación dimensional ladrillos

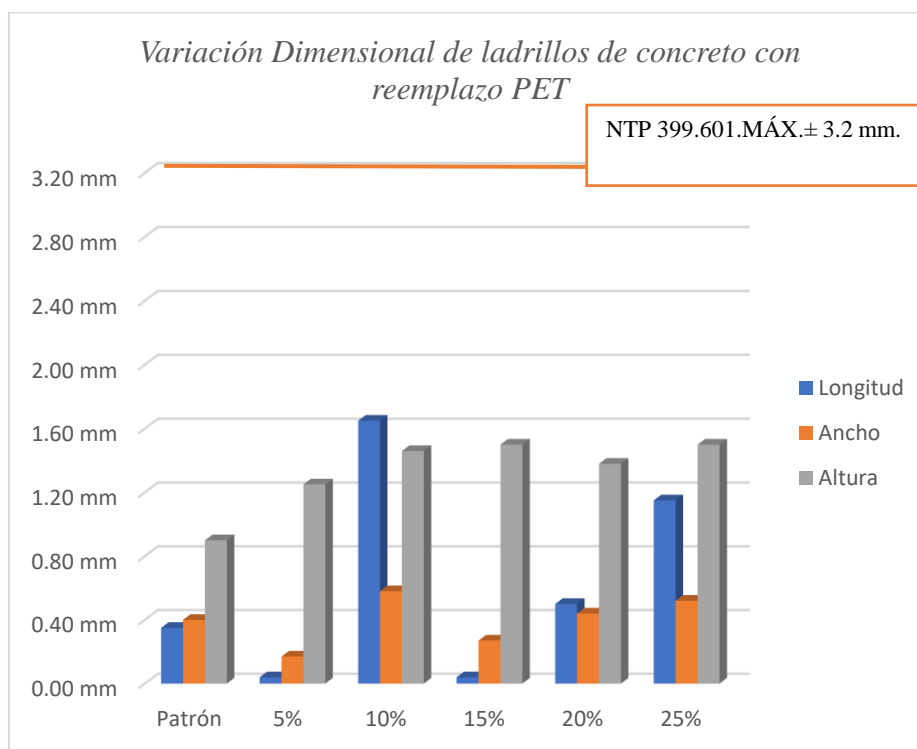
		Variación Dimensional (mm)	Verificación 399.601 (Máx $\pm$ 3.2 mm)	Variación Dimensional (%)	Verificación E070 Tipo V
PATRÓN	L	-0.35 mm	Cumple	0.15%	Cumple
	A	-0.40 mm	Cumple	0.31%	Cumple
	H	0.95 mm	Cumple	-1.06%	Cumple
Reemplazo 5%	L	0.04 mm	Cumple	-0.02%	Cumple
	A	-0.17 mm	Cumple	0.13%	Cumple
	H	1.25 mm	Cumple	-1.39%	Cumple
Reemplazo 10%	L	-1.65 mm	Cumple	0.69%	Cumple
	A	-0.58 mm	Cumple	0.45%	Cumple
	H	1.46 mm	Cumple	-1.62%	Cumple
Reemplazo 15%	L	-0.04 mm	Cumple	0.02%	Cumple
	A	-0.27 mm	Cumple	0.21%	Cumple
	H	1.50 mm	Cumple	1.67%	Cumple
Reemplazo 20%	L	-0.50 mm	Cumple	0.21%	Cumple
	A	-0.44 mm	Cumple	0.34%	Cumple
	H	1.38 mm	Cumple	-1.53%	Cumple
Reemplazo 25%	L	-1.15 mm	Cumple	0.48%	Cumple
	A	-0.52 mm	Cumple	0.40%	Cumple
	H	1.50 mm	Cumple	1.67%	Cumple
Adición 5%	L	-2.02 mm	Cumple	0.84%	Cumple
	A	-0.77 mm	Cumple	0.59%	Cumple
	H	1.58 mm	Cumple	-1.76%	Cumple
Adición 10%	L	-0.60 mm	Cumple	0.25%	Cumple
	A	-0.95 mm	Cumple	0.73%	Cumple
	H	1.15 mm	Cumple	-1.28%	Cumple

Fuente: Fuente Propia

Gráfico 6 Variación dimensional de ladrillos de concreto con adición PET



Fuente: Fuente Propia

**Gráfico 7 Variación dimensional de ladrillos de concreto con reemplazo PET**

**Fuente: Fuente Propia**

#### 4.5.4. Alabeo

El alabeo es un indicador de cuánto se hace curvo un elemento, en este caso de la Normativa Técnica Peruana, no se menciona valor máximo para unidades de albañilería de concreto, sin embargo el Reglamento Nacional de Edificaciones en la E.070-Albañilería nos da parámetros máximos de alabeo para poderse clasificar como Ladrillo Tipo V, en la cual debe ser 2 mm respectivamente.

Tabla N° 21 Alabeo

Dosificación	Designación	Alabeo	Alabeo Promedio	Tipo V 2mm
Patrón	L1	0.00 mm	0.60 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	1.00 mm		
5%	L1	2.00 mm	0.80 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	0.00 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	2.00 mm		
10%	L1	0.00 mm	0.00 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	0.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	0.00 mm		
15%	L1	0.00 mm	0.67 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	1.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	1.00 mm		
20%	L1	1.00 mm	1.17 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	2.00 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	1.00 mm		
25%	L1	2.00 mm	1.75 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	3.50 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	1.00 mm		
	L6	1.00 mm		
+5%	L1	0.00 mm	1.00 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	2.00 mm		
	L4	1.00 mm		
	L5	1.00 mm		
	L6	2.00 mm		
+10%	L1	0.00 mm	0.40 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	1.00 mm		

Fuente Propia

Como se puede observar, todas las dosificaciones cumplen con la verificación y clasificación de Ladrillo Tipo V por alabeo máximo.

#### 4.6. Ensayos no clasificatorios de las unidades de concreto

A partir del ensayo de Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto, se decidió utilizar solo los ladrillos con mayor resistencia a la patrón, por lo tanto los ensayos siguientes se realizaron solo a la dosificación patrón y las dosificaciones de reemplazo de 5%,10%,20% y de adición de +5% y +10%.

#### 4.6.1. Resistencia a la compresión de prismas de albañilería

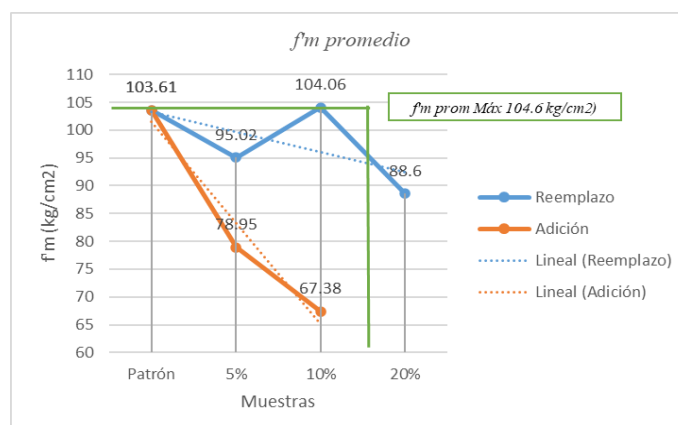
La resistencia a la compresión de prismas de albañilería no clasifica a las unidades de albañilería, la Norma Técnica Peruana 399.605 [17] solo menciona el factor de corrección por esbeltez y el procedimiento, además de permitir ensayar los prismas a una edad menor a los 28 días; en el caso del Reglamento Nacional de Edificaciones, la E070 [14] nos menciona los factores de corrección por edad y además nos permite conocer un valor referencial al cual compararlo, sin embargo este valor es referencial y no es un indicador de si un tipo de ladrillo se puede usar o no.

**Tabla N° 22 Resistencia a la compresión de prismas de albañilería**

Pila	$f'm$ Promedio	$f'm$ Promedio- DESV.EST	$f'm$ Ladrillo Industrial Arcilla	Comparación
PATRÓN	103.61 Kg/cm <sup>2</sup>	85.41 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Mayor
Reemplazo 5%	95.02 Kg/cm <sup>2</sup>	92.85 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Mayor
Reemplazo 10%	104.06 Kg/cm <sup>2</sup>	99.61 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Mayor
Reemplazo 20%	88.60 Kg/cm <sup>2</sup>	80.28 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Mayor
Adición +5%	78.95 Kg/cm <sup>2</sup>	73.54 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Mayor
Adición+10%	67.38 Kg/cm <sup>2</sup>	53.32 Kg/cm <sup>2</sup>	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	Menor

Fuente Propia

**Gráfico 8 Resistencia a la compresión de prismas**



Fuente Propia

Como se puede observar en el cuadro anterior, la resistencia promedio mayor de la pila de ladrillo con 10% de reemplazo de PET por agregado grueso supera a la resistencia de la muestra patrón, el ladrillo con 10% de reemplazo tuvo una resistencia a la compresión de 82.20 Kg/cm<sup>2</sup>, la cual es mucho mayor a la resistencia estimada que debería tener un ladrillo de arcilla industrial, como se mencionó anteriormente este ensayo no es clasificatorio, sin embargo podemos comparar a las pilas con el valor de la RNE E.070 [14] y para realizar esta comparación, a la compresión promedio se le resta la variación de datos y con ese valor se comparó a la RNE E.070.

#### 4.6.2. Compresión Diagonal en muretes de albañilería

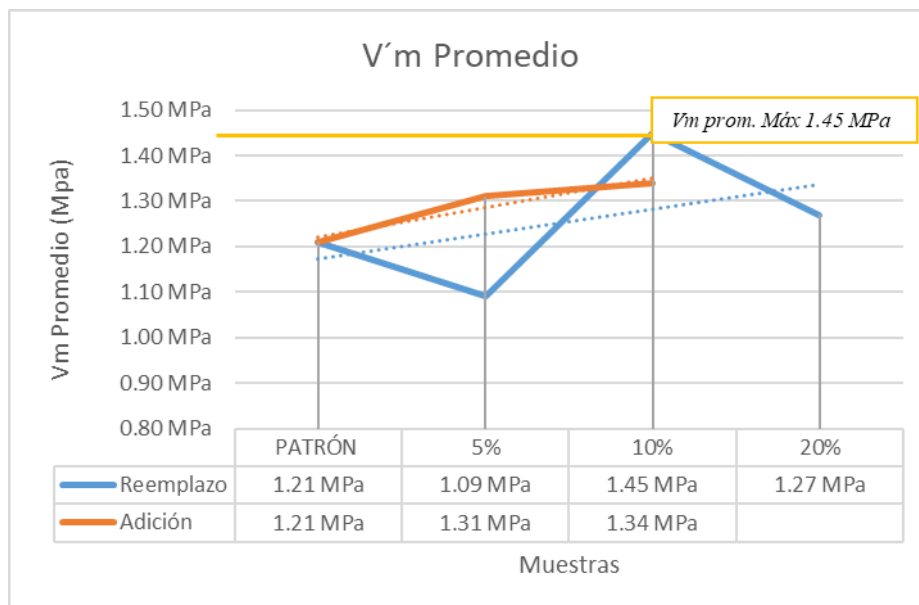
La resistencia a la compresión diagonal en muretes de albañilería no clasifica a las unidades de albañilería, la Norma Técnica Peruana 399.605 [18] solo menciona el procedimiento; en el caso del Reglamento Nacional de Edificaciones, la E070 [14] nos nos permite conocer un valor referencial al cual compararlo, sin embargo este valor es referencial y no es un indicador de si un tipo de ladrillo se puede usar o no.

**Tabla N° 23 Compresión Diagonal de muretes de albañilería**

	Patrón	5%	10%	20%	+5%	+10%
<b>Resultados</b>						
<b>V<sub>m</sub> Promedio</b>	<b>1.21 MPa</b>	<b>1.09 MPa</b>	<b>1.45 MPa</b>	<b>1.53 MPa</b>	<b>1.57 MPa</b>	<b>1.61 MPa</b>
<b>V<sub>m</sub> Promedio - Desv.Estandar RNE E.070</b>	<b>0.99 MPa</b>	<b>1.04 MPa</b>	<b>1.39 MPa</b>	<b>1.42 MPa</b>	<b>1.41 MPa</b>	<b>1.55 MPa</b>
<b>V<sub>m</sub> Ladrillo Industrial Arcilla</b>	<b>0.80 MPa</b>	<b>0.80 MPa</b>	<b>0.80 MPa</b>	<b>0.80 MPa</b>	<b>0.80 MPa</b>	<b>0.80 MPa</b>
<b>Comparación</b>	<b>Mayor</b>	<b>Mayor</b>	<b>Mayor</b>	<b>Mayor</b>	<b>Mayor</b>	<b>Mayor</b>

**Fuente Propia**

Como se puede observar en el cuadro anterior, la resistencia promedio mayor del murete de ladrillo con 10% de reemplazo de PET por agregado grueso posee una resistencia a la compresión de 0.99 MPa, la cual es mayor a la resistencia estimada que debería tener un ladrillo de arcilla industrial, como se mencionó anteriormente este ensayo no es clasificatorio, sin embargo podemos comparar a los muretes con el valor de la RNE E070 [14], cabe aclarar que para compararlo se tuvo que restar a la compresión diagonal promedio una desviación estándar de los tres valores anteriores debido a que así los establece el Reglamento Nacional de Edificaciones, sin embargo la Norma Técnica Peruana no lo dice.

**Gráfico 9 Resistencia a la compresión diagonal de muretes**

**Fuente Propia**

### 4.6.3. Ensayo de resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor y exposición al fuego

#### 4.6.3.1. Ensayo de resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor

El ensayo de compresión posterior a la exposición al calor se realizó debido a que nuestro ladrillo tuvo en su composición plástico PET en diferentes cantidades, por lo que era necesario conocer de qué manera afectaría la exposición al calor de nuestros ladrillos, debido a que no existe una normativa que nos muestre de qué manera hacer el ensayo, se decidió por colocar nuestros ladrillos en un horno durante 24 horas a 200°C, y una vez retirados del horno ensayarlos a compresión y se obtuvo los resultados siguientes:

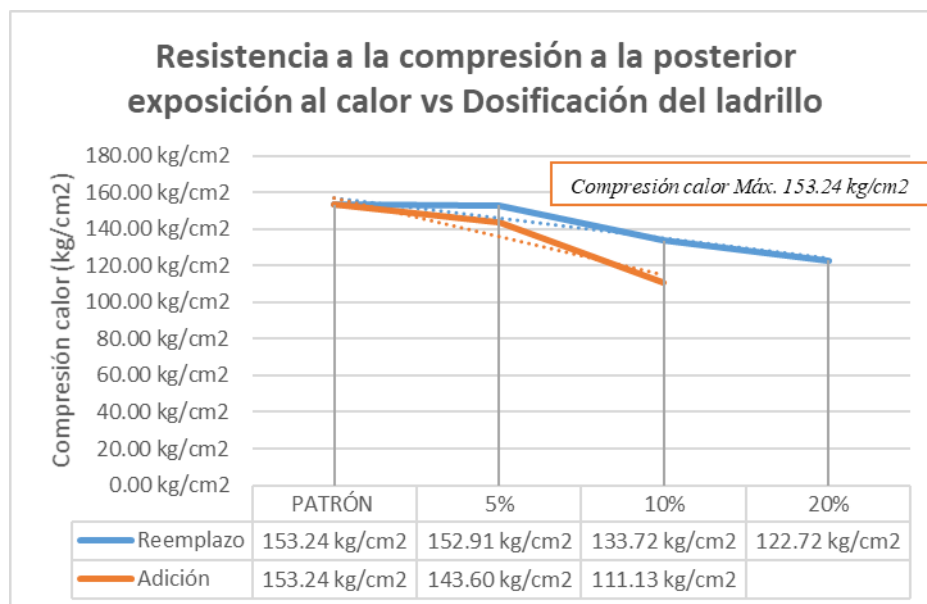
**Tabla N° 24 Resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor**

Pila	L	A	H	Resistencia kN	Resistencia en Kg	Area cm2	Resistencia Kg/cm2	Resistencia Promedio Kg/cm2
PATRÓN	24.05 cm	13.03 cm	30.50 cm	500.00 kN	50985.80 Kg	313.37 cm2	162.70 Kg/cm2	153.24 Kg/cm2
	24.00 cm	13.05 cm	30.30 cm	463.75 kN	47289.33 Kg	313.20 cm2	150.99 Kg/cm2	
	24.04 cm	13.03 cm	30.40 cm	448.62 kN	45746.50 Kg	313.24 cm2	146.04 Kg/cm2	
5%	24.10 cm	13.10 cm	30.10 cm	416.78 kN	42499.72 Kg	315.71 cm2	134.62 Kg/cm2	152.91 Kg/cm2
	24.05 cm	12.98 cm	30.15 cm	544.17 kN	55489.89 Kg	312.17 cm2	177.76 Kg/cm2	
	24.08 cm	13.02 cm	30.75 cm	450.00 kN	45887.22 Kg	313.52 cm2	146.36 Kg/cm2	
10%	24.15 cm	13.03 cm	30.45 cm	584.00 kN	59551.41 Kg	314.55 cm2	189.32 Kg/cm2	133.72 Kg/cm2
	24.18 cm	13.10 cm	31.00 cm	343.46 kN	35023.17 Kg	316.76 cm2	110.57 Kg/cm2	
	24.20 cm	13.08 cm	30.80 cm	314.22 kN	32041.52 Kg	316.42 cm2	101.26 Kg/cm2	
20%	24.00 cm	13.00 cm	30.00 cm	306.50 kN	31254.30 Kg	312.00 cm2	100.17 Kg/cm2	122.72 Kg/cm2
	24.10 cm	13.09 cm	30.45 cm	406.87 kN	41489.18 Kg	315.41 cm2	131.54 Kg/cm2	
	24.05 cm	13.08 cm	30.65 cm	420.75 kN	42904.55 Kg	314.45 cm2	136.44 Kg/cm2	
+5%	24.03 cm	13.04 cm	31.00 cm	374.18 kN	38155.73 Kg	313.29 cm2	121.79 Kg/cm2	143.60 Kg/cm2
	24.00 cm	13.03 cm	30.75 cm	472.42 kN	48173.42 Kg	312.60 cm2	154.11 Kg/cm2	
	24.05 cm	13.00 cm	30.90 cm	474.90 kN	48426.31 Kg	312.65 cm2	154.89 Kg/cm2	
+10%	24.10 cm	13.10 cm	30.55 cm	374.18 kN	38155.73 Kg	315.71 cm2	120.86 Kg/cm2	111.13 Kg/cm2
	24.10 cm	13.10 cm	30.70 cm	343.67 kN	35044.58 Kg	315.71 cm2	111.00 Kg/cm2	
	24.10 cm	13.10 cm	30.65 cm	314.32 kN	32051.71 Kg	315.71 cm2	101.52 Kg/cm2	

### Fuente Propia

Como se puede observar, el ladrillo que tuvo mejor resistencia fue el patrón con 153.24 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el ladrillo que menos resistencia tuvo en lo que respecta a reemplazo de plástico PET por agregado grueso fue el de 20% y en el caso de adición de plástico PET por peso del cemento fue el de 10%, es decir, a mayor porcentaje de reemplazo o adición se obtendrá una menor resistencia con respecto a la patrón.

**Gráfico 10 Resistencia a la compresión posterior a la exposición al calor**



### Fuente Propia

#### 4.6.3.2. Ensayo de resistencia a la compresión posterior a la exposición al fuego

El ensayo de compresión posterior a la exposición al fuego se realizó debido a que nuestro ladrillo tuvo en su composición plástico PET en diferentes cantidades, solo se tuvo en cuenta el ladrillo óptimo o el que presentó mejores características a lo largo de toda la investigación, por lo que era necesario conocer de qué manera afectaría la exposición al fuego en distintas temperaturas a nuestros ladrillos, debido a que no existe una normativa que nos muestre de qué manera hacer el ensayo, se decidió por colocar nuestros ladrillos en exposición al fuego por 60 minutos a diferentes temperaturas altas, retirados después de 12 horas se obtuvo los resultados siguientes:

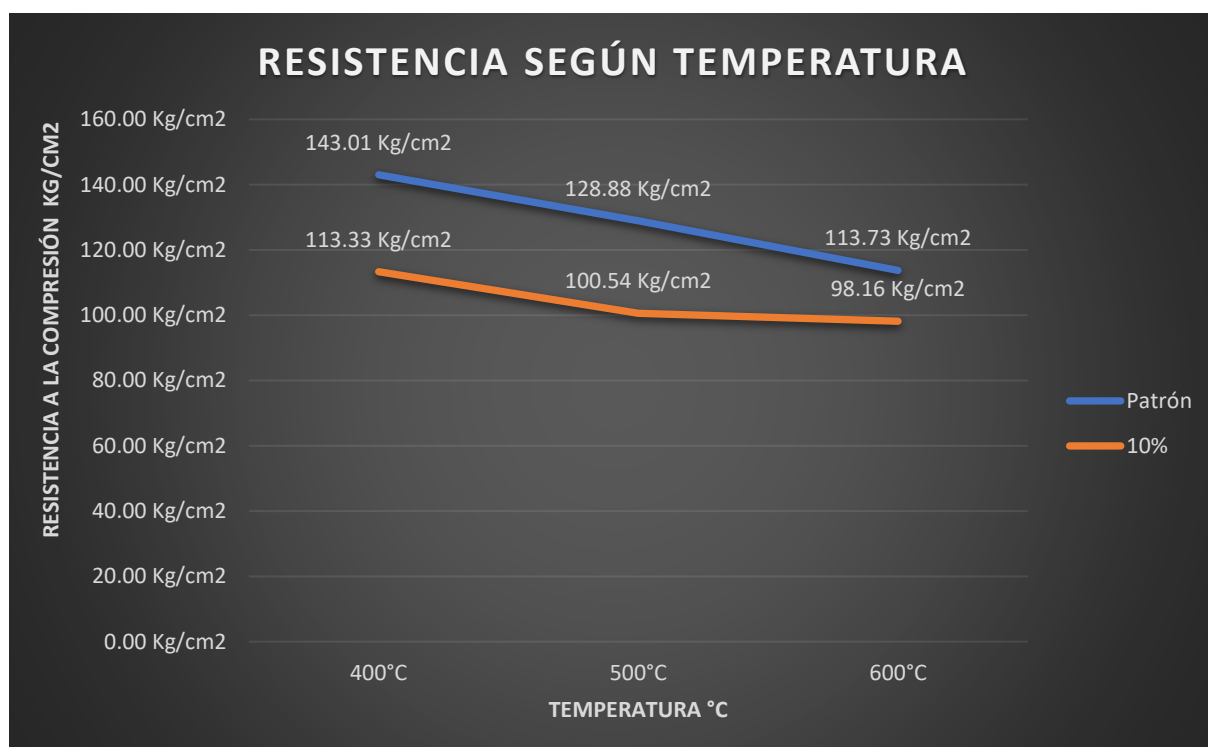
**Tabla N° 25 Resistencia A La Compresión Posterior Exposición al Fuego**

Temperatura	Dosificación	Fuerza KN	Fuerza Kgf	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia Promedio	Resistencia Condiciones Normales	Variación	Variación Porcentaje
700°C	10%	215.00 KN	21923.98 Kgf	70.27 Kg/cm <sup>2</sup>	98.16 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>	142.87 Kg/cm <sup>2</sup>	59%
		276.61 KN	28206.47 Kgf	90.41 Kg/cm <sup>2</sup>				
		347.23 KN	35407.74 Kgf	113.49 Kg/cm <sup>2</sup>				
		362.45 KN	36959.75 Kgf	118.46 Kg/cm <sup>2</sup>				
600°C		250.00 KN	25493.00 Kgf	81.71 Kg/cm <sup>2</sup>	100.54 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>	140.49 Kg/cm <sup>2</sup>	58%
		310.99 KN	31712.27 Kgf	101.64 Kg/cm <sup>2</sup>				
		303.32 KN	30930.15 Kgf	99.14 Kg/cm <sup>2</sup>				
		313.95 KN	32014.11 Kgf	102.61 Kg/cm <sup>2</sup>				
		301.65 KN	30759.85 Kgf	98.59 Kg/cm <sup>2</sup>				
		418.97 KN	42723.21 Kgf	136.93 Kg/cm <sup>2</sup>				
		356.82 KN	36385.65 Kgf	116.62 Kg/cm <sup>2</sup>				
		236.66 KN	24132.69 Kgf	77.35 Kg/cm <sup>2</sup>				
276.10 KN	28154.47 Kgf	90.24 Kg/cm <sup>2</sup>						
500°C	334.79 KN	34139.21 Kgf	109.42 Kg/cm <sup>2</sup>	113.33 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>	127.70 Kg/cm <sup>2</sup>	53%	
	357.61 KN	36466.21 Kgf	116.88 Kg/cm <sup>2</sup>					
	380.15 KN	38764.66 Kgf	124.25 Kg/cm <sup>2</sup>					
	266.82 KN	27208.17 Kgf	87.21 Kg/cm <sup>2</sup>					
	352.65 KN	35960.43 Kgf	115.26 Kg/cm <sup>2</sup>					
700°C	PATRÓN	388.47 KN	39613.06 Kgf	126.96 Kg/cm <sup>2</sup>	113.73 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>	70.15 Kg/cm <sup>2</sup>	38%
		340.38 KN	34709.23 Kgf	111.25 Kg/cm <sup>2</sup>				
		249.09 KN	25400.21 Kgf	81.41 Kg/cm <sup>2</sup>				
		328.40 KN	33487.60 Kgf	107.33 Kg/cm <sup>2</sup>				
		452.00 KN	46091.34 Kgf	147.73 Kg/cm <sup>2</sup>				
369.94 KN		37723.52 Kgf	120.91 Kg/cm <sup>2</sup>					
600°C		277.33 KN	28279.89 Kgf	90.64 Kg/cm <sup>2</sup>	128.88 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>	55.00 Kg/cm <sup>2</sup>	30%
		360.37 KN	36747.65 Kgf	117.78 Kg/cm <sup>2</sup>				
		445.46 KN	45424.45 Kgf	145.59 Kg/cm <sup>2</sup>				
		256.27 KN	26132.36 Kgf	83.76 Kg/cm <sup>2</sup>				
		445.11 KN	45388.76 Kgf	145.48 Kg/cm <sup>2</sup>				
		570.17 KN	58141.38 Kgf	186.35 Kg/cm <sup>2</sup>				
	291.83 KN	29758.49 Kgf	95.38 Kg/cm <sup>2</sup>					
519.72 KN	52996.89 Kgf	169.86 Kg/cm <sup>2</sup>						
500°C	382.84 KN	39038.96 Kgf	125.12 Kg/cm <sup>2</sup>	143.01 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>	40.87 Kg/cm <sup>2</sup>	22%	
	481.03 KN	49051.59 Kgf	157.22 Kg/cm <sup>2</sup>					
	400.96 KN	40886.69 Kgf	131.05 Kg/cm <sup>2</sup>					
	521.08 KN	53135.57 Kgf	170.31 Kg/cm <sup>2</sup>					
	399.98 KN	40786.76 Kgf	130.73 Kg/cm <sup>2</sup>					
384.79 KN	39237.81 Kgf	125.76 Kg/cm <sup>2</sup>						

Fuente Propia

Como se puede observar, el ladrillo que tuvo mejor resistencia fue el patrón con 143.01 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el ladrillo que menos resistencia tuvo en lo que respecta a reemplazo de plástico PET por agregado grueso fue el de 10% expuesto a una temperatura de 700°C, es decir a mayor porcentaje de reemplazo y mayor temperatura se obtendrá una menor resistencia con respecto a la patrón.

**Gráfico 11 Resistencia a la compresión posterior a la exposición al fuego**

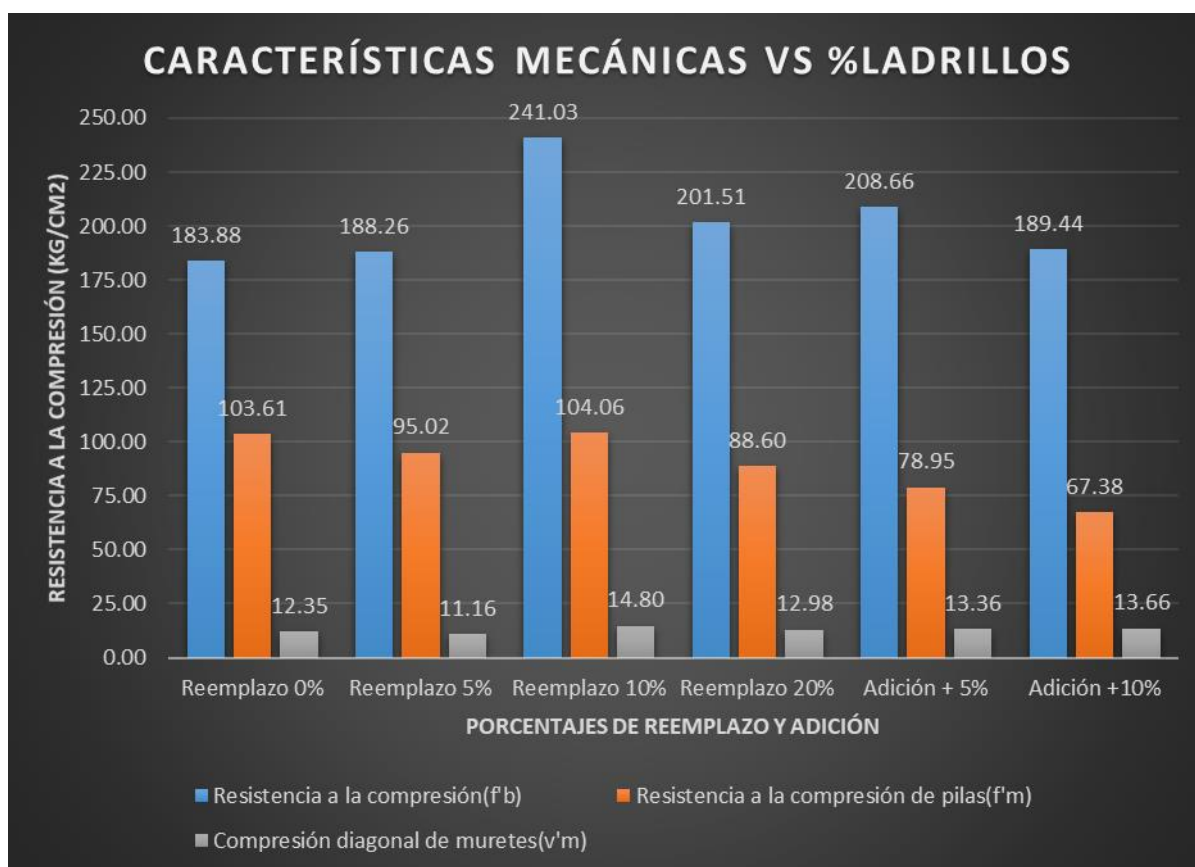


**Fuente Propia**

#### 4.7. Selección de Dosificación Óptima para Ladrillo

Para la selección de la dosificación óptima se tuvieron en consideración solamente los ensayos de las características mecánicas de las unidades de albañilería, así como prismas y muretes, las características físicas también son importantes, pero se consideró que las características mecánicas serían las más determinantes en el momento de escoger un tipo de ladrillo.

**Gráfico 12 Características Mecánicas vs %Ladrillo**



**Fuente Propia**

Como se puede apreciar en el gráfico, el ladrillo que obtuvo mejores resultados en cada una de las características mecánicas fue el ladrillo con el 10% de peso de agregado grueso reemplazado por plástico PET triturado, con 241.03 kg/cm<sup>2</sup> en el caso de resistencia a la compresión (f'b), 104.06 kg/cm<sup>2</sup> en compresión de pilas o prismas (f'm) y 14.80 en compresión diagonal de muretes (v'm), por lo cual este sería nuestro ladrillo óptimo.

#### 4.8. Evaluación Costo-Beneficio

Para realizar la evaluación Costo-Beneficio, se deben conocer las características de los agregados, así como el Peso Unitario Suelto del plástico PET triturado, por lo que se hizo un pequeño cálculo para poder conocer esta característica.

**Tabla N° 26 Peso Unitario Suelto del Plástico PET**

<b>Peso Unitario Suelto del PET(gr/cm3)</b>	
Peso de Tara (g)	51.00
Diámetro de tara (cm)	8.89
Altura de tara(cm)	6.06
Volumen de tara(cm <sup>3</sup> )	376.12
Peso de Tara + PET Triturado (g)	161.00
Peso PET Triturado (kg)	110.00
Peso Unitario Suelto del PET(gr/cm <sup>3</sup> )	0.29

**Fuente Propia**

Gracias al cálculo que se muestra se puede conocer el peso unitario suelto del pet en gr/cm<sup>3</sup>, el cual es de 0.29.El plástico PET triturado es vendido a S/.4 soles el kilogramo, con el valor de peso unitario suelto podremos conocer cuál es el precio por m<sup>3</sup> de plástico PET triturado, así se concluyó que el m<sup>3</sup> de plástico PET cuesta S/.1172 soles.

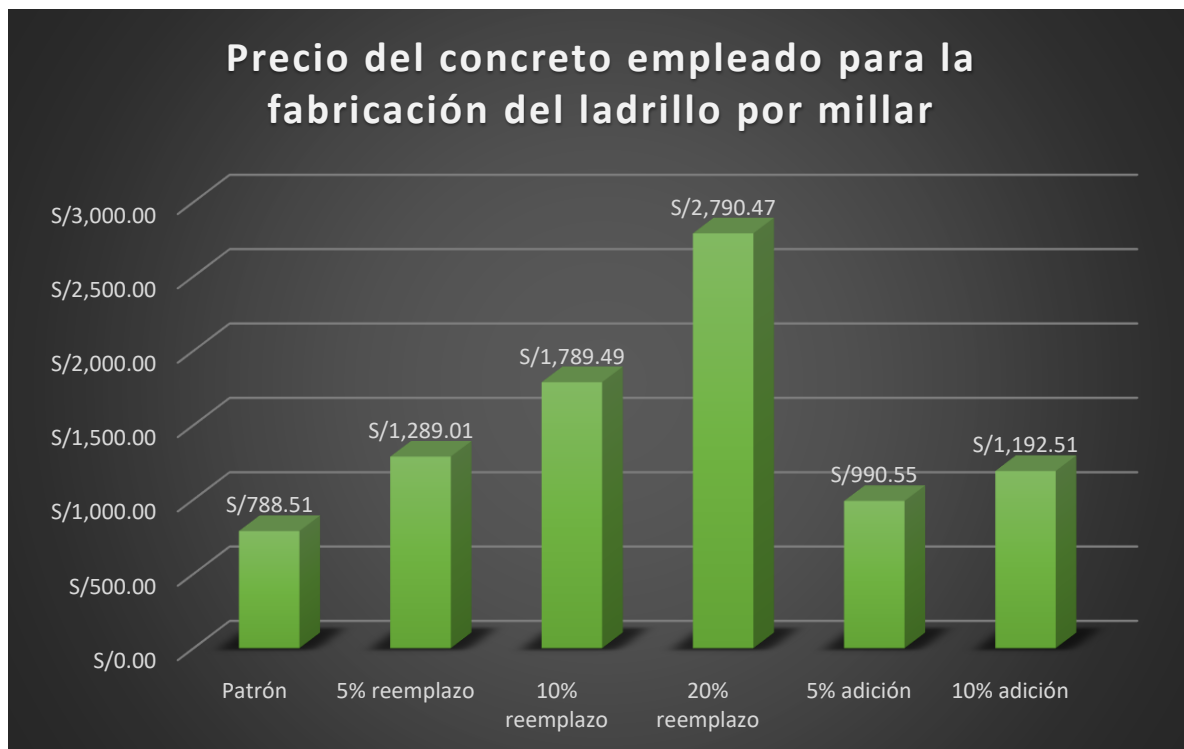
Ya se conoce el procedimiento para realizar los ladrillos de concreto, este es el mismo para la patrón así como para los ladrillos con reemplazo y adición, eso quiere decir que la mano de obra, maquinaria y herramientas son las mismas, lo único que cambia es la cantidad de agregados para el concreto, así que se procedió a calcular el precio del concreto para elaborar un millar de ladrillos de cada tipo, y de esta manera conocer cuál es la diferencia para cada tipo en comparación con la patrón .

**Tabla N° 27 Precio del concreto por millar de ladrillos**

<b>Precio del concreto por millar de ladrillos</b>					
<b>Materiales</b>	<b>Valor x m<sup>3</sup></b>	<b>Peso (Kg)</b>	<b>S/ x Kg</b>	<b>Parcial</b>	<b>TOTAL</b>
Cemento	25	1010.22	0.588	594.25	<b>788.51</b>
A.Fino	60	2525.56	0.039	98.72	
Confitillo	65	2525.56	0.037	92.44	
Agua	6	517.31	0.006	3.10	
<b>Plástico Triturado PET</b>					<b>TOTAL</b>
<b>5% reemplazo Confitillo</b>	1172.00	126.28	4.000	505.12	<b>1289.01</b>
	65	2399	0.037	87.82	
<b>10% reemplazo Confitillo</b>	1172.00	252.56	4.000	1010.22	<b>1789.49</b>
	65	2273	0.037	83.20	
<b>20% reemplazo Confitillo</b>	1172.00	505.1115	4.000	2020.45	<b>2790.47</b>
	65	2020	0.037	73.95	
<b>5% adición</b>	1172.00	50.51	4.000	202.04	<b>990.55</b>
<b>10% adición</b>	1172.00	101	4.000	404.00	<b>1192.51</b>

**Fuente Propia**

El procedimiento para calcular el costo del concreto por millar de ladrillos consiste en conocer el costo de cada material, en el caso del cemento, por bolsa, en el caso del agua, agregado fino, agregado grueso y plástico, en m<sup>3</sup>; nosotros conocemos la cantidad de cada componente de nuestro ladrillo por peso, así que ese valor será multiplicado por 1000 y así se obtendrá el Peso en (Kg); además debemos conocer el peso unitario de cada material, es por ello que al inicio se realizó el cálculo para conocer el peso unitario del plástico PET triturado; en el caso del cemento, basta conocer el peso que contiene la bolsa de cemento. Se dividirá el costo por bolsa o m<sup>3</sup> según sea el caso entre el Peso Unitario Suelto Húmedo de los agregados, Peso Unitario Suelto del PET, y Peso de la bolsa del cemento respectivamente, ese será nuestro valor o precio por kilogramo de cada material; y para obtener el parcial, al precio por kilogramo de cada material se le multiplicará por el Peso (Kg) que se necesita de cada componente para un millar o mil ladrillos y así se obtendrá nuestro costo del concreto.

**Gráfico 13 Precio del concreto empleado para la fabricación de ladrillo por millar**

**Fuente Propia**

Como se puede observar en el gráfico, el costo del concreto por millar de ladrillo patrón es de \$/788.51, el del 5% de reemplazo del peso agregado grueso por el plástico PET tiene un costo de \$/1289.01 el concreto para un millar, mientras que el ladrillo que para nosotros por sus características mecánicas fue el óptimo, el de 10% de reemplazo en el peso del agregado grueso, tiene un costo \$/1789.49 el concreto para un millar, el ladrillo con mayor costo de concreto por millar es el de reemplazo de 20% de peso de del agregado grueso por plástico PET triturado; en el caso de las adiciones, el ladrillo con adición de plástico PET en el 10% del peso del cemento tiene un costo de \$/1192.51 y el ladrillo cuyo costo de concreto por millar fue menor, excluyendo la patrón, fue el ladrillo con adición de plástico PET en el 5% del peso del cemento con un costo de \$/.990.50.

Esos serían los costos del concreto por millar de ladrillos de concreto con las diferentes proporciones de plástico PET, en reemplazo y en adición.

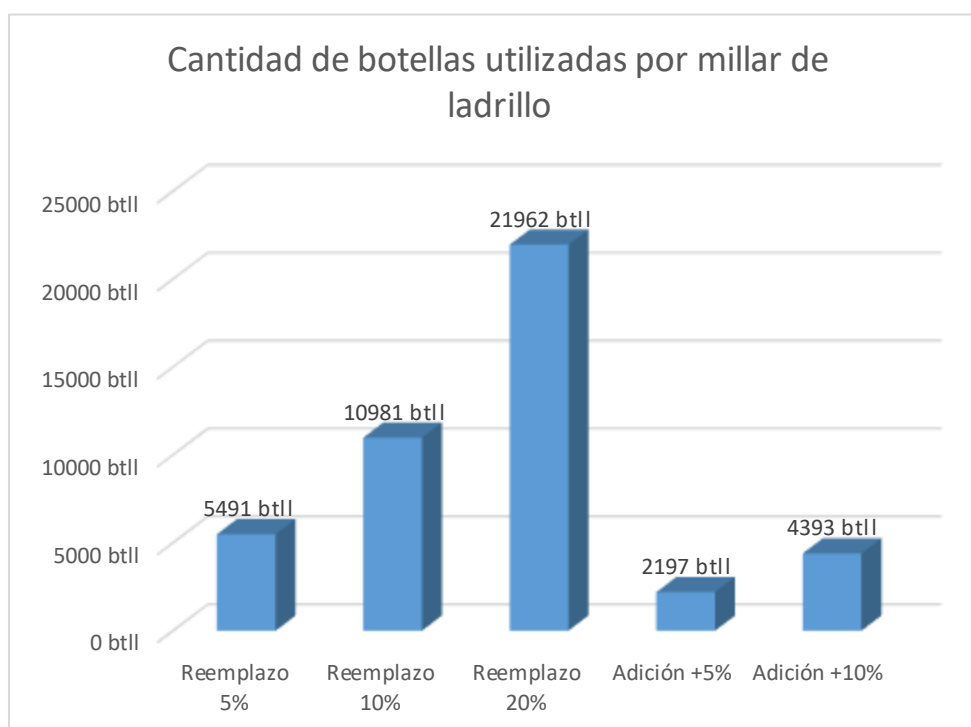
En el aspecto Ambiental también se analizó la cantidad de botellas plásticas que se eliminarían del medio ambiente a partir de cada reemplazo y adición de plástico PET.

**Tabla N° 28 Cantidad de botellas de plástico utilizadas en un millar de ladrillo**

Peso de botella(kg)	Dosificación	Peso a utilizar en un millar de ladrillos(kg)	Cantidad de botellas de plástico
0.023	5%	126.28	5491 btll
	10%	252.56	10981 btll
	20%	505.11	21962 btll
	+5%	50.51	2197 btll
	+10%	101.02	4393 btll

**Fuente Propia**

**Gráfico 14 Precio del concreto empleado para la fabricación de ladrillo por millar**



**Fuente Propia**

Podemos observar que para los ladrillos con un reemplazo de 5% se eliminarían 5491 botellas, en el caso del reemplazo del 10% 10981 botellas se eliminarían, de igual manera con el reemplazo del 20% cuya cantidad de botellas por millar de ladrillo es de 21962 botellas plásticas PET, en el caso de las adiciones se tiene que para la adición del 5% y 10% de PET en función al peso del cemento se eliminarían 2197 botellas y 4393 botellas respectivamente.

En el capítulo de discusión se hablará más a fondo con respecto a estos precios, de qué manera podrían disminuir y qué significaría en cada caso la cantidad de plástico que se estaría eliminando.

## **4.9. Evaluación de Impacto Ambiental**

### **4.9.1. Resumen Ejecutivo**

La presente evaluación de impacto ambiental aplicada al proyecto de investigación “Evaluación de las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería confinada de concreto y plástico pet proveniente de botellas de agua en el distrito de Chiclayo, 2019” el área de influencia directa es la Ubicación Popular de Interés Social San Juan, Asentamiento Humano Las Vegas, Cooperativa Tupac Amaru ubicado en la carretera a Pomalca y el Pueblo Joven Nuevo Progreso, HU La Molina Alta Sector 1, Urb. El Santuario y Asentamiento Humano Vista Hermosa pertenecientes la ubicación de Prolongación Bolognesi Km 3.5 Chiclayo-Lambayeque y como área de influencia indirecta tenemos al distrito de Chiclayo, los objetivos que tienen esta evaluación es la definir los impactos que genera, describir el proyecto para la evaluación de impacto ambiental, establecer la línea base ambiental, establecer medidas de mitigación y prevenir el deterioro ambiental al realizar la misma, en base a ello es que se llega a la conclusión de que el proyecto genera un impacto ambiental negativo debido a las limitaciones que existen al ser una investigación de pre-grado, sin embargo esto no quiere decir que el tema de fondo como lo es la eliminación de plástico PET para colocarlo en ladrillos de concreto sea impacto negativo, al contrario, genera un impacto positivo ya que se elimina material que es contaminante y que abunda en el medio ambiente.

### **4.9.2. Objetivo General de la EIA**

El objetivo es definir los impactos que genera la investigación que tiene por título “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019”, establecer las medidas de mitigación a niveles aceptables y prevenir el deterioro ambiental que podría causar las operaciones de la misma.

### **4.9.3. Marco Legal**

#### **Constitución Política del Perú**

Los logros normativos en el campo ambiental en nuestro entorno comienzan formalmente con la Constitución Política del Perú de 1979 la cual expresa en su artículo 123 “Todos tienen el derecho de habitar en un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y preservación del paisaje y la naturaleza. Es obligación del Estado prevenir y controlar la contaminación ambiental”. [38]

Aspecto que se reafirma en la Constitución Política de 1993, la cual en su artículo 2° inciso 22 indica que: “Toda persona tiene derecho a la paz, la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado de desarrollo de su vida”. De igual manera en los artículos 66°, 67°, 68° y 69° se señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la nación, promoviendo el Estado el uso sostenible de estos; así como, la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas [38].

#### **Ley General del Ambiente**

Esta Ley es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental en el Perú establece principios y normas básicas para asegurar el ejercicio efectivo de los derechos ambientales saludable, equilibrada y apta para el desarrollo integral de la vida y el desempeño de sus funciones para contribuir a una gestión ambiental eficaz y proteger el medio ambiente y sus componentes, tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de la población y lograr el objetivo del desarrollo sostenible nacional [39].

#### **Ley Forestal y de Fauna Silvestre**

Dicha Ley tiene por finalidad regular, normal y fiscalizar el uso sostenible y la protección de los recursos forestales y fauna silvestre del país, hace que su uso sea coherente con la evaluación progresiva de los servicios ambientales, de acuerdo con lo dispuesto en los artículos 66° y 67° de la Constitución Política del Perú, D.L. N°613, “Ley de Medio Ambiente y Recursos Naturales”, Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales y los Convenios Internacionales vigentes para el Estado Peruano. [40]

## **Ley General de Residuos Sólidos**

En el Capítulo II Residuos Sólidos del Ámbito de Gestión Municipal en el artículo 23.- Planes Provinciales. En los planes provinciales se formulan sus Planes Integrales de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS), con participación de la ciudadanía y en coordinación con las municipalidades distritales, la Autoridad de Salud y las autoridades competentes previstas en la Ley. [41]

El PIGARS sirvió a esta investigación para saber cuál es la disposición final del plástico en el distrito de Chiclayo, y en qué porcentaje se aprovechan y no se aprovechan para poder entender la realidad problemática. [42]

## **Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos**

En el Título IV Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales Capítulo II Prestación del servicio de limpieza pública a cargo de las municipalidades Sub Capítulo 4 Manejo de residuos sólidos municipales en centro de acopio Artículo 35.- Manejo de residuo sólidos municipales, en este reglamento los centros de acopio de residuos sólidos municipales son infraestructuras destinadas al acondicionamiento o a través de las organizaciones de recicladores debidamente formalizadas, en este aspecto, la presente investigación se sirvió de los centros de acopio para poder categorizar y ver . Y Sub capítulo 7 Disposición final de residuos sólidos municipales, Artículo 42 Disposición final de residuos sólidos, esto nos permitió conocer cuál era la verdadera disposición final del plástico PET en el distrito y nos permite conocer la realidad problemática del plástico PET en Chiclayo. [43]

## **Norma de Albañilería-Perú, E.070**

Esta parte del Reglamento Nacional de Edificaciones nos habla acerca de las características que debe tener la albañilería, sus definiciones, clasificaciones y los requisitos mínimos que deben cumplir cada una, además de la revisión de edificaciones de albañilería que por lo general son muros confinados y portantes. La presente investigación consultó la norma antes mencionada para poder resolver algunas dudas con respecto a la clasificación de la albañilería a nivel del país, además sirvió para poder conocer los límites y valores mínimos y máximos que se requiere cumplir para que la unidad y sus componentes puedan ser considerados como válidos. [14]

#### 4.9.4. Descripción y análisis del proyecto

##### 4.9.4.1. Antecedentes

La investigación fue desarrollada en 2 localidades por lo que cada uno tiene antecedentes individuales:

##### **Carretera a Pomalca**

En el local donde se realizaron los ladrillos de concreto, anteriormente se realizaban tapas para buzones, bloques de concreto y otros prefabricados de concreto por lo que el ambiente no se vería tan afectado.

##### **Prolongación Av. Bolognesi**

En el local en prolongación Av. Bolognesi, el local es un laboratorio que se ha implementado desde el año 2018, en el cual se hacen ensayos de suelos, concreto y todo lo que se refiere a ensayos de materiales de construcción. Sin embargo, antes del 2018 el local funcionaba como un restaurante campestre, por lo que aún se conservan algunos animales en los alrededores, así como algunos árboles y plantas, los cuales si podrían verse afectados con la realización de mi investigación.

##### 4.9.4.2. Ubicación Política y Geográfica

##### a. Carretera a Pomalca

El terreno está ubicado en la carretera a Pomalca en la UPIS San Juan a 350 metros de la vía carretera Chiclayo-Pomalca.

##### **Imagen N° 52 Distancia desde la carretera hacia el local de elaboración de ladrillos**



**Fuente Google Maps**

### Imagen N° 53 Ubicación del local de elaboración de ladrillos



Fuente Propia

### Ubicación Geográfica

El local donde se realizó la investigación geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM 9251516 Norte 631386.5 Este o Latitud -6.77 y Longitud -79.81111111111111.

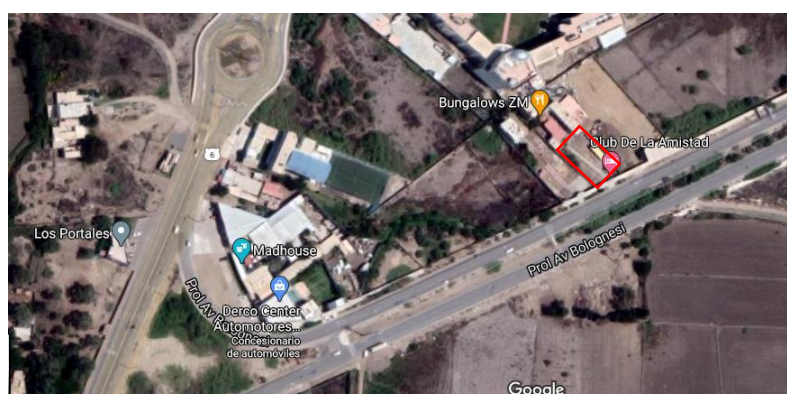
### Ubicación Política

El local donde se realizó la investigación políticamente se encuentra en el departamento de Lambayeque, en la provincia y distrito de Chiclayo. Los límites que tienen son, por el Norte limita con Pícsi, por el Sur con Reque, por el Este con Pomalca y por el Oeste con Chiclayo.

#### b. Chiclayo-Av. Prolongación Bolognesi

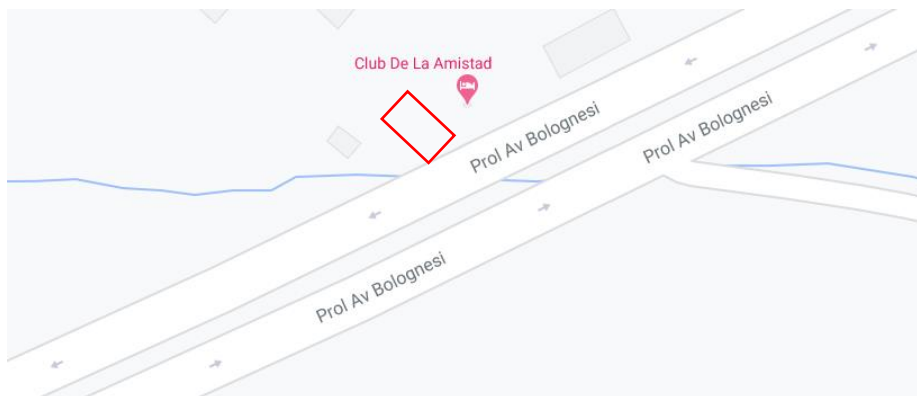
El terreno está ubicado en Km 3.5 prolongación Av. Bolognesi

### Imagen N° 54 Ubicación del local de laboratorio



Fuente Propia

### Imagen N° 55 Ubicación del local de laboratorio



#### Fuente Propia

#### Ubicación Geográfica

El local donde se realizó la investigación geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM 9249230.3 Norte 623920.6 Este o Latitud -6.790833333 y Longitud -79.878611111

#### Ubicación Política

El local donde se realizó la investigación políticamente se encuentra en el departamento de Lambayeque, en la provincia y distrito de Chiclayo. Y sus límites son, por el Norte con Lambayeque, por el Sur con Monsefú, por el Este con Chiclayo y por el Oeste con Pimentel.

#### 4.9.4.3. Requerimientos de mano de obra

Para esta investigación el requerimiento de mano de obra fue mínima, debido a que los ladrillos son artesanales, por lo que en lo único que se requirió mano de obra calificada fue en el armado de pilas y armado de muretes para los respectivos ensayos.

#### 4.9.4.4. Cronograma de Ejecución

Tabla N° 29 Cronograma de ejecución de la investigación

CRONOGRAMA	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
Análisis de materiales																
Elaboración diseño de mezcla																
Resistencia a la compresión de Muestra Patron																
Elaboración Muestras con Reemplazo y adición para Ensayos																
Ensayo de Absorción																
Ensayo de Alabeo																
Ensayo de Variación Dimensional																
Ensayo de Resistencia a la compresión																
Elaboración Muestras con Reemplazo y adición para muretes y pilas																
Ensayos de pilas																
Ensayos de Muretes																
Resultados Compresión Expuesto a Fuego																
Resultado de %Óptimo de PET y Análisis Costo Beneficio																

Fuente Propia

#### 4.9.5. Área de influencia del proyecto

Debido a la naturaleza del proyecto, cantidad y tipos de ensayos y materiales a utilizar, se consideró un área de influencia directa de 500 m de radio, sin embargo, cuando hablamos de indirecta se ha asumido a Chiclayo como provincia, debido a que los materiales que se utilizaron y el plástico que fue reciclado se obtuvo de diferentes partes de toda la provincia.

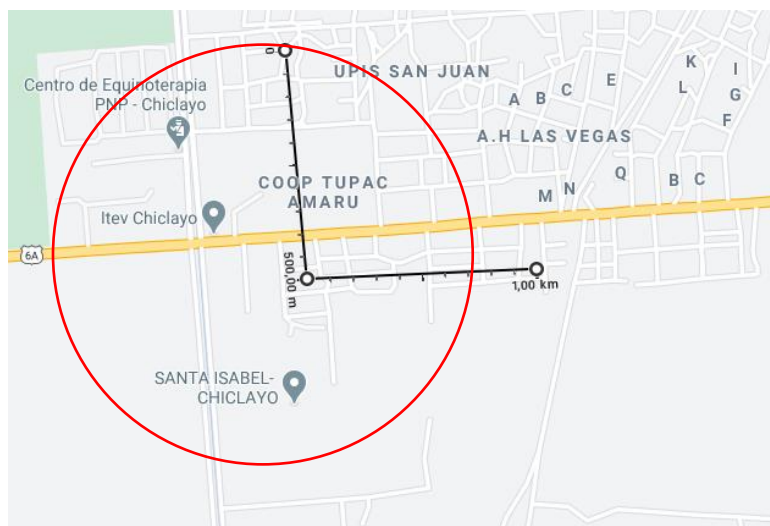
##### 4.9.5.1. Área de Influencia Directa

El área de influencia directa al igual que la ubicación del proyecto se dividirá en dos, el área de influencia directa que se encuentra carretera a Pomalca en la UPIS San Juan, se elaboraron los ladrillos de concreto y plástico PET, mientras que en el área de influencia directa que se encuentra en la Av.Prolongación Bolognsi, Km 3.5 se realizaron los ensayos físicos y mecánicos a los ladrillos de concreto, dichas ubicaciones fueron escogidas por las limitantes que aquejan a un estudiante universitario sobre todo en estos momentos de crisis sanitaria nacional.

## Carretera a Pomalca

En el local ubicado en la carretera a Pomalca, el área de influencia directo es la Ubicación Popular de Interés Social San Juan, Asentamiento Humano Las Vegas y Cooperativa Tupac Amaru.

**Imagen N° 56 Área de Influencia directa del local de elaboración de ladrillos**

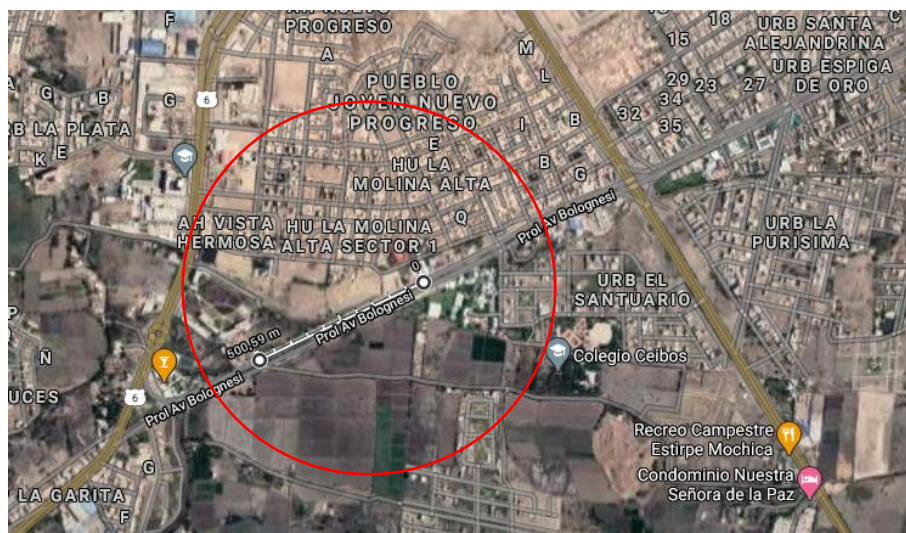


**Fuente Propia**

## Chiclayo-Av.Prolongación Bolognesi

En el local ubicado en la Av. Prolongación Bolognesi , el área de influencia directo es el Pueblo Joven Nuevo Progreso, HU La Molina Alta Sector 1, Urb. El Santuario y Asentamiento Humano Vista Hermosa.

### Imagen N° 57 Área de Influencia Indirecta del laboratorio de ensayos



Fuente Propia

#### 4.9.5.2. Área de Influencia Indirecta

En el caso del área de influencia indirecta, se asume a Chiclayo como provincia, debido a que los materiales que se utilizaron para la investigación provienen de diferentes lugares y sectores de toda la provincia, además que zonas de toda la provincia se verán beneficiadas al utilizar el plástico que es reciclado y recopilado en todo Chiclayo.

**Imagen N° 58 Área de Influencia Indirecta de la investigación**



**Fuente Propia**

**4.9.6. Línea Base Ambiental**

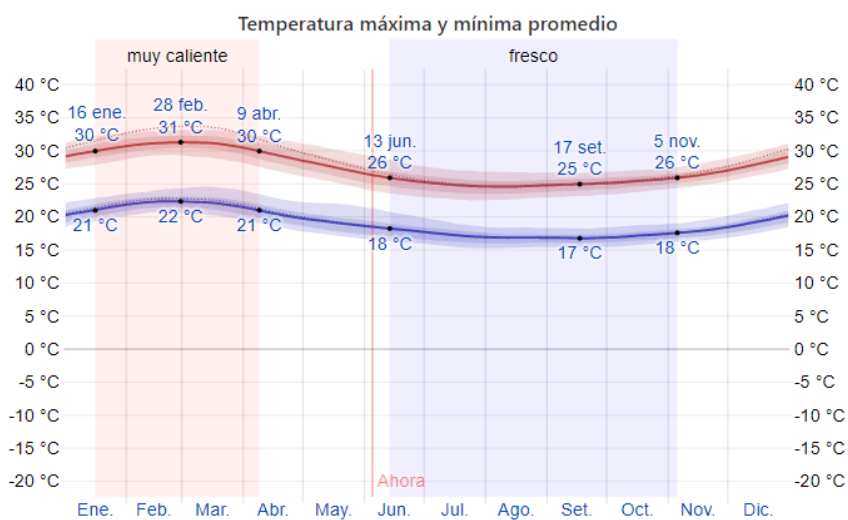
**4.9.6.1. Carretera a Pomalca**

**a. Línea base física**

**Clima**

El clima en carretera a Pomalca y alrededores los veranos son muy cortos, sin embargo, muy calientes y bochornosos; los inviernos al contrario son largos y cómodos, es seco durante todo el año. La temperatura generalmente varía de 17°C a 31°C teniendo como mínimo a 15°C y máximo a 33°C. [44]

**Imagen N° 59 Clima promedio de Pomalca**

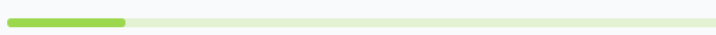


**Fuente Weather Spark**

## Calidad del aire

La calidad de aire se puede resumir como “buena”, el cual se ve representado en su índice de calidad del aire (ICA) en un valor de 17, siendo lo máximo a nivel mundial Katmandú, Nepal cuyo valor de ICA es de 263 el cual representa un estado “Muy Perjudicial”. De igual manera la concentración de PM2.5(Materia Particulada), estas partículas pueden provenir de automóviles, camiones, fábricas, quema de madera y basura y otras actividades es de  $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . [45]

### Imagen N° 60 Calidad del aire de Pomalca

Nivel de contaminación del aire	Índice de calidad del aire	Contaminante principal
Bueno	13 ICA EE.UU.	PM2.5
Contaminantes		Concentración
PM2.5		3.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### Fuente IQ Air

## Fisiografía

La fisiografía que se presenta es una fisiografía típica de los valles de la costa norte, el cual presenta suelos areno arcillosos, arcillosos-limosos y suelos arenosos. [46]

## Uso actual de la tierra

El uso actual del espacio donde se desarrolló la investigación y donde se hicieron los ladrillos tiene el mismo uso, ese es un taller donde se realizan buzones y otros prefabricados de concreto.

## Calidad de Agua

En la zona no hay agua potable a disposición, cada casa tiene un pozo, sin embargo, a diario llegan a vender agua potable 2 veces al día a 1 sol el galón de 20 litros aproximadamente.

### b. Línea base biológica

## Flora Silvestre

En la zona donde se desarrolló la investigación no existe flora silvestre.

## Fauna Silvestre

En la zona no se encuentra fauna silvestre, solo fauna doméstica como perros, gatos, cerdos, pollos, gallinas y patos.

### c. Línea base socioeconómica

#### Densidad poblacional

La densidad poblacional del distrito es de 324,7 hab/km<sup>2</sup>.

#### Educación

El nivel educativo de las personas que viven en la zona es en promedio secundaria completa e incompleta.

#### Economía

La mayoría de personas que viven en la zona tienen empleo independiente, así como la crianza de animales, venta de abarrotes y venta de materiales de construcción es su mayor ingreso.

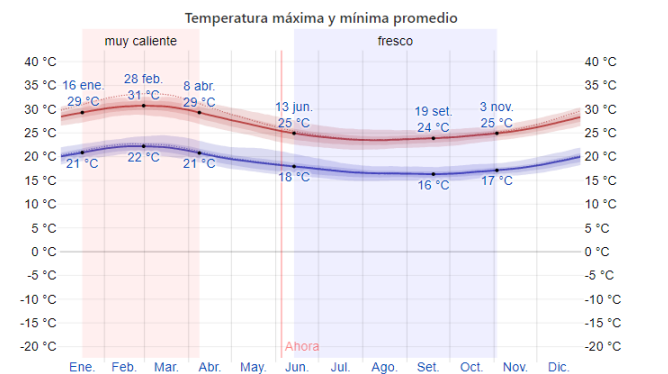
#### 4.9.6.2. Chiclayo-Av. Prolongación Bolognesi

##### a. Línea base física

#### Clima

En Chiclayo, los inviernos son largos y cómodos, normalmente despejados, en el caso del verano es corto pero muy caliente y bochornoso. Durante el año pasado la temperatura varió entre 16°C y 31°C, la temperatura mínima es de 15°C y la temperatura máxima es de 33°C.

**Imagen N° 61 Clima promedio de Pomalca**



Fuente Weather Spark

### **Calidad del aire**

En Chiclayo tenemos un Índice de Calidad de Aire de 21, lo cual se resume en una calidad de aire “buena”, la concentración de PM2.5 es de 5.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . [45]

### **Fisiografía**

La fisiografía que se presenta es una fisiografía típica de los valles de la costa norte, el cual presenta suelos areno arcillosos, arcillosos-limosos y suelos arenosos.

### **Uso actual de la tierra**

El uso actual de esa tierra es desde el 2018 como laboratorio de materiales de construcción, anteriormente era utilizado como restaurante campestre.

### **Calidad del agua**

La calidad de agua es buena, es agua potable.

#### **b. Línea base biológica**

##### **Flora Silvestre**

En la zona tenemos árboles de algarrobo, pasto, árboles de guaba y ciruelos.

##### **Fauna Silvestre**

En la zona no hay fauna silvestre, sin embargo, si existen animales domésticos como gallinas y pollos.

#### **c. Línea base socioeconómica**

##### **Densidad Poblacional**

La densidad poblacional de Chiclayo es de 1903,02 Hab/km<sup>2</sup>, sin embargo, en la zona de estudio la densidad es menor debido a que está ubicado en la carretera

##### **Educación**

La educación de las personas que viven en la zona se encuentra entre Secundaria completa y Educación Superior.

## **Salud**

En los alrededores se encuentran postas médicas y a 3.1 Km se encuentra el Hospital Luis Heysen Incháustegui.

## **Economía**

El mayor ingreso de las personas que viven en la zona es de alquiler de viviendas, así como locales de venta de materiales para universitarios y materiales de construcción.

### **4.9.7. Identificación y evaluación de pasivos ambientales**

En esta investigación no existen pasivos ambientales

### **4.9.8. Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Se puede identificar que el Factor más afectado es el ruido debido a que para realizar los ladrillos se utilizan máquinas que generan ruido, mientras que los factores que se ven más beneficiadas son Emisión de gases; debido a que al recopilar el plástico se evita que estos sean quemados y eso reduce las emisiones de CO<sub>2</sub>; el empleo debido a que para realizar todos los ensayos se utilizan máquinas que son pagadas y también se necesita mano de obra para la elaboración de muretes y pilas.

Tabla N° 30 Matriz de Leopold

MATRIZ: Magnitud/Importancia		RECOPIACIÓN Y TRASLADO DE MATERIAL			ELABORACIÓN DE LADRILLOS			CURADO DE LADRILLO	ENSAYOS DE LADRILLO		FABRICACIÓN DE MURETES Y PILAS		ENSAYOS DE MURETES Y PILAS		MAGNITUD (+/-)	PROMEDIO	
		RECOPIACIÓN DE PLÁSTICO PET	TRITURACIÓN DEL PLÁSTICO PET	TRASLADO Y COMPRA DE MATERIAL PÉTRICO Y CEMENTO	MEZCLA DE MATERIALES	VIBRACIÓN DEL MATERIAL EN MESA VIBRADORA	ALMACENAMIENTO DE LADRILLOS	CURADO DE LADRILLO	ENSAYO DE LADRILLO A COMPRESIÓN	ENSAYO DE EXPOSICIÓN AL CALOR	ELABORACIÓN DE MURETES Y PILAS	CURADO DIARIO DE MURETES Y PILAS	ENSAYO A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS	ENSAYO COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES			
FACTORES AMBIENTALES	<b>AIRE</b>																
	EMISIÓN DE GASES	6 4	5 2	-4 2											7 8	26	
	NIVEL DE RUIDO		-5 0	-1 6	-1 2	-5 7			-4 0		-2 2		-5 7	-5 7	-28 43	-171	
	PARTICULAS EN SUSPENSIÓN		-2 4	-4 2	-4 3						-5 5				-15 14	-53	
	<b>AGUA</b>																
	AGUAS SUBTERRANEAS	6 5														30	
	AGUAS SUPERFICIALES (RÍOS)	6 5														30	
	AGUA POTABLE					-2 2		-6 3			-2 2	-5 5			-15 12	-51	
	<b>SUELO</b>																
	MORFOLOGÍA DEL TERRENO	4 4			-2 2	-2 4	-6 6				-3 3				-9 19	-41	
	CALIDAD DE SUELO	4 4		-3 3		-3 3									-2 10	-2	
	<b>FLORA</b>																
	ARBUSTOS			-2 3											-2 3	-6	
	PLANTAS ORNAMENTALES															0	
	<b>FAUNA</b>																
	INSECTOS					-3 2									-3 2	-6	
	AVES			-5 4		-4 4	-2 2								-11 10	-40	
	ANIMALES DOMESTICOS					-4 4	-2 2								-6 6	-20	
	<b>CALIDAD VISUAL</b>																
	PAISAJE	7 5		-3 3			-3 2								1 10	20	
	<b>INTERÉS HUMANO</b>																
	SALUD Y SEGURIDAD	7 4	-2 2			-2 2			-2 2	-2 2			-2 2	-2 2	-5 16	4	
	<b>FACTOR SOCIOECONÓMICO</b>																
	EMPLEO	8 8	5 5	5 5					5 5	5 5	5 5		5 5	5 5	43 43	239	
	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	8 8							-4 5		-4 5		-4 5	-4 5	-8 5	-16	
	MAGNITUD (+/-) IMPORTANCIA	56 47	1 19	-17 28	-11 11	-21 24	-13 12	-6 3	-5 18	3 7	-11 22	-5 5	-6 19	-6 19	-53 196	-57	
PROMEDIO	307	-7	-41	-26	-90	-50	-18	-23	21	-37	-25	-34	-34	-57			

Fuente Propia

#### **4.9.9. Plan de Participación Ciudadana**

En esta investigación el plan de participación ciudadana no aplica.

#### **4.9.10. Plan de Manejo Ambiental**

En esta investigación el plan de manejo ambiental no se requiere.

#### **4.9.11. Plan de Compensación Ambiental**

En esta investigación el plan de compensación ambiental no es necesario

#### **4.9.12. Conclusiones y Recomendaciones de la EIA**

##### **4.9.12.1. Conclusiones de la EIA**

Se puede concluir que el factor ambiental más afectado en esta investigación es el ruido.

El factor más beneficiado es el empleo y la emisión de gases.

La investigación permite que botellas de plástico PET ya no sean quemadas, o terminen en ríos y mares de la provincia de Chiclayo.

##### **4.9.12.2. Recomendaciones de la EIA**

Se recomienda utilizar solo plástico reciclado

Se recomienda utilizar los elementos básicos de protección personal según sea necesario para cada actividad

Se recomienda realizar los ensayos y elaborar los ladrillos en localidades apartados de la ciudad y en lugares sin presencia de fauna ni flora.

## V. Discusión

### 5.1. Características de los agregados pétreos

Para la investigación se utilizaron agregados pétreos, arena gruesa como agregado fino y confitillo como agregado grueso, para ello se realizaron los ensayos de granulometría, contenido de humedad, absorción, peso unitario y peso específico de dichos agregados, esto nos permitió hacer el diseño de mezcla para obtener la resistencia requerida en el ladrillo de concreto patrón y a partir de esto poder reemplazar plástico PET por peso de agregado fino y adicionar plástico en función al peso del cemento.

Se obtuvo que el Tamaño Máximo Nominal es de 3/8'', de igual manera Tueros Rojas y Lopez Jara en el 2016 [11] y Echevarría Garro en el 2017 [10] y coinciden con nosotros utilizando como agregado grueso confitillo con un Tamaño Máximo Nominal igual, sin embargo, existen investigaciones como las de Caballero y Florez en el 2016 [7] y Angumba Aguilar [9] para resistencias bajas en unidades de albañilería no estructurales en los cuales no se utiliza agregado grueso, y las unidades son solo unión de cemento y agregado fino, sin embargo este agregado tiene un módulo de fineza de 3.7, lo que corresponde a una arena muy gruesa o extra gruesa, este es otro punto en el cual se diferencia con nuestra investigación, en la cual tenemos un módulo de fineza de 2.94, el cual se considera ligeramente grueso, otro punto en el que si bien no coincidimos, la diferencia es mínima con Echevarría Garro en el 2017 [10] cuyo módulo fineza es de 2.77.

### 5.2. Ladrillo Patrón

Se tuvo que elaborar un ladrillo patrón, el cual deberá cumplir con las características mínimas requeridas en la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] en la cual se encuentra la resistencia a la compresión mínima que tendría que tener un ladrillo Tipo 17, la absorción máxima y la variación dimensional máxima, mientras que en el Reglamento Nacional de Edificaciones [14] en la sección E.070 Albañilería podemos evaluar a nuestro ladrillo patrón y comparar con valores establecidos como la resistencia de prismas de albañilería y la compresión diagonal de muretes, además del alabeo, estos ensayos no están contemplados en la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] como requisitos mínimos, sin embargo se realizaron para poder conocer las características mecánicas no solo del ladrillo sino de su comportamiento estructural en pilas y muretes.

**Tabla N° 31 Resumen Características de Ladrillo Patrón**

Características		Requisitos		Ladrillo Patrón
		NTP 399.601 Tipo 17	RNE E.070 Tipo V	
Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Mínima		173.35 Kg/cm <sup>2</sup>	180.00 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>
Variación Dimensional (mm)	Largo	+3.2		-0.35 mm
	Ancho			-0.40 mm
	Alto			0.95 mm
Variación Dimensional (%)	Largo	-	+1	0.15%
	Ancho		+2	0.31%
	Alto		+3	-1.06%
Absorción Máxima		10%		4.21%
Alabeo(mm) Máximo		-	2 mm	0.60 mm
Resistencia la compresión axial de prismas (kg/cm <sup>2</sup> )		-	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	103.61 kg/cm <sup>2</sup>
Compresión Diagonal en muretes de albañilería(MPA)		-	0.80 MPa	1.21 MPa

**Fuente Propia**

Como podemos observar, la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto patrón obtuvo una resistencia promedio a los 28 días de 183.88 kg/cm<sup>2</sup> superando a la resistencia mínima a la compresión establecida por la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] para un ladrillo tipo 17, de igual manera en la variación dimensional, esta norma nos especifica que como máximo la variación debe ser 3.2 mm, y en nuestro caso todas las dimensiones tienen una variación menor; así mismo en resistencia a la compresión promedio de los ladrillos supera a los ladrillos Tipo V establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Sección E.070 Albañilería [14], los cuales tienen como valor mínimo 180 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, cabe aclarar que en el Reglamento Nacional de Edificaciones no se especifica si estos valores

son para ladrillos de concreto, arcilla o los dos, sin embargo igual se realiza la comparación para dar conformidad a la muestra patrón; de igual manera con la variación dimensional en cuyo caso en las tres dimensiones se mantienen valores menores a los máximos expresados por el reglamento ; en el caso de absorción, la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] nos permite como máximo una absorción de 10% y el Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que para bloques de concreto deberá ser menor al 12%, en cualquiera de los casos, nuestra muestra patrón es menor y cumple con ambas normativas, en el caso de resistencia a la compresión axial de prismas y compresión diagonal de muretes, la Norma Técnica Peruana 399.601, no menciona valores mínimos como requisito para ser aceptados, y las Normas Técnicas Peruanas 399.605 [17] y 399.621 [18] por lo que se consideran ensayos no clasificatorios, sin embargo en el Reglamento Nacional de Edificaciones se colocan valores con los cuales podremos comparar, no para clasificarlos, sino solo para comparar y saber si las características de nuestra muestra patrón tiene una resistencia mayor o menor, en el caso de resistencia a la compresión diagonal de muretes tuvimos una resistencia promedio de 1.21 MPa, mientras que la resistencia a la compresión diagonal de muretes para ladrillo King Kong industrial es de 0.8 MPa, cabe aclarar que en el caso del ensayo de pilas o compresión axial de prismas tanto la Norma Técnica Peruana [17] como el Reglamento Nacional de Edificaciones permite realizar el ensayo en 14, 21 o 28 días, dependiendo de la necesidad, en nuestro caso debido a que el tiempo para realizar la investigación es corto, se realizó el ensayo a los 14 días de elaborados los prismas, utilizándose un factor que establece el Reglamento Nacional de Edificaciones y un factor de corrección por esbeltez que establece la Norma Técnica Peruana, conociendo estos valores, se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 81.85 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que al compararlo con el Reglamento Nacional de Edificaciones, este da como valor a comparación el de 65 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el de nuestro ladrillo patrón mayor.

En relación a otras investigaciones, la unidad patrón de Echevarría Garro [10] tiene como resistencia a la compresión del ladrillo 140.38 kg/cm<sup>2</sup>, ella solo utiliza la clasificación del Reglamento Nacional de Edificaciones, y la clasificó como Ladrillo Tipo IV, nosotros obtuvimos una resistencia mayor en este caso, en el caso de la compresión diagonal de muretes obtuvo como resistencia promedio 1.62 MPa que es mayor a la resistencia que nosotros obtuvimos, en el caso de resistencia a la compresión axial de prismas de igual manera, ella obtuvo resistencia de 128.55 kg/cm<sup>2</sup>, el cual es mayor a lo nuestro; en el caso de la absorción de la unidad de albañilería, la muestra patrón de esta autora obtiene un porcentaje de absorción de 7.10%, este valor es menor a las que establece tanto el Reglamento Nacional de Edificaciones

como la Norma Técnica Peruana [22], sin embargo la absorción es mayor a la de nuestro ladrillo de concreto. En el caso de la variación dimensional en el largo tiene una variación de 0.10% y el ancho 0.18%, las cuales son menores a la variación dimensional de nuestro ladrillo en esas medidas, sin embargo, en la altura tiene una variación dimensional de 3.48%, este valor es mucho mayor al nuestro que es de 1.06%, de igual manera el alabeo en la unidad patrón de esta autora es de 1.47 mm, mientras que en nuestro caso es de 0.6 mm, valor que es mucho menor.

Si comparamos con la investigación de Tueros Rojas y Lopez Jara [11], a pesar de que no se trata de una investigación tan parecida debido a que se trata de bloques no estructurales, podemos coincidir con ellos en sus características físicas, como por ejemplo, el que el valor más alto de variación dimensional es el de la altura, que la absorción es igual a 4.22 y la nuestra también, en el caso del alabeo, nosotros tenemos un alabeo mayor, siendo el de ellos 0.51 mm, sin embargo se considera una diferencia no significativa debido a que es una variación de 0.10 mm.

### **5.3. Ensayo de Resistencia a la compresión de prismas**

El ensayo de resistencia a la compresión de prismas utilizamos el procedimiento que nos otorga la Norma Técnica Peruana 399.605 [17], debido a que el Reglamento Nacional de Edificaciones en la E.070 de Albañilería [14] no menciona mucho sobre este, más que mencionar que se permite la realización del ensayo a una edad menor a los 28 días, para lo cual nos da factores para ajustar las resistencias finales y obtener una que se asemeje a la que tendría a los 28 días; de igual manera la Norma Técnica Peruana 399.605 nos permite realizar el ensayo antes de cumplir los 28 días. Además cabe recalcar también que para el cálculo de la resistencia se utilizó el área neta del prisma, es decir, el área total disminuyéndole los huecos, esto está contemplado en la N.T.P 399.605, esta misma norma no nos da a conocer un valor exacto o un valor como requisito mínimo, sin embargo, el Reglamento Nacional de Edificaciones nos da los valores con los que podemos comparar, en este caso se hizo con un ladrillo King Kong de arcilla industrial debido a que la resistencia a la compresión del ladrillo se asemeja a la del tipo de 17 de la Norma Técnica Peruana 399.601. [22]

Con respecto a este ensayo, en el capítulo de resultados se determinó que todos los tipos de ladrillos superan en resistencia al ladrillo de arcilla King Kong industrial, además pudimos concluir que el ladrillo que presenta mejor resistencia a la compresión de prismas es la de

reemplazo de 10% del agregado grueso por PET, en comparación con la tesis de Echevarría Garro [10], cuya dosificación que le da mayor resistencia es la de el ladrillo Patrón sin adición de plástico PET.

#### **5.4. Ensayo de compresión diagonal de muretes**

Este ensayo se realizó bajo el procedimiento de la Norma Técnica Peruana 399.621 [18], debido a que el Reglamento Nacional de Edificaciones no menciona mucho sobre el ensayo, solo nos da la posibilidad de ensayar los muretes en un tiempo menor a los 28 días de edad y nos menciona que al  $v'm$  promedio se le deberá restar la desviación estándar de los valores de resistencia para obtener el  $v'm$  del murete ; sin embargo en la Norma Técnica antes mencionada nos dicen que no se deberá ensayar a los muretes que tengan edades menores a 28 días, y nos menciona que el resultado de la compresión será el promedio de 3 unidades como mínimo, no menciona desviación estándar, de igual manera, no proporciona un valor mínimo para poder ser comparado, a diferencia del Reglamento Nacional que si menciona un valor para poder comparar el resultado, mas no para clasificarlo o aprobar dicha resistencia.

Por lo dicho anteriormente, en el capítulo de resultados se obtuvo  $V'm$  promedios, los cuales son resultado de 3 muretes ensayados, sin embargo, para poder compararlo con el valor de un Ladrillo de Arcilla Industrial, se compara con este tipo debido a que la resistencia de la unidad es la más cercana a la de un ladrillo de concreto Tipo 17 de la Norma Técnica Peruana 399.601 [22], se necesita restarle al promedio la desviación estándar, por lo que la resistencia disminuirá, sin embargo a pesar de esa disminución, el resultado sigue siendo mayor al de el Ladrillo de Arcilla Industrial, cabe resaltar que de haber sido menor no quiere decir que no se pueda utilizar o que no se le podrá considerar Ladrillo Tipo 17, simplemente es para tener un valor de referencia y determinar si tiene o no mejores características, debido a que este ensayo no es clasificatorio.

También se determinó que la resistencia mayor la obtuvo la dosificación con 10% de reemplazo del agregado grueso por plástico PET triturado, y la menor la obtuvo la dosificación con el 5% de reemplazo de agregado grueso por Plástico PET, comparando nuestros resultados con los de Echevarría Garro [10], ella obtiene en su unidad patrón la mayor resistencia correspondiente a 1.62 MPa, y la menor resistencia en el reemplazo de 9% de PET por la combinación de agregados pétreos, al igual que en nuestro caso ella obtiene resistencias las cuales no son directamente proporcionales al reemplazo de PET, es decir, mientras que la

resistencia del murete con reemplazo del 3% es de 1.26 MPa, la del 6% es de 1.29 MPa, para luego volver a disminuir con el reemplazo de 9% de PET con 0.98 MPa; en nuestra investigación para el caso de reemplazo de 5% inicialmente disminuye la resistencia a 1.09 MPa en comparación con la muestra patrón que posee 1.21 MPa, sin embargo con el 10% de reemplazo llega a su punto máximo de 1.45 MPa y luego disminuye con el reemplazo de 20% a 1.27 MPa.

### 5.5. Comparación entre unidad patrón y unidades con reemplazo y adición

Para poder realizar la comparación entre la unidad patrón y las unidades de reemplazo y adición, se realizó una tabla resumen de todas las características de dichas unidades, tanto clasificatorias como no clasificatorias, además se colocaron los requisitos en el caso de la Norma Técnica Peruana 399.601 [22] y los valores de comparación del Reglamento Nacional de Edificaciones Albañilería E.070 [14] debido a que este posee la resistencia más cercana a la del Tipo 17.

**Tabla N° 32 Resumen Comparación Características de Unidad Patrón y Unidades con Reemplazo y Adición**

Características		Requisitos		Ladrillo Patrón	Reemplazo 5%	Reemplazo 10%	Reemplazo 20%	Adición 5%	Adición 10%
		NTP 399.601 Tipo 17	RNE E.070 Tipo V						
Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Mínima		173.35 Kg/cm <sup>2</sup>	180.00 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>	188.26 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>	201.51 Kg/cm <sup>2</sup>	208.66 Kg/cm <sup>2</sup>	189.44 Kg/cm <sup>2</sup>
Variación Dimensional (mm)	Largo	+3.2		-0.35 mm	0.04 mm	-1.65 mm	-0.50 mm	-2.02 mm	-0.60 mm
	Ancho			-0.40 mm	-0.17 mm	-0.58 mm	-0.44 mm	-0.77 mm	-0.95 mm
	Alto			0.95 mm	1.25 mm	1.46 mm	1.38 mm	1.58 mm	1.15 mm
Variación Dimensional (%)	Largo	-	+1	0.15%	-0.02%	0.69%	0.21%	0.84%	0.25%
	Ancho		+2	0.31%	0.13%	0.45%	0.34%	0.59%	0.73%
	Alto		+3	-1.06%	-1.39%	-1.62%	-1.53%	-1.76%	-1.28%
Absorción Máxima		10%		4.21%	6.23%	5.49%	3.35%	5.72%	4.09%
Alabeo(mm) Máximo		-	2 mm	0.60 mm	0.80 mm	0.00 mm	1.17 mm	1.00 mm	0.40 mm
Resistencia la compresión axial de prismas (kg/cm <sup>2</sup> )		-	65.00 Kg/cm <sup>2</sup>	103.61 kg/cm <sup>2</sup>	95.02 kg/cm <sup>2</sup>	104.06 kg/cm <sup>2</sup>	88.60 kg/cm <sup>2</sup>	78.95 kg/cm <sup>2</sup>	67.38 kg/cm <sup>2</sup>
Compresión Diagonal en muretes de albañilería(MPa)		-	0.80 MPa	1.21 MPa	1.09 MPa	1.45 MPa	1.27 MPa	1.31 MPa	1.34 MPa

Fuente Propia

A partir del cuadro anterior se puede observar las diferencias que existen entre cada dosificación con reemplazo y adición de plástico PET, además de valores para comparar, a continuación, haremos un resumen de las características físicas y mecánicas de los ladrillos de concreto patrón, con reemplazo y con adición.

Recordemos que la clasificación de nuestro ladrillo es ladrillo de concreto Tipo 17, sin embargo, comparamos con el ladrillo tipo V debido a que posee resistencias similares a las del Tipo 17; en resistencia a la compresión podemos observar que tanto el reemplazo como la adición de plástico PET mejora la resistencia a la compresión del ladrillo, cumpliendo con la resistencia mínima del Tipo 17 y Tipo V, resaltando el ladrillo con reemplazo de 10% del peso del agregado grueso por plástico PET; en el caso de la variación dimensional, es notable que la medida más variable es la de altura en todos los casos, además a comparación con el ladrillo patrón, las unidades con plástico PET como reemplazo o como adición, estos presentan variaciones dimensionales mayores a la patrón, sin embargo no llegan a superar la variación dimensional mínimo.

En el caso de absorción, todos los ladrillos cumplen con la absorción máxima, sin embargo, se puede resaltar que, en las relaciones de reemplazo y adición, a mayor cantidad de reemplazo menor es la absorción; en lo que respecta la resistencia de prismas nuevamente el ladrillo con reemplazo del 10% la resistencia a la compresión es mayor en comparación al patrón y las demás dosificaciones, y la menor es la de adición de plástico PET del 10% del peso del cemento.

En el caso de la resistencia a la compresión axial de pilas o prismas, nuestro ladrillo patrón tuvo una resistencia promedio de 103.61 kg/cm<sup>2</sup>, la cual fue superada por el ladrillo con 10% de plástico PET reemplazando al agregado grueso, sin embargo, fue el único que superó al patrón, por otra parte, en la compresión diagonal de muretes el ladrillo patrón es superado por los ladrillos con adición y reemplazo, a excepción del ladrillo con 5% de plástico PET de reemplazo por el agregado grueso.

## **5.6. Ensayo de compresión posterior a la exposición del calor**

Esta investigación consiste en reemplazar agregado grueso por plástico PET en ladrillos de concreto, también sabemos que el ladrillo de concreto se encontrará a la intemperie y puede ser afectada por agentes externos como incendios, los cuales pueden elevar la temperatura de estos ladrillos y además sabemos que el plástico PET a diferencia del agregado grueso tiene una menor resistencia al calor, por lo que surge la duda de qué manera influenciaría la cantidad de plástico PET en la resistencia a la compresión de los ladrillos con reemplazo y con adición, para

lo cual, se procedió a ensayar ladrillos previamente colocados en un horno a 200° C durante 24 horas y estos fueron los resultados.

Este apartado al igual que muchos como evaluación de impacto ambiental y evaluación costo-beneficio otros no están considerados en otras investigaciones, sin embargo, por lo antes mencionado nos pareció importante conocer la resistencia a la posterior exposición al calor.

Como pudo observar en el capítulo de resultados, existe una relación directa entre la cantidad de plástico agregado y la resistencia a la compresión, por lo que se puede concluir con que mientras más plástico tenga, ya sea en adición al peso del cemento o en reemplazo al peso del agregado grueso, la resistencia a la compresión a la posterior exposición al calor disminuirá.

Como era de esperar el ladrillo con mejor resistencia a la compresión fue el ladrillo patrón con 153.24 kg/cm<sup>2</sup> y la que menor resistencia tuvo fue la del ladrillo con adición al 10% del peso del cemento con 111.13 kg/cm<sup>2</sup>. Al no haber una normativa ni un ensayo conocido para este procedimiento, se considera una prueba o ensayo no clasificatoria, que sirve para conocer de qué manera influye, pero no permitirá ni descartará su uso.

También cabe resaltar que el ladrillo de concreto posterior a la exposición al calor generó fragilidad, se comprobó esto, ya que al colocar los especímenes en el suelo, el sonido que generaba era muy parecido al de un ladrillo de arcilla, un fenómeno muy interesante, al igual que los ladrillos que poseían más plástico sea en reemplazo del agregado grueso o en adición al peso del cemento, tuvieron algunas manchas debido a la posible fundición del plástico PET que se encontraba en su interior, específicamente en las partes más extremas al centro del ladrillo.

### **5.7. Ensayo de compresión posterior a la exposición de fuego**

Esta investigación consiste en reemplazar agregado grueso por plástico PET en ladrillos de concreto, también sabemos que el ladrillo de concreto se encontrará a la intemperie y puede ser afectada por agentes externos como incendios, los cuales pueden elevar la temperatura de estos ladrillos y además sabemos que el plástico PET a diferencia del agregado grueso tiene una menor resistencia al fuego, por lo que surge la incertidumbre de qué manera influenciaría en la resistencia a la compresión de nuestro ladrillo óptimo en el caso que se encuentre en un incendio con temperatura mayores a 400°C.

Este apartado al igual que muchos como evaluación de impacto ambiental y evaluación costo-beneficio otros no están considerados en otras investigaciones, sin embargo, por lo antes

mencionado nos pareció importante conocer la resistencia a la posterior exposición del fuego y al calor.

De igual manera, no existe una norma que describa el paso a paso del ensayo o cómo someter al fuego directo los ladrillos, sin embargo, con ingenio, y apoyo de personas externas surgió la mejor manera, más directa, y sobre todo proporcional para que el fuego llegue a todos los ladrillos por igual; para poder conocer también los tiempos mínimos y temperatura se realizó una encuesta al Cuerpo de Bomberos de la Unidad Salvadora 27 de Chiclayo y una entrevista al Cap. Jorge Diaz Pasco, primer jefe de la Unidad Salvadora 27 de Chiclayo [47]. En dicha entrevista el capitán menciona que lo que normalmente falla en un incendio antes que nada son los muros y que tener muros fuertes permite que la casa en general resista más a un incendio, además mencionó que en el distrito de Chiclayo la temperatura a la que llegan los incendios en viviendas es de entre 100-200°C. En la encuesta se determinó que el tiempo de llegada desde que se registra un incendio en una vivienda hasta que llegan al lugar es de 0-15 minutos en un 60%, de 15-30 min en un 30% y de 30 min a más en un 10%, de igual manera el tiempo en apagar el incendio es de 0-30 min en un 45%, de 30 min-1 hora en 25% y de 1 hora a más en 30%. Gracias a dicha entrevista se procedió a realizar el ensayo de exposición al fuego durante 1 hora a un conjunto de ladrillos con una temperatura de 400°C, 500°C y 600°C para después dejar reposar y ensayar a compresión.

Como era de esperar el ladrillo con mejor resistencia a la compresión fue el ladrillo patrón con 143.01 kg/cm<sup>2</sup> expuesto a 400°C y la que menor resistencia tuvo fue la del ladrillo óptimo del ensayo con el 10% de reemplazo del peso del agregado grueso con 98.16 kg/cm<sup>2</sup> expuesto a 600°C. Al no haber una normativa ni un ensayo conocido para este procedimiento, se considera una prueba o ensayo no clasificatoria, que sirve para conocer de qué manera influye, pero no permitirá ni descartará su uso.

También cabe resaltar que durante el ensayo de exposición al fuego se observó un fenómeno muy interesante, mientras que en el lado en el que se está exponiendo directamente el fuego se podía obtener una temperatura de 500°C, en el las caras en las que no se encontraba expuesto el fuego se podía medir una temperatura de 70°C, eso quiere decir que, en un caso real, mientras en la parte interna se está suscitando un incendio, el vecino no sentiría el cambio de temperatura tan intenso ni rápido.

## **5.8. Selección de Dosificación Óptima para Ladrillo**

Para este apartado se tomó en consideración sólo las características mecánicas, por ser estas las que probablemente interesen más en el momento de elección de un ladrillo; se determinó que de todas las dosificaciones en reemplazo y adición cumplen con los requisitos mínimos para ensayos clasificatorios y para no clasificatorios superan los valores comparados con los ladrillos industriales, sin embargo, el que mejores características presentó fue el ladrillo con 10% de reemplazo ; además en el caso netamente de adición, el que presentó mejores resultados fue el de adición del 10% del peso de cemento en plástico PET . A diferencia de otras investigaciones, en las cuales el patrón es el ladrillo o bloque que posee mejores resistencias, esto puede deberse a que los porcentajes de reemplazo eran muy cercanos entre sí, mientras que mi investigación trató de abarcar mayores porcentajes.

## **5.9. Análisis Costo Beneficio**

De igual manera que el ensayo a la compresión posterior a la exposición al calor y la evaluación de impacto ambiental, este apartado diferencia a nuestra investigación de otras, debido a que nosotros no solo conoceremos las características de los ladrillos sino también sabremos cuál sería el costo del concreto para la elaboración de un millar de cada tipo. Este análisis se encuentra en el apartado de resultados.

Los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes: el costo del concreto para un millar de ladrillos con 0% de reemplazo de plástico PET triturado fue de S/788.51 soles, mientras que el de 5% de reemplazo del peso del agregado grueso por plástico PET fue de S/1289.01, al igual que con el de 10% de reemplazo del peso del agregado grueso por plástico PET triturado el cual aumenta y llega a S/.1789.49, el costo del concreto para un millar de ladrillos con el 20% de reemplazo del peso del agregado grueso por plástico PET triturado es de S/2790.47, por otra parte, en el caso de los ladrillos con adición de plástico en función al peso del cemento tenemos que el ladrillo con el 5% de adición de plástico PET tiene el menor costo de todas las proporciones con plástico siendo de S/.990.55 y la del 10% de adición tiene un costo de S/.1192.51.

Al analizar netamente costos se podría asumir que el ladrillo patrón o con 0% de plástico PET es el que debería ser utilizado debido a que su costo es menor a comparación con los demás, y que la propuesta de utilización de estos ladrillos con PET es antieconómica, pero ¿por qué se incrementa tanto el costo de los ladrillos con plástico PET?, justamente por este

componente, porque el costo de un kilogramo de plástico PET es de 4 soles y mientras más plástico se use, más se va a gastar y el precio va a incrementar más.

Entonces, si nos olvidamos por un momento del costo y vemos el beneficio que existe el utilizar plástico PET triturado en el ladrillo y no solo me refiero al beneficio que le genera al ladrillo en sí, sino al beneficio que genera al medio ambiente, nos daremos cuenta que existe la posibilidad de que este ladrillo sea utilizado.

Una botella de plástico de 600 ml tiene diferentes pesos según la empresa distribuidora, para el ejemplo se realizó el pesaje de diferentes botellas plásticas, en su presentación personal de 600 ml y 625 ml, de la cual se obtuvo un peso promedio de 0.023 g por botella vacía sin tapa, con este dato podremos saber cuánto plástico se eliminaría de las calles y los mares peruanos y se utilizaría para el millar de cada tipo de ladrillo con reemplazo y adición.

Ese es el impacto que se tendría en el medio ambiente, si se utilizan los ladrillos de concreto y plástico PET, en promedio 9005 botellas que contaminan el medio ambiente peruano se eliminarían y dejarían de contaminar. Estas 9005 botellas de agua podrían ser utilizadas y no se tendría que esperar 450 años para que desaparezca.

Ya analizamos a nuestros ladrillos de concreto en un aspecto netamente de costo y en un aspecto netamente ambiental, por el lado del costo no hay duda que el precio del plástico PET triturado es alto, pero ¿quién es el beneficiado el utilizar el plástico PET triturado?, la comunidad, la Municipalidad Distrital de Chiclayo, ¿y si ella corriera con el gasto?, si la Municipalidad ya se encarga del recojo de residuos sólidos, dentro de los cuales se encuentran las botellas plásticas, solo se tendría que triturar estas botellas para luego ser adquirido por el fabricante de ladrillos de concreto y colocarlo dentro de sus dosificaciones, ya se comprobó que siguen teniendo buenos resultados mecánicos y físicos, por lo que no habría problema en incorporarlos, y la Municipalidad Distrital podría exigirles a estas empresas que incorporen el plástico en porcentajes de adición o reemplazo, ¿qué ganaría la empresa?, tener ladrillos con un menor costo y/o mucho más amigable con el medio ambiente y ¿qué ganaría la Municipalidad?, demostrar su compromiso con la comunidad y con el medio ambiente y eliminar plástico PET. Por otra parte, si no es la Municipalidad Distrital de Chiclayo, existen ONG que promueven el reciclaje del plástico a nivel internacional, por lo que ellas también podrían contribuir a que lo antes mencionado sea una realidad, no solo veamos el costo sino veamos el beneficio que traerá al medio ambiente y a la comunidad.

## VI. Conclusiones

Los agregados que se utilizaron en la investigación fueron arena gruesa de la cantera de Pátapo suelto seco como agregado fino con un peso unitario suelto seco de 1.517 g/cm<sup>3</sup>, peso unitario compactado seco de 1.755 g/cm<sup>3</sup>, con un peso específico de masa seco de 2.569 g/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad de 1.21%, contenido de absorción de 0.845% y un módulo de fineza de 2.94; se usó también confitillo de la cantera Tres Tomas como agregado grueso con un peso unitario suelto seco de 1.415 g/cm<sup>3</sup>, peso unitario compactado seco de 1.564 g/cm<sup>3</sup>, peso específico de masa seco de 2.633 g/cm<sup>3</sup>, contenido de humedad de 0.40% y contenido de absorción de 1.58%.

Nuestro ladrillo patrón posee características físicas como variación dimensional, las cuales son menores a +3.2 mm y absorción de 4.21% la cual es menor a 10% que es el máximo admisible; también posee características mecánicas como la de resistencia a la compresión de la unidad, la cual es de 183.88 kg/cm<sup>2</sup>, la cual supera en 10.55 kg/cm a la mínima para ser categorizada como Tipo 17 según la NTP 399.601.

Al iniciar la investigación tuvimos ocho dosificaciones, de las cuales una fue la patrón, cinco de reemplazo y dos de adición, a todas se les realizó los ensayos de características físicas y de resistencia a la compresión, se separaron aquellas que no cumplieron con la resistencia a la compresión mínima y las que si cumplieron fueron las de reemplazo de 5%,10%,20% del peso del agregado grueso y de adición de 5% y 10% del peso del cemento, la muestra patrón tuvo una resistencia a la compresión de 183.88 kg/cm<sup>2</sup>, y las de reemplazo 188.26 kg/cm<sup>2</sup>,241.03 kg/cm<sup>2</sup> y 201.51 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en el caso de la adición se tuvo 208.66 kg/cm<sup>2</sup> y 189.44 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, por lo que todas superaron al ladrillo patrón.

Se realizó el ensayo de compresión diagonal de muretes al ladrillo patrón y a aquellos ladrillos que poseían las mejores características, en nuestro caso nos referimos a los ladrillos en los cuales se reemplazó el 5%,10%,20% del peso del agregado grueso y en adición del 5% y 10% del peso del cemento, en el caso del ladrillo patrón se obtuvo una resistencia a la compresión diagonal de muretes de albañilería  $v'm = 1.21$  MPa, mientras que en el caso de los ladrillos con reemplazo se obtuvo (5%)  $v'm = 1.09$  MPa, (10%)  $v'm = 1.45$  MPa y (20%)  $v'm = 1.27$  MPa respectivamente, presentando una disminución máxima de resistencia a la compresión diagonal de muretes de 0.013 MPa o 10%, y un aumento máximo de resistencia a compresión diagonal de 0.24 MPa o 19.83% en comparación al patrón ; en el caso de los ladrillos con adición se obtuvo (+5%)  $v'm = 1.31$  MPa y (+10%)  $v'm = 1.34$  MPa

respectivamente, con un aumento máximo de 0.13MPa o 10.74% con respecto a la muestra patrón, se concluyó que el ladrillo cuya resistencia diagonal de muretes mayor fue el de 10% de reemplazo de peso de agregado grueso por plástico PET triturado.

Se realizó el ensayo de compresión axial a pilas o prismas de albañilería compuestas por el ladrillo patrón y aquellos ladrillos que poseían las mejores características, en nuestro caso nos referimos a los ladrillos en los cuales se reemplazó el 5%,10%,20% del peso del agregado grueso y en adición del 5% y 10% del peso del cemento; en el caso del ladrillo patrón se obtuvo una resistencia de  $f'_m=103.61 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que en el caso de los ladrillos de reemplazo se obtuvo (5%)  $f'_m=95.02 \text{ kg/cm}^2$ , (10%)  $f'_m= 104.06 \text{ kg/cm}^2$ , (20%)  $f'_m=88.60 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, presentando una disminución máxima de  $15.01 \text{ kg/cm}^2$  o 14.49% y un aumento máximo de  $0.45 \text{ kg/cm}^2$  o 0.43% con respecto a la muestra patrón; en el caso de los ladrillos con adición se obtuvo (+5%)  $f'_m= 78.95 \text{ kg/cm}^2$  y (+10%)  $f'_m=67.38 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, con una disminución máxima de  $34.97\%$  o  $36.23 \text{ kg/cm}^2$ . Se concluyó que el ladrillo que posee mejor resistencia a la compresión fue el de 10% de reemplazo de peso de agregado grueso por plástico PET triturado.

La resistencia a la compresión de ladrillo patrón de concreto posterior a la exposición al calor fue de  $f'_b= 153.24 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que los ladrillos de concreto con reemplazo de 5%,10%,20% del peso del agregado grueso y adición de 5% y 10% del peso del cemento obtuvieron resistencias de (5%) $f'_b=152.91\text{kg/cm}^2$ ,(10%) $f'_b= 133.72 \text{ kg/cm}^2$ ,(20%)  $f'_b=122.72 \text{ kg/cm}^2$ ,adición (+5%) $f'_b=143.60 \text{ kg/cm}^2$  y (+10%) $f'_b=111.13 \text{ kg/cm}^2$  con una disminución máxima de  $30.53 \text{ kg/cm}^2$  o 19.92% para el caso de reemplazo y de  $42.11 \text{ kg/cm}^2$  o 27.47% en comparación con el ladrillo patrón, como se esperaba, se pudo concluir que a mayor cantidad de plástico PET en el interior sea para adición o reemplazo se obtienen menores resistencias, que incluso clasificarían a los ladrillos como Tipo 14 o Tipo 10, con bajas resistencias.

La resistencia a la compresión de ladrillo patrón de concreto posterior a la exposición al fuego expuesta durante una hora a  $400^\circ\text{C}$  fue de  $f'_c= 143.01 \text{ kg/cm}^2$ , a  $500^\circ$  fue de  $128.88 \text{ kg/cm}^2$ , a  $600^\circ\text{C}$  fue de  $f'_c= 113.73 \text{ kg/cm}^2$  mientras que los ladrillos de concreto con reemplazo de 10 % del peso del agregado grueso resistencias de ( $400^\circ\text{C}$ )  $f'_c=133.33 \text{ kg/cm}^2$ ,( $500^\circ\text{C}$ )  $f'_c= 100.54 \text{ kg/cm}^2$ ,( $600^\circ\text{C}$ )  $f'_c=113.73 \text{ kg/cm}^2$ , se pudo concluir que a la resistencia disminuye mientras la temperatura generada por fuego aumenta. Además se calculó la variación que existe por aumento de temperatura, donde se pudo notar que la variación entre

un ladrillo patrón en condiciones normales y un ladrillo patrón expuesto al fuego se encuentra entre 22-38%, a mayor temperatura, mayor variación de resistencia a la compresión; en cambio los ladrillos con reemplazo del 10% con PET en condiciones normales y un ladrillo con el 10% de reemplazo de PET expuesto al fuego se encuentra entre 53-59%, a mayor temperatura, mayor variación de resistencia a la compresión.

La evaluación costo-beneficio nos mostró de qué manera influye económicamente el reemplazo y adición de plástico PET en el costo del concreto para un millar de ladrillos en cada caso de reemplazo o adición, se estudiaron 5 proporciones de ladrillos, 3 de reemplazo y 2 de adición, el costo del concreto para un millar de ladrillos sin reemplazo ni adición es de S/.712.04 soles, mientras que el costo por millar de ladrillo de concreto de reemplazo del peso del agregado grueso en 5%,10% y 20% es de S/1289.01, S/1789.49 y S/2790.47 soles, y en el caso de la adición de plástico PET en +5% y +10% es de S/990.55 y S/1192.51 soles, pudiéndose concluir económicamente hablando que utilizar ladrillos de concreto con plástico PET no es viable; sin embargo, la presente investigación no tiene como objetivo generar un ladrillo más económico, sino un ladrillo que permita eliminar plástico del medio ambiente, por lo que se realizó una evaluación para conocer cuánto plástico se reduciría por millar de ladrillos por cada proporción; en el caso de los ladrillos de concreto con 5% de reemplazo en el peso de agregado grueso se eliminaría 5491 botellas de plástico de 600 ml aproximadamente, en el caso del ladrillo de concreto con 10% de reemplazo en el peso del agregado grueso se eliminaría 10981 botellas de plástico de 600 ml aproximadamente por cada millar de ladrillos, en el caso de los ladrillos con el 20% de reemplazo en el peso del agregado grueso se eliminaría 21962 botellas de plástico de 600 ml aproximadamente, de igual manera en el caso de los ladrillos con adición de plástico en 5% del peso de cemento se eliminarían 2197 botellas de plástico de 600 m aproximadamente, y para ladrillos de concreto con plástico en 10% del peso de cemento se eliminarían 4393 botellas de plástico PET; son cantidades significativas debido a que la cantidad de botellas plásticas que no se reutilizan y que son acumuladas contaminando es muy grande, no solo a nivel local sino también a nivel nacional, el costo final del concreto para realizar ladrillos con reemplazo y adición podrían disminuir si la Municipalidad, ONG o entidades pertinentes apoyan la iniciativa garantizando la trituración del plástico PET para las empresas que fabriquen ladrillos de concreto, debido a que ya se conoce de qué manera influye.

La evaluación de impacto ambiental que se realizó para la investigación nos permitió conocer que el mayor impacto es generado es por el ruido que generan las máquinas para triturar plástico y vibrado de concreto, y el impacto positivo mayor fue la generación de empleo.

Como conclusión final podemos afirmar que el plástico PET reciclado influye positivamente en las características físicas y mecánicas de ladrillos de concreto con reemplazo del 10% de agregado grueso por plástico PET en condiciones normales, mientras que en las demás proporciones no influye positivamente necesariamente, sin embargo, en las proporciones estudiadas de 5% y 20% del peso del agregado grueso y adición de 5% y 10% del peso del cemento permitirán aún ser usadas para fines estructurales.

## **VII. Recomendaciones**

Se recomienda ampliar el estudio, con respecto a dosificaciones más cercanas en reemplazo y ampliar las dosificaciones de adición, para así poder obtener un porcentaje óptimo más preciso. Por ejemplo, se pueden utilizar porcentajes entre 5% y 10% de reemplazo o entre 5% y 10% de adición para así tener datos más precisos con respecto a la influencia del plástico PET triturado en el ladrillo de concreto.

Se recomienda ampliar tiempo de estudio, debido a que la presente investigación se ha visto limitada por el tiempo, para poder realizar todos los ensayos que permitirían tener una precisión mayor, mayor cantidad de unidades y de esa manera mejorar la investigación.

Se recomienda ampliar la investigación con respecto al calor, de qué manera influye no solo en la resistencia a la compresión sino también en otros ensayos como compresión axial de prismas y compresión diagonal de muretes, así como también evaluar los ladrillos al exponerlos a diferentes temperaturas, con la finalidad de que se pueda conocer cuál es la temperatura máxima a la cual los ladrillos pueden ser expuestos sin que presenten diferencias significativas con respecto a su características mecánicas.

Se recomienda ampliar investigación utilizando plástico PET más pequeño de manera que se pueda reemplazar por agregado fino y de esa manera conocer qué reemplazo es el que obtiene mejores resultados.

Se recomienda que esta investigación sea utilizada por las municipalidades y entidades correspondientes para que consideren exigir a las empresas que venden ladrillos de concreto

adicionar y/o reemplazar plástico PET, para esto también sería necesario una planta trituradora de plástico PET municipal, la que facilitaría la implementación de este producto contaminante.

Se recomienda ampliar la investigación utilizando otros tipos de plástico para determinar si es factible usarlo como adición y/o reemplazo no solo en unidades de albañilería sino también en otro tipo de prefabricados de concreto.

### VIII. Referencias bibliográficas

- [1] M. R. Gómez Antón, Contención del calentamiento global: la aportación de los plásticos, Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca, 2014.
- [2] Ministerio del Ambiente, «Ministerio Del Ambiente,» 18 Mayo 2018. [En línea]. Available: <http://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>. . [Último acceso: 2 Octubre 2018].
- [3] Ministerio de Ambiente, «La República,» 8 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://larepublica.pe/sociedad/1239008-99-basura-plastica-genera-pais-recicla>. [Último acceso: 3 Octubre 2018].
- [4] D. M. Roodman y N. Lensen , A Building Revolution: How Ecology and Health Concerns are Transforming Construction, Washington D.C: Worldwatch Institute, 1995.
- [5] N. F. Loaiza Elizalde y J. D. Bautista Gordillo, «Impacto de la construcción sostenible y tradicional a nivel ambiental,» *Boletín Semillas Ambientales*, vol. XII, nº 1, pp. 16-25, 2018.
- [6] Municipalidad Provincial de Chiclayo, «Municipalidad Distrital de Chiclayo,» 25 Abril 2013. [En línea]. Available: <https://www.munichiclayo.gob.pe/index.php?cp=6424&tipo=mpu&op=2>. [Último acceso: 10 Mayo 2019].
- [7] B. Caballero Meza y O. Florez Lengua, Artists, *Elaboración de bloques en cemento reutilizando el plástico Polietilen-Tereftalato(PET) como alternativa sostenible para la construcción*. [Art]. Universidad de Cartagena, 2016.

- [8] J. A. Mejía Quiñonez y N. Pachacama Velasquez, Artists, *Diseño de bloques para mampostería en obras civiles con agregados de fibra de caucho neumático y plástico reciclado (PET)*. [Art]. Universidad de las fuerzas armadas ESPE, 2018.
- [9] P. J. Angumba Aguilar, Artist, *Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET) para mampostería no portante*. [Art]. Universidad de Cuenca, 2016.
- [10] E. R. Echevarría Garro, Artist, *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. [Art]. Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
- [11] R. Tueros Rojas y A. G. Lopez Jara, Artists, *Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con las 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 co.* [Art]. Universidad Andina del Cusco, 2016.
- [12] R. O. Di Marco Morales, H. A. León Tellez y J. E. Almeria, «Diseño y elaboración de ladrillos con adición de PET (material reciclado, para núcleos rurales del Socorro,» *Centauro*, vol. 8, nº 11, pp. 9-24, 2016.
- [13] A. D. Martínez Amariz y M. L. Cote Jiménez, «Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET,» *INGE CUC*, vol. 10, nº 2, pp. 76-80, 2014.
- [14] Reglamento Nacional de Edificaciones, *Albañilería*, Lima: El Peruano, 2006.
- [15] INACAL, *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*, 2 ed., Lima: INACAL, 2013.
- [16] INACAL, *Método de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto*, 1 ed., Lima: INACAL, 2002.
- [17] INACAL, *Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería*, 2 ed., Lima: INACAL, 2013.
- [18] INACAL, *Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería*, 1 ed., Lima: INACAL, 2015.

- [19] INACAL, *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*, 3 ed., Lima: INACAL, 2018.
- [20] INACAL, *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativo (peso específico) y absorción del agregado grueso*, 3 ed., Lima: INACAL, 2018.
- [21] INACAL, *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*, Lima: INACAL, 2018.
- [22] INACAL, *Ladrillos de concreto. Requisitos*, 2 ed., Lima: INACAL, 2015.
- [23] INACAL, *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados*, 3 ed., Lima: INACAL, 2016.
- [24] INACAL, *Agregados para concreto. Requisitos*, 4 ed., Lima: INACAL, 2018.
- [25] INACAL, *Especificación normalizada para morteros*, Lima: INACAL, 2018.
- [26] INACAL, *Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento Portland usando especímenes cúbicos de 50 mm de lado*, 5 ed., Lima: INACAL, 2013.
- [27] A. San Bartolomé, *Construcciones de Albañilería-Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*, Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, 1994.
- [28] L. Frederik, *The Chemistry of Cement and Concrete*, Londres: Edward Arnolds Publishers, 1988.
- [29] D. Sanchez De Guzmán, *Tecnología del Concreto y del Mortero*, Santafé de Bogotá: Bhandar Editores LTDA, 2001.
- [30] Real Academia Española, *Diccionario de la lengua española*, Real Academia Española, 2017.
- [31] Instituto Mexicano del Plástico, *Enciclopedia del plástico*, México D.F: Hoescht, 1997.
- [32] J. A. Careaga, *Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes*, México D.F: Instituto Nacional de Ecología-SEDESOL, 1993.

- [33] X. Elías y L. Jurado, «Los plásticos residuales y sus posibilidades de valoración,» de *Reciclaje de Residuos Industriales*, España, Diaz de Santos, 2009, pp. 999-1032.
- [34] L. Alesmar, N. Rendón y M. E. Korody, «Diseños de mezcla de Tereftalato de Polietileno (PET)-Cemento,» *Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V*, vol. 23, n° 1, pp. 77-86, 2008.
- [35] C. Frías, I. Ize y A. Gavilán, «La situación de los envases de plástico en México,» *Gaceta Ecológica*, n° 69, pp. 67-82, 2003.
- [36] E. Rivva López, *Diseño de Mezclas*, Lima: Fondo Editorial ICG, 2015.
- [37] INACAL, *Método de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*, 2 ed., Lima: INACAL, 2017.
- [38] *Constitución Política del Perú*, Lima, 1993.
- [39] *Ley General del Ambiente*, 2005.
- [40] *Ley Forestal y de Fauna Silvestre*, Lima, 2011.
- [41] *Ley General de Residuos Sólidos*, Lima, 2000.
- [42] Municipalidad Distrital de Chiclayo, «Municipalidad Distrital de Chiclayo,» 2012. [En línea]. Available: <https://www.munichiclayo.gob.pe/portalcix/Documento-Municipal/PIGARS-PLAN-INTEGRAL-DE-GESTION-AMBIENTAL-DE-RRSS/>. [Último acceso: Marzo 2019].
- [43] Presidencia del Consejo de Ministros-PCM, *Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos*, Lima, 2004.
- [44] Cedar Lake Ventures , «Weather Spark,» [En línea]. Available: <https://es.weatherspark.com/y/19272/Clima-promedio-en-Pomalca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>. [Último acceso: 12 Abril 2021].
- [45] IQ Air, «IQ Air,» [En línea]. Available: <https://www.iqair.com/es/peru/lambayeque/pomalca>. [Último acceso: 12 Abril 2021].

- [46] Municipalidad Distrital de Pomalca, «Municipalidad Distrital de Pomalca,» [En línea]. Available: <https://www.munimdp.gob.pe/datos-generales/geografia/>. [Último acceso: 12 Abril 2021].
- [47] J. Diaz Pasco, Interviewee, *Incendios en el distrito de Chiclayo*. [Entrevista]. 29 Abril 2022.

## IX. Anexos

ANEXO 1 - TABLA 1 Factores de Incremento por Edad

Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1.15	1.05
	Bloques de concreto	1.25	1.05
Pilas	Ladrillos de arcilla y bloques de concreto	1.10	1.00

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones - Albañilería E.070

ANEXO 1 - TABLA 2 Factores de corrección Altura/Espesor

hp/tp	1.30	1.50	2.00	2.50	3.00	4.00	5.00
Factor de corrección	0.75	0.86	1.00	1.04	1.07	1.15	1.22

Fuente: Norma Técnica Peruana 399.605

ANEXO 1 - TABLA 3 Peso de Botellas de Agua Promedio

Marca	Peso del agua (kg)	Peso de botella llena(kg)	Peso solo botella(kg)	Peso solo botella promedio(kg)
Cielo	0.625	0.65	0.03	0.023
San Mateo	0.6	0.63	0.03	
Benedictino	0.6	0.62	0.02	
San Carlos	0.625	0.65	0.02	

Fuente Propia

**ANEXO 1 - TABLA 4 Tabla Salarial de Construcción Civil 2020-2021**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>Pago Semanal</b>	<b>Pago Diario</b>	<b>Pago por horas</b>
<b>OPERARIO</b>	<b>S/688.46</b>	<b>S/114.74</b>	<b>S/14.34</b>
<b>OFICIAL</b>	<b>S/545.64</b>	<b>S/90.94</b>	<b>S/11.37</b>
<b>PEON</b>	<b>S/495.04</b>	<b>S/82.51</b>	<b>S/10.31</b>
<b>OPERARIO(Op.De Equipo Mediano)</b>	<b>S/722.92</b>	<b>S/120.49</b>	<b>S/15.06</b>
<b>OPERARIO(Op.De Equipo Pesado)</b>	<b>S/731.54</b>	<b>S/121.92</b>	<b>S/15.24</b>
<b>OPERARIO(Electromecánico)</b>	<b>S/753.08</b>	<b>S/125.51</b>	<b>S/15.69</b>
<b>OPERARIO(Topógrafo)</b>	<b>S/727.23</b>	<b>S/121.21</b>	<b>S/15.15</b>

**Fuente Federación de Trabajadores En Construcción Civil del Perú**

**ANEXO 1 - TABLA 5 Porcentaje de Huecos del Molde**

<b>Medida</b>	<b>Dimensión Molde (cm)</b>	<b>Área Bruta(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Área huecos(cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Porcentajes de Huecos</b>
<b>Largo</b>	<b>24.00</b>	<b>312.00</b>	<b>65</b>	<b>21%</b>
<b>Ancho</b>	<b>13.00</b>			

**Fuente Propia**

**ANEXO 1 - TABLA 6 Resistencia a la Compresión del Mortero**

<b>MUESTRA</b>	<b>DIMENSIONES</b>			<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>CARGA</b>		<b>RESISTENCIA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RESISTENCIA (Mpa)</b>
	<b>h (cm)</b>	<b>L (cm)</b>	<b>a (cm)</b>		<b>CARGA (KN)</b>	<b>CARGA (KG)</b>		
1	5.00	5.06	5.00	25.30	31.05	3166.17	125.15	12.27
2	4.99	5.05	5.02	25.35	32.25	3288.53	129.72	12.72
3	5.04	5.06	5.04	25.50	31.50	3212.06	125.95	12.35
4	5.14	5.07	5.04	25.53	32.55	3319.12	130.02	12.75
5	5.09	5.05	4.98	25.15	31.65	3227.35	128.33	12.58
6	5.02	5.10	4.97	25.35	32.75	3339.52	131.75	12.92

**Fuente Propia**

### ANEXO 1 - TABLA 7 Materiales De Construcción Empleados En Paredes

	Ladrillo/bloque de cemento	Adobe o Tapia	Madera	Quincha	Estera	Otros
Chiclayo	90,928	70,619	445	1,097	949	778
Ferreñafe	3,733	16,701	38	767	339	111
Lambayeque	13,922	34,285	369	5,100	853	237
<b>TOTAL</b>	<b>108,583</b>	<b>121,605</b>	<b>852</b>	<b>6,964</b>	<b>2,141</b>	<b>1,126</b>

Fuente Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos de Chiclayo 2012

### ANEXO 1 - TABLA 8 Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto

Dosificación	Designación	L(Promedio)	A(Promedio)	h(Promedio)	Área Promedio	Pés Promedio(Kg)	F'c	Promedio
PATRÓN	L1	24.05 cm	13.03 cm	8.90 cm	313.25 cm <sup>2</sup>	54017 Kg	172.44 Kg/cm <sup>2</sup>	183.88 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.00 cm	13.05 cm	8.93 cm	313.20 cm <sup>2</sup>	53756 Kg	171.63 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.04 cm	13.03 cm	8.85 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	64986 Kg	207.56 Kg/cm <sup>2</sup>	
5% (Reemplazo)	L1	24.00 cm	13.06 cm	8.75 cm	313.51 cm <sup>2</sup>	53555 Kg	170.82 Kg/cm <sup>2</sup>	188.26 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.03 cm	12.96 cm	8.69 cm	311.44 cm <sup>2</sup>	59931 Kg	192.43 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	23.99 cm	13.03 cm	8.73 cm	312.44 cm <sup>2</sup>	60345 Kg	193.14 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.03 cm	8.60 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	61563 Kg	196.63 Kg/cm <sup>2</sup>	
10% (Reemplazo)	L1	24.18 cm	13.11 cm	8.63 cm	317.01 cm <sup>2</sup>	80011 Kg	252.40 Kg/cm <sup>2</sup>	241.03 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.23 cm	13.01 cm	8.61 cm	315.24 cm <sup>2</sup>	68212 Kg	216.38 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.20 cm	13.08 cm	8.54 cm	316.42 cm <sup>2</sup>	81158 Kg	256.49 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.16 cm	13.00 cm	8.48 cm	314.12 cm <sup>2</sup>	75032 Kg	238.86 Kg/cm <sup>2</sup>	
15% (Reemplazo)	L1	24.05 cm	13.00 cm	8.49 cm	312.65 cm <sup>2</sup>	43315 Kg	138.54 Kg/cm <sup>2</sup>	151.68 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	23.95 cm	13.00 cm	8.64 cm	311.35 cm <sup>2</sup>	44975 Kg	144.45 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.01 cm	13.00 cm	8.58 cm	312.17 cm <sup>2</sup>	53849 Kg	172.50 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.06 cm	13.03 cm	8.35 cm	313.32 cm <sup>2</sup>	47380 Kg	151.22 Kg/cm <sup>2</sup>	
20% (Reemplazo)	L1	24.00 cm	13.09 cm	8.63 cm	314.11 cm <sup>2</sup>	68544 Kg	218.22 Kg/cm <sup>2</sup>	201.51 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.05 cm	13.04 cm	8.60 cm	313.56 cm <sup>2</sup>	59244 Kg	188.94 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.13 cm	13.08 cm	8.49 cm	315.43 cm <sup>2</sup>	60356 Kg	191.34 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.09 cm	13.09 cm	8.56 cm	315.26 cm <sup>2</sup>	65434 Kg	207.55 Kg/cm <sup>2</sup>	
25% (Reemplazo)	L1	24.15 cm	13.03 cm	8.55 cm	314.55 cm <sup>2</sup>	53001 Kg	168.50 Kg/cm <sup>2</sup>	167.49 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.06 cm	13.03 cm	8.53 cm	313.42 cm <sup>2</sup>	50339 Kg	160.61 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.06 cm	13.03 cm	8.51 cm	313.42 cm <sup>2</sup>	54389 Kg	173.53 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.04 cm	8.60 cm	313.41 cm <sup>2</sup>	52435 Kg	167.31 Kg/cm <sup>2</sup>	
5% adición	L1	24.43 cm	13.03 cm	8.34 cm	318.14 cm <sup>2</sup>	63176 Kg	198.58 Kg/cm <sup>2</sup>	208.66 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	23.76 cm	13.03 cm	8.54 cm	309.51 cm <sup>2</sup>	68151 Kg	220.19 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.04 cm	13.03 cm	8.60 cm	313.09 cm <sup>2</sup>	65745 Kg	209.98 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L4	24.04 cm	13.10 cm	8.60 cm	314.90 cm <sup>2</sup>	64832 Kg	205.88 Kg/cm <sup>2</sup>	
10% adición	L1	24.08 cm	13.10 cm	8.29 cm	315.38 cm <sup>2</sup>	60265 Kg	191.09 Kg/cm <sup>2</sup>	189.44 Kg/cm <sup>2</sup>
	L2	24.04 cm	13.13 cm	8.35 cm	315.50 cm <sup>2</sup>	60265 Kg	191.02 Kg/cm <sup>2</sup>	
	L3	24.10 cm	13.10 cm	8.50 cm	315.71 cm <sup>2</sup>	58788 Kg	186.21 Kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente Propia

ANEXO 1 - TABLA 9 Porcentaje de Absorción de Ladrillos de Concreto

Absorción					
Dosificación	Ws	Ws		Wd	Absorción
<b>PATRÓN</b>	4845.00 g	4825.00 g	4650.00 g	4630.00 g	4.21%
	4830.00 g		4630.00 g		
	4800.00 g		4610.00 g		
<b>5% PET</b>	4660.00 g	4640.00 g	4532.00 g	4368.00 g	6.23%
	4640.00 g		4306.00 g		
	4620.00 g		4266.00 g		
<b>10% PET</b>	4630.00 g	4650.00 g	4295.00 g	4408.00 g	5.49%
	4650.00 g		4370.00 g		
	4670.00 g		4559.00 g		
<b>15% PET</b>	4623.00 g	4630.00 g	4442.00 g	4480.00 g	3.35%
	4632.00 g		4479.00 g		
	4635.00 g		4519.00 g		
<b>20% PET</b>	4665.00 g	4680.00 g	4442.00 g	4460.00 g	4.93%
	4680.00 g		4459.00 g		
	4695.00 g		4479.00 g		
<b>25% PET</b>	4445.00 g	4450.00 g	4140.00 g	4152.00 g	7.18%
	4448.00 g		4149.00 g		
	4457.00 g		4167.00 g		
<b>+ 5% PET</b>	4790.00 g	4802.00 g	4426.00 g	4542.00 g	5.72%
	4805.00 g		4579.00 g		
	4811.00 g		4621.00 g		
<b>+ 10% PET</b>	4827.00 g	4830.00 g	4628.00 g	4640.00 g	4.09%
	4828.00 g		4639.00 g		
	4835.00 g		4653.00 g		

Fuente Propia

**ANEXO 1 - TABLA 10 Variación Dimensional De Ladrillos De Concreto**

Medidas de Molde									
	Longitud(L)(mm)	Ancho (A)(mm)			Altura(H)(mm)				
	240	130			90				
Dosificación	L(Promedio)	V.D(mm) Promedio	V.D%(Promedio)	A(Promedio)	V.D(mm) Promedio	V.D%	Altura(h)(Promedio)	V.D(mm) Promedio	V.D%(Promedio)
PATRÓN	240.500	-0.350	0.15%	130.250	-0.400	0.31%	89.500	0.950	-1.06%
	240.000			130.500			89.000		
	240.375			130.250			89.000		
	240.500			130.625			89.250		
	240.375			130.375			88.500		
	240.500			130.500			89.000		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
5%	240.000	0.042	-0.02%	129.750	-0.167	0.13%	88.000	1.250	-1.39%
	240.500			130.750			88.500		
	239.875			129.750			89.000		
	240.375			130.250			89.000		
	239.500			130.000			89.000		
	239.500			130.500			89.000		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
10%	241.750	-1.646	0.69%	130.250	-0.583	0.45%	88.500	1.458	-1.62%
	242.250			131.250			88.500		
	242.000			130.250			88.500		
	241.625			131.000			88.500		
	241.750			130.750			88.500		
	240.500			130.000			88.750		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
15%	239.750	-0.042	0.02%	130.000	-0.271	0.21%	88.500	1.500	-1.67%
	240.375			130.000			88.500		
	240.500			130.000			88.500		
	239.500			130.000			88.500		
	239.750			131.250			88.250		
	240.375			130.375			88.750		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
20%	240.000	-0.500	0.21%	130.250	-0.438	0.34%	88.500	1.375	-1.53%
	240.500			130.875			88.500		
	241.250			130.375			89.000		
	240.875			130.750			88.750		
	240.000			130.000			88.500		
	240.375			130.375			88.500		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
25%	241.500	-1.146	0.48%	130.875	-0.521	0.40%	88.250	1.500	-1.67%
	240.625			130.250			88.500		
	240.625			130.250			88.750		
	240.375			130.250			88.250		
	243.000			130.750			88.750		
	240.750			130.750			88.500		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
+5%	244.250	-2.021	0.84%	130.375	-0.771	0.59%	88.250	1.583	-1.76%
	237.625			130.250			88.250		
	240.375			130.250			88.250		
	240.375			130.250			88.250		
	246.500			130.000			88.500		
	243.000			133.500			89.000		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	
+10%	240.750	-0.600	0.25%	131.000	-0.950	0.73%	88.750	1.150	-1.28%
	240.375			131.250			88.750		
	241.000			131.000			89.000		
	240.375			130.000			88.750		
	240.500			131.500			89.000		
	240.500			131.500			89.000		
Verificación E.070	Ladrillo V(1% Máx)	Cumple		Ladrillo V(2% Máx)	Cumple		Ladrillo V(3% Máx)	Cumple	
Verificación NTP 399.601	+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple		+3.2 mm	Cumple	

Fuente: Propia

ANEXO 1 - TABLA 11 Alabeo De Ladrillos de Concreto

Dosificación	Designación	Alabeo	Alabeo Promedio	Tipo V 2mm
Patrón	L1	0.00 mm	0.60 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	1.00 mm		
5%	L1	2.00 mm	0.80 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	0.00 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	2.00 mm		
10%	L1	0.00 mm	0.00 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	0.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	0.00 mm		
15%	L1	0.00 mm	0.67 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	1.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	1.00 mm		
20%	L1	1.00 mm	1.17 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	2.00 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	0.00 mm		
	L6	1.00 mm		
25%	L1	2.00 mm	1.75 mm	Cumple
	L2	1.00 mm		
	L3	3.50 mm		
	L4	2.00 mm		
	L5	1.00 mm		
	L6	1.00 mm		
+5%	L1	0.00 mm	1.00 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	2.00 mm		
	L4	1.00 mm		
	L5	1.00 mm		
	L6	2.00 mm		
+10%	L1	0.00 mm	0.40 mm	Cumple
	L2	0.00 mm		
	L3	1.00 mm		
	L4	0.00 mm		
	L5	1.00 mm		

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 12 Resistencia A La Compresión Posterior A La Exposición Al Calor

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POSTERIOR A LA EXPOSICIÓN AL CALOR								
Dosificación	L	A	H	Resistencia kN	Resistencia en Kg	Area cm2	Resistencia Kg/cm2	Resistencia Promedio
PATRÓN	24.05 cm	13.03 cm	30.50 cm	500.00 kN	50985.80 Kg	313.37 cm2	162.70 Kg/cm2	153.24 Kg/cm2
	24.00 cm	13.05 cm	30.30 cm	463.75 kN	47289.33 Kg	313.20 cm2	150.99 Kg/cm2	
	24.04 cm	13.03 cm	30.40 cm	448.62 kN	45746.50 Kg	313.24 cm2	146.04 Kg/cm2	
5%	24.10 cm	13.10 cm	30.10 cm	416.78 kN	42499.72 Kg	315.71 cm2	134.62 Kg/cm2	152.91 Kg/cm2
	24.05 cm	12.98 cm	30.15 cm	544.17 kN	55489.89 Kg	312.17 cm2	177.76 Kg/cm2	
	24.08 cm	13.02 cm	30.75 cm	450.00 kN	45887.22 Kg	313.52 cm2	146.36 Kg/cm2	
10%	24.15 cm	13.03 cm	30.45 cm	584.00 kN	59551.41 Kg	314.55 cm2	189.32 Kg/cm2	133.72 Kg/cm2
	24.18 cm	13.10 cm	31.00 cm	343.46 kN	35023.17 Kg	316.76 cm2	110.57 Kg/cm2	
	24.20 cm	13.08 cm	30.80 cm	314.22 kN	32041.52 Kg	316.42 cm2	101.26 Kg/cm2	
20%	24.00 cm	13.00 cm	30.00 cm	306.50 kN	31254.30 Kg	312.00 cm2	100.17 Kg/cm2	122.72 Kg/cm2
	24.10 cm	13.09 cm	30.45 cm	406.87 kN	41489.18 Kg	315.41 cm2	131.54 Kg/cm2	
	24.05 cm	13.08 cm	30.65 cm	420.75 kN	42904.55 Kg	314.45 cm2	136.44 Kg/cm2	
+5%	24.03 cm	13.04 cm	31.00 cm	374.18 kN	38155.73 Kg	313.29 cm2	121.79 Kg/cm2	143.60 Kg/cm2
	24.00 cm	13.03 cm	30.75 cm	472.42 kN	48173.42 Kg	312.60 cm2	154.11 Kg/cm2	
	24.05 cm	13.00 cm	30.90 cm	474.90 kN	48426.31 Kg	312.65 cm2	154.89 Kg/cm2	
+10%	24.10 cm	13.10 cm	30.55 cm	374.18 kN	38155.73 Kg	315.71 cm2	120.86 Kg/cm2	111.13 Kg/cm2
	24.10 cm	13.10 cm	30.70 cm	343.67 kN	35044.58 Kg	315.71 cm2	111.00 Kg/cm2	
	24.10 cm	13.10 cm	30.65 cm	314.32 kN	32051.71 Kg	315.71 cm2	101.52 Kg/cm2	

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 13 Resistencia A La Compresión Posterior A La Exposición Al Fuego

Temperatura	Dosificación	Fuerza KN	Fuerza Kgf	Resistencia Kg/cm2	Resistencia Promedio	Resistencia Condiciones Normales	Variación	Variación Porcentajal
600°C	10%	215.00 KN	21923.98 Kgf	70.27 Kg/cm2	98.16 Kg/cm2	241.03 Kg/cm2	142.87 Kg/cm2	59%
		276.61 KN	28206.47 Kgf	90.41 Kg/cm2				
		347.23 KN	35407.74 Kgf	113.49 Kg/cm2				
		362.45 KN	36959.75 Kgf	118.46 Kg/cm2				
500°C		250.00 KN	25493.00 Kgf	81.71 Kg/cm2	100.54 Kg/cm2	241.03 Kg/cm2	140.49 Kg/cm2	58%
		310.99 KN	31712.27 Kgf	101.64 Kg/cm2				
		303.32 KN	30930.15 Kgf	99.14 Kg/cm2				
		313.95 KN	32014.11 Kgf	102.61 Kg/cm2				
		301.65 KN	30759.85 Kgf	98.59 Kg/cm2				
		418.97 KN	42723.21 Kgf	136.93 Kg/cm2				
		356.82 KN	36385.65 Kgf	116.62 Kg/cm2				
		236.66 KN	24132.69 Kgf	77.35 Kg/cm2				
400°C	276.10 KN	28154.47 Kgf	90.24 Kg/cm2	113.33 Kg/cm2	241.03 Kg/cm2	127.70 Kg/cm2	53%	
	334.79 KN	34139.21 Kgf	109.42 Kg/cm2					
	357.61 KN	36466.21 Kgf	116.88 Kg/cm2					
	380.15 KN	38764.66 Kgf	124.25 Kg/cm2					
	266.82 KN	27208.17 Kgf	87.21 Kg/cm2					
	352.65 KN	35960.43 Kgf	115.26 Kg/cm2					
600°C	PATRÓN	340.38 KN	34709.23 Kgf	111.25 Kg/cm2	113.73 Kg/cm2	183.88 Kg/cm2	70.15 Kg/cm2	38%
		249.09 KN	25400.21 Kgf	81.41 Kg/cm2				
		328.40 KN	33487.60 Kgf	107.33 Kg/cm2				
		452.00 KN	46091.34 Kgf	147.73 Kg/cm2				
		369.94 KN	37723.52 Kgf	120.91 Kg/cm2				
500°C		277.33 KN	28279.89 Kgf	90.64 Kg/cm2	128.88 Kg/cm2	183.88 Kg/cm2	55.00 Kg/cm2	30%
		360.37 KN	36747.65 Kgf	117.78 Kg/cm2				
		445.46 KN	45424.45 Kgf	145.59 Kg/cm2				
		256.27 KN	26132.36 Kgf	83.76 Kg/cm2				
		445.11 KN	45388.76 Kgf	145.48 Kg/cm2				
		570.17 KN	58141.38 Kgf	186.35 Kg/cm2				
		291.83 KN	29758.49 Kgf	95.38 Kg/cm2				
	519.72 KN	52996.89 Kgf	169.86 Kg/cm2					
400°C	382.84 KN	39038.96 Kgf	125.12 Kg/cm2	143.01 Kg/cm2	183.88 Kg/cm2	40.87 Kg/cm2	22%	
	481.03 KN	49051.59 Kgf	157.22 Kg/cm2					
	400.96 KN	40886.69 Kgf	131.05 Kg/cm2					
	521.08 KN	53135.57 Kgf	170.31 Kg/cm2					
		399.98 KN	40786.76 Kgf	130.73 Kg/cm2				
		384.79 KN	39237.81 Kgf	125.76 Kg/cm2				

Fuente: Propia

## ANEXO 1 - TABLA 14 Diseño de Mezcla



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"

TESISTA: Boyer Bocanegra David Arturo  
**Ensayo** : Diseño de Mezcla ACI-211

Fecha: 11/11/2019

### 1) DATOS DE LOS AGREGADOS PARA EL DISEÑO

	C. TRES TOMAS		C. PÁTAPO	
	A. GRUESO	A. FINO		
01. Tamaño máximo nominal	3/8"	-		pulg.
02. Peso Unitario suelto seco	1.41483	1.51657		g/cm <sup>3</sup>
03. Peso Unitario compactado seco	1.56429	1.75456		g/cm <sup>3</sup>
04. Peso específico de masa seco	2.63317	2.56883		kg/cm <sup>3</sup>
05. Contenido de humedad	0.40161	1.21457		%
06. Contenido de absorción	1.58081	0.84508		%
07. Módulo de fineza (adimensional)		2.94		
08. Peso Específico del cemento (Tipo MS)		3.10		g/cm <sup>3</sup>

### 2) RESISTENCIA DE DISEÑO REQUERIDA (F'cr)

En nuestro caso, como no contamos con ningún tipo de registro en obra, para poder hallar la desviación estándar, para hallar un valor promedio de resistencia, peor aún no se cuenta con un registro o control de calidad en obra; pasaríamos a verificar el caso b), utilizando la table 08 de la hoja de excel "Tablas ACI", o de la tabla 7.4.3 del libro de Rivva López de la siguiente manera:

F'c	180
F'cr	250

Para ser clasificado como tipo 17 según la 399.604 y estructural según la E-070 del RNE, se usará como resistencia básica 180

### 3) PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO

Se determina el porcentaje de aire atrapado utilizando el Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López.

T.M.N	3/8"
%Aire Atrapado	3.00%

### 4) ASENTAMIENTO DE CONCRETO

Se determina el asentamiento del concreto, utilizando la tabla 02 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 11.2.1 del libro de Rivva López

Colocar del 0-6	Tipo de Estructura	Asentamiento
1	Zapatas y muros de cimentación reforzados	1" a 2"

### 5) CANTIDAD DE AGUA

Se determina la cantidad de agua, utilizando la tabla 03 de la hoja de excel "Tablas ACI" o la tabla 10.2.1 del libro de Rivva López o el 10.2.2 del mismo

Tamaño Máximo Nominal	Asentamiento	Cantidad de agua en litros
3/8"	1"	207 lts

### 6) RELACIÓN AGUA/CEMENTO

Se determina la relación agua-cemento, utilizando la tabla 04 de la hoja de excel "Tablas ACI" a partir de la Resistencia De Diseño Requerido y % de aire atrapado o la tabla 12.2.2 del libro de Rivva López, 12.2.3, 12.2.4 o 12.2.5 del mismo o utilizar el valor que se requiera.

F'cr	%Aire Atrapado	R. A/C
250	3.00%	0.5

### 7) CANTIDAD DE CEMENTO

Se determina la cantidad de cemento, a partir de la relación agua cemento y la cantidad de agua.

R. A/C	Cantidad de agua	Cemento
0.5	207 lts	414.00 Kg

**8) PESO DEL AGREGADO GRUESO**

T.M.N	Módulo de fineza	b/b0	Peso Agregado Grueso
3/8"	2.94	0.446	697.67 Kg

**9) CANTIDADES DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO POR M3**

Cemento	Agua	Aire	Agregado Grueso	Agregado Fino	Peso Agregado Fino
0.134 m3	0.207 m3	0.030 m3	0.265 m3	0.364 m3	936.327 Kg

**10) PESO DE LOS COMPONENTES DE CONCRETO EN CONDICIONES SECAS**

Componente	Peso
Cemento	414.00 Kg
Agua	207 Its
Aire	3.00%
Agregado Grueso	697.67 Kg
Agregado Fino	936.327 Kg

**11) CORRECCIÓN POR HUMEDAD**

Componente	Peso Seco	Humedad	Peso Condición Húmeda
Agregado Grueso	697.67	0.40%	700.476 Kg
Agregado Fino	936.33	1.21%	947.699 Kg

**12) AGUA EFECTIVA**

	Absorción	Humedad	Peso Seco	Aporte de agua
Agregado Grueso	1.58%	0.40%	697.67 Kg	-8.23 Its
Agregado Fino	0.85%	1.21%	936.327 Kg	3.46 Its
				-4.77 Its

Agua=	207 Its
Aporte=	-4.77 Its
<b>Agua Efectiva=</b>	<b>212 Its</b>

**13) PROPORCIONES DE DISEÑO EN PESO**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
414.00 Kg	700.48 Kg	947.70 Kg	212 Its

0.511515347

PESO:

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
1	1.69	2.29	21.74 Its

**14) PROPORCIONES DE DISEÑO EN VOLUMEN**

**14.1) MATERIALES POR TANDA**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
42.50 Kg/bls	71.91 Kg/bls	97.29 Kg/bls	21.7 Its/bls

**14.2) PESOS UNITARIOS HÚMEDOS**

	Peso Unitario Suelto Seco	Humedad	Pesos Unitarios Húmedos	Pesos Unitarios Húmedos Pie3
Agregado Grueso	1414.83 Kg/m3	0.40%	1420.51 Kg/m3	40.22 Kg/pie3
Agregado Fino	1516.57 Kg/m3	1.21%	1534.99 Kg/m3	43.46 Kg/pie3

**14.3) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN**

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
42.50 Kg	71.91 Kg	97.29 Kg	21.74 Its

VOLUMEN:

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
1	1.79	2.24	21.74 Its

PESO:

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
1	1.69	2.29	21.74 Its

VOLUMEN:

Cemento	A.Grueso	A.Fino	Agua
1	1.79	2.24	21.74 Its

**16) CANTIDADES PARA ELABORACIÓN DE LADRILLO**

Cemento		Agregado Fino	Agregado Grueso		
1		1.5	1.5		
Peso de Cantidades	Área del molde	Peso de Componentes por Ladrillo	Desperdicio	Peso de Componentes por Ladrillo	
Cemento	0.0022 m3	0.92 Kg	10%	1.01 Kg	
Agregado Fino		1.38 Kg		1.52 Kg	
Agregado Grueso		1.38 Kg		1.52 Kg	
Agua		0.47 Its		0.52 Its	

**15) CANTIDADES PARA ELABORACIÓN DE LADRILLO**

Cemento		Agregado Fino	Agregado Grueso		
1		2.5	2.5		
Peso de Cantidades	Volumen de Molde	Peso de Componentes por Ladrillo	Desperdicio	Peso de Componentes por Ladrillo	
Cemento	0.0022 m3	0.92 Kg	10%	1.01 Kg	
Agregado Fino		2.30 Kg		2.53 Kg	
Agregado Grueso		2.30 Kg		2.53 Kg	
Agua		0.47 Its		0.52 Its	

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 15 Análisis de Precios Unitarios de Fabricación de Ladrillos de Concreto Óptimo

<b>TESIS</b>	<i>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA</i>						
<b>ESTUDIANTE</b>	David Arturo Boyer Bocanegra						
<b>ASESOR</b>	Mgtr. Carlos Tafur Jimenez						
<b>ELABORACIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO CON PLÁSTICO PET</b>							
Rendimiento	und/DÍA	MO	150.00	EQ	150.00	Costo Unitario directo por: und	2.21
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>							
Peón			hh	2	0.107	8.74	0.93
<b>0.93</b>							
<b>Materiales</b>							
Cemento			bls		0.024	21.186	0.5035
Agregado fino (Incluye transporte)			m <sup>3</sup>		0.00150	50.85	0.076
Confitillo (Incluye transporte)			m <sup>3</sup>		0.00139	55.08	0.076
Plastico PET (Triturado e incluye transporte)			m <sup>3</sup>		0.00015	993.22	0.153
Agua			m <sup>3</sup>		0.00040	4.24	0.002
<b>0.81</b>							
<b>Equipos</b>							
Molde			hm	1	0.053	3.39	0.181
Mezcladora			hm	1	0.053	2.65	0.141
Mesa vibratoria			hm	1	0.053	2.64	0.141
<b>0.46</b>							

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 16 Análisis de Precios Unitarios de Resistencia a la Compresión de Ladrillos de Concreto Óptimo

<b>TESIS</b>	<i>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019</i>						
<b>ESTUDIANTE</b>	David Arturo Boyer Bocanegra						
<b>ASESOR</b>	Mgtr. Carlos Tafur Jimenez						
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>							
Rendimiento	und/DÍA	MO	40.00	EQ	40.00	Costo Unitario directo por: und	5.08
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>							
Peón			hh	1	0.200	8.74	1.75
Operario			hh	1	0.200	12.15	2.43
<b>4.18</b>							
<b>Equipos</b>							
Maquina Compresora			hm	1	0.053	16.95	0.90
<b>0.90</b>							

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 17 Análisis de Precios Unitarios a Compresión Diagonal de Ladrillos de Concreto Óptimo

<b>TESIS</b>	<i>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019</i>						
<b>ESTUDIANTE</b>	David Arturo Boyer Bocanegra						
<b>ASESOR</b>	Mgtr. Carlos Tafur Jiménez						
<b>COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES</b>							
Rendimiento	und/DÍA	MO	25.00	EQ	25.00	Costo Unitario directo por: und	44.66
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>							
Peón			hh	2	0.640	8.74	5.59
Operario			hh	1	0.320	12.15	3.89
							<b>9.48</b>
<b>Materiales</b>							
Arena gruesa			m <sup>3</sup>		0.03497	50.85	1.778
Agua			m <sup>3</sup>		0.00465	5.08	0.024
Cemento			bls		0.24687	3.39	0.837
							<b>2.64</b>
<b>Equipos</b>							
Maquina de compresión diagonal			hm	1	0.320	101.69	32.54
							<b>32.54</b>

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 18 Análisis de Precios Unitarios Resistencia a la Compresión Posterior a la Exposición al Calor Concreto Óptimo

<b>TESIS</b>	<i>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019</i>						
<b>ESTUDIANTE</b>	David Arturo Boyer Bocanegra						
<b>ASESOR</b>	Mgtr. Carlos Tafur Jiménez						
<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS POSTERIOR A LA EXPOSICIÓN AL CALOR</b>							
Rendimiento	UND/DÍA	MO	40.00	EQ	40.00	Costo Unitario directo por: und	7.57
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<b>Mano de obra</b>							
Peón			hh	1	0.200	8.74	1.75
Operario			hh	1	0.200	12.15	2.43
							<b>4.18</b>
<b>Equipos</b>							
Horno			hm	2	0.400	2.12	0.85
Maquina compresora			hm	1	0.200	16.95	3.39
							<b>3.39</b>

Fuente: Propia

### ANEXO 1 - TABLA 19 Presupuesto de Ensayos para Investigación

PRESUPUESTO DE INVESTIGACIÓN						
<b>TESIS</b>	<i>EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019</i>					
<b>ESTUDIANTE</b>	David Arturo Boyer Bocanegra					
<b>ASESOR</b>	Mgtr. Carlos Tafur Jimenez					
Ítem	Descripción	Und	Metrado	P.U	Parcial S/	
<b>01.00</b>	<b>Fabricación de Unidades de Ladrillo de Concreto con Plástico PET</b>					
01.01	ELABORACIÓN DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO CON PLASTICO PET	und	409	3.23	1,321.55	
<b>02.00</b>	<b>Ensayos Mecánicos</b>					
02.01	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	und	70	5.08	355.74	
02.02	COMPRESIÓN DE PRISMAS	und	18	9.66	173.88	
02.03	COMPRESIÓN DIAGONAL DE MURETES	und	18	44.66	803.93	
02.04	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS POSTERIOR A LA EXPOSICIÓN AL CALOR	und	18	7.57	136.22	
				Sub Total	2,791.32	
				IGV (18%)	502.44	
				GG	1,600.00	
				<b>TOTAL</b>	<b>4,893.75</b>	

**Fuente: Propia**

## ANEXO 2- IMAGEN 1 Resultado de Ensayo de Granulometría Agregado Fino



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Facultad de Ingeniería  
 Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

\*EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBANILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019\*

TESISTA: Boyer Bocanegra David Arturo Fecha: 11/11/2019

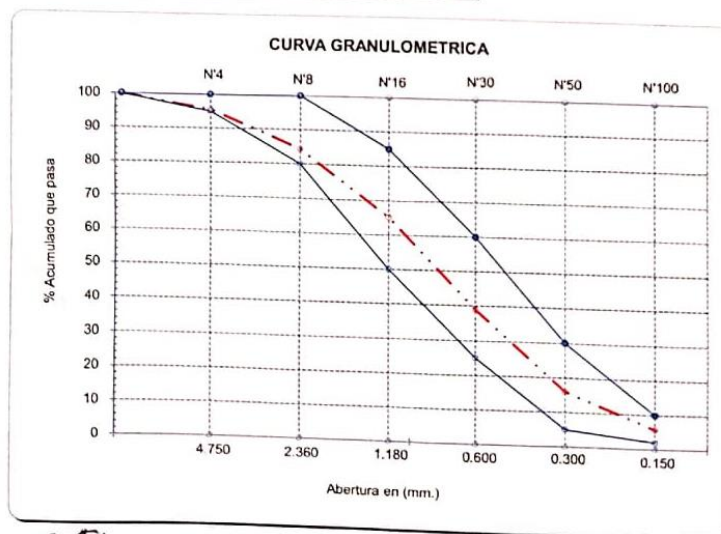
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Patapo - La Victoria

P. Inicial S. 500.0

Malla	Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg. (mm.)						
3/8"	9.500	0.00 g	0.0	0.0	100.0	100
Nº 04	4.750	22.00 g	4.4	4.4	95.6	95
Nº 08	2.360	56.00 g	11.2	15.6	84.4	80
Nº 16	1.180	96.00 g	19.2	34.8	65.2	50
Nº 30	0.600	131.00 g	26.2	61.0	39.0	25
Nº 50	0.300	115.00 g	23.0	84.0	16.0	5
Nº 100	0.150	51.00 g	10.2	94.2	5.8	2
Nº 200	0.075	20.00 g	4.0	98.2	1.8	2
Fondo		9.00 g	1.8	96.0	4.0	
Módulo de Fineza					2.940	
Abertura de malla de referencia					Nº 04	



*Rivera Obitas Henry*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 2 Resultado de Ensayo de Granulometría Agregado Grueso



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
 Facultad de Ingeniería  
 Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

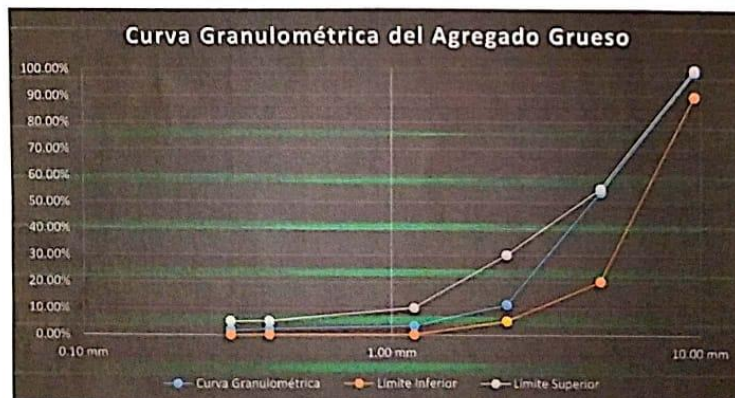
"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"

**TESISTA:** Boyer Bocanegra David Arturo Fecha: 11/11/2019

**Ensayo** : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso  
**Referencia** : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

**Cantera** : Tres tomas- CHANCADORA GRANDA  
 P. Inicial  $\Sigma$  1000

Datos del Ensayo						Límites	
Malla	Abertura	Retenido (g)	%Retenido	R.Acumulad	% Pasa	Inferior	Superior
3/8	9.50 mm	8.93 g	0.89%	0.89%	99.11%	90.00%	100.00%
N°4	4.75 mm	453.00 g	45.30%	46.19%	53.81%	20.00%	55.00%
N°8	2.36 mm	425.00 g	42.50%	88.69%	11.31%	5.00%	30.00%
N°16	1.18 mm	80.00 g	8.00%	96.69%	3.31%	0.00%	10.00%
N°30	0.40 mm	12.10 g	1.21%	97.90%	2.10%	0.00%	5.00%
N°50	0.30 mm	4.01 g	0.40%	98.30%	1.70%	0.00%	5.00%
N°100	0.15 mm	3.88 g	0.39%	98.69%	1.31%		
Fondo		13.08 g	1.31%	99.61%	0.39%		
<b>Total</b>		<b>1000.00 g</b>	<b>100.00%</b>				



*[Firma manuscrita]*  
 RIVERA GARCÍA  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 3 Resultado de Ensayo de Granulometría Plástico PET



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

\*EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019\*

TESISTA: Boyer Bocanegra David Arturo

Fecha: 11/11/2019

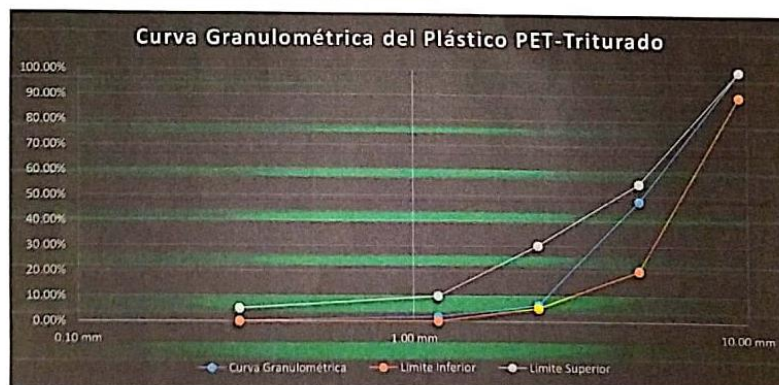
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Huso

Granulometrico : Huso 89, Requisito granulometrico del agregado grueso

P. Inicial S. 1000


Datos del Ensayo						Límites	
Malla	Abertura	Retenido (g)	%Retenido	%R.Acumulad o	% Pasa	Inferior	Superior
3/8	9.50 mm	0.00 g	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	100.00%
N°4	4.75 mm	520.00 g	52.00%	52.00%	48.00%	20.00%	55.00%
N°8	2.36 mm	417.00 g	41.70%	93.70%	6.30%	5.00%	30.00%
N°16	1.18 mm	45.00 g	4.50%	98.20%	1.80%	0.00%	10.00%
		17.47 g	1.75%	99.95%	0.05%	0.00%	5.00%
N°50	0.30 mm	17.47 g	1.75%	99.95%	0.05%	0.00%	5.00%
Fondo		0.53 g	0.05%	100.00%	0.00%		
<b>Total</b>		<b>1000.00 g</b>	<b>100.00%</b>				



*Rivadeneira Oblitas Henry*  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 4 Resultado de Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso



**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"

**TUBISTA:** Boyer Bocanegra David Fecha: 11/11/2019

**Ensayo :** Peso específico y Absorción del agregado grueso

**Referencia :** Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021


**Cantera TRES TOMAS**

**I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	<b>1139</b>	<b>1070</b>
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	<b>1155</b>	<b>1089</b>
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	<b>1619</b>	<b>1562</b>
4.- Peso de la canastilla	(g)	<b>888</b>	<b>888</b>
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	731	674

**II.- RESULTADOS PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO**

A.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	(g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.633</b>
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm <sup>3</sup> )	2.675
C.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	(g/cm <sup>3</sup> )	2.748
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	<b>1.58</b>



**Rivaldo Obispo Henry**  
**TÉCNICO DEL LABORATORIO**

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 5 Resultado de Peso Específico y Absorción del Agregado Fino



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"

TESISTA: Boyer Bocanegra David

Fecha: 11/11/2019

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera PATAPO

### I.- PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	947.2	947.2
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3	640.3
4.- Peso del Agua	(g)	307.0	307.0
5.- Peso del Frasco	(g)	140.25	140.25
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.06	636.06
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.81	495.81
<	(g)	500	500


### II.- RESULTADOS DE PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3	2.569
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3	2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3	2.626
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.85

  
Rivaldo Henry  
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 6 Resultado de Peso Unitario del Agregado Fino


**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

\*EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019\*

**TESISTA:** Boyer Bocanegra David Arturo      **Fecha:** 11/11/2019

**Ensayo :** Peso unitario del agregado fino  
**Referencia :** Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

**Cantera :** Patapo - La Victoria

**1.- PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18023</b>	<b>18057</b>	<b>18027</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8125	8159	8129
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1534.99		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1516.57</b>		

**2.- PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>19266</b>	<b>19315</b>	<b>19357</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9368	9417	9459
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1775.87		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1754.56</b>		

**Ensayo :** Contenido de humedad del agregado fino  
**Referencia :** Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185


**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**      Muestra + recipiente = 572.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>500</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.00
C.- Peso de recipiente	(gr.)	79.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.21
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>1.21</b>

  
**Rivaldo Ochoa Henry**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

**Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

## ANEXO 2- IMAGEN 7 Resultado de Peso Unitario del Agregado Grueso


**Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Civil Ambiental**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES**

"EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA  
 CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE  
 CHICLAYO, 2019"

**TESISTA:** Boyer Bocanegra David Arturo      **Fecha:** 11/11/2019

**Referencia :** Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017  
**Cantera** TRES TOMAS

**A.- PESO UNITARIO SUELTO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>17528</b>	<b>17528</b>	<b>17538</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9993.0	9993.0	9993.0
3.- Peso del material		7535	7535	7545
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	1421.94		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1414.83</b>		

**B.- PESO UNITARIO COMPACTADO**

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	<b>18270</b>	<b>18282</b>	<b>18440</b>
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9996.0	9996.0	9996.0
3.- Peso del material		8274.0	8286.0	8444.0
4.- Constante ó Volumen	(m <sup>3</sup> )	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m <sup>3</sup> )	1572.15		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m <sup>3</sup> )	<b>1564.29</b>		

**Ensayo :** Contenido de humedad del agregado grueso  
**Referencia :** Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

**C.- CONTENIDO DE HUMEDAD**      Muestra +recipiente = 1097.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	<b>1000</b>
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	<b>995.00</b>
C.- Peso de recipiente	(gr.)	102.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.50
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	<b>0.50</b>

  
 Rivaldo Henry  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

Fuente Laboratorio Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo



## ANEXO 2- IMAGEN 9 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm Patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (°) (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRÓN	07/04/2021	21/04/2021	14	241	130	305	24756	2.34	199970	8.08	8.89	1.027	9.13	93.07
02		07/04/2021	21/04/2021	14	240	131	303	24743	2.32	200270	8.09	8.90	1.026	9.13	93.13
03		07/04/2021	21/04/2021	14	240	130	304	24746	2.33	267800	10.82	11.90	1.027	12.22	124.62

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 10 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 5% Reemplazo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (°) (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	5% REEMPLAZO	07/04/2021	21/04/2021	14	24000	131	301	24743	2.31	208160	8.41	9.25	1.025	9.48	96.68
02		07/04/2021	21/04/2021	14	24030	130	302	24641	2.32	205160	8.33	9.16	1.026	9.40	95.80
03		07/04/2021	21/04/2021	14	24000	130	308	24686	2.36	198000	8.02	8.82	1.029	9.08	92.57

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 11 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 10% Reemplazo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (τ) (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	10% REEMPLAZO	07/04/2021	21/04/2021	14	24150	130	305	24850	2.34	215000	8.65	9.52	1.027	9.77	99.67
02		07/04/2021	21/04/2021	14	24180	131	310	25024	2.37	225250	9.00	9.90	1.029	10.19	103.93
03		07/04/2021	21/04/2021	14	24200	131	308	24997	2.36	235250	9.41	10.35	1.028	10.65	108.57

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 12 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 20% Reemplazo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (τ) (Mpa)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	20% REEMPLAZO	07/04/2021	21/04/2021	14	24000	130	300	24648	2.31	193050	7.83	8.62	1.025	8.83	90.02
02		07/04/2021	21/04/2021	14	24100	131	305	24917	2.33	208070	8.35	9.19	1.026	9.43	96.11
03		07/04/2021	21/04/2021	14	24050	131	307	24842	2.34	171700	6.91	7.60	1.028	7.81	79.66

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 13 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 5% Adición



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (τ)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	5% ADICIÓN	07/04/2021	21/04/2021	14	24030	130	310	24750	2.38	173200	7.00	7.70	1.030	7.93	80.87
02		07/04/2021	21/04/2021	14	24000	130	308	24695	2.36	155880	6.31	6.94	1.029	7.14	72.85
03		07/04/2021	21/04/2021	14	24050	130	309	24699	2.38	177720	7.20	7.91	1.030	8.15	83.14

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## A ANEXO 2- IMAGEN 14 NEXO 2-FIGURA 1 Resultado de Ensayo Compresión Prismas f'm 10% Adición



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación en compresión de prismas de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.605: 2013

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	lp (mm)	tp (mm)	hp (mm)	Área (mm <sup>2</sup> )	hp/tp	Carga (N)	f <sub>m</sub> (Mpa)	f <sub>m</sub> (τ)	Factor Correc.	f <sub>mt</sub> (Mpa)	f <sub>mt</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	10% ADICIÓN	07/04/2021	21/04/2021	14	24050	130	306	24775	2.34	110700	4.47	4.91	1.027	5.05	51.49
02		07/04/2021	21/04/2021	14	24100	131	307	24846	2.35	156030	6.28	6.91	1.028	7.10	72.43
03		07/04/2021	21/04/2021	14	24100	131	307	24941	2.34	169330	6.79	7.47	1.027	7.67	78.22

(\*) f<sub>m</sub> incluye factor de corrección (1.1) por edad a los 14 días, según E070

### OBSERVACIONES:

- lp: Largo del prisma; tp: Menor dimensión lateral del prisma y hp: Altura del prisma
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 15 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm Patrón



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	PATRÓN	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78240	137293	1.24	12.65
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78180	156906	1.42	14.47
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78300	107873	0.97	9.93

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
**WILSON OLAYA AGUILAR**  
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
**Miguel Angel Ruiz Perales**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL**

## ANEXO 2- IMAGEN 16 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Reemplazo



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycerl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	V <sub>m</sub> (Mpa)	V <sub>m</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
01	5% REEMPLAZO	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78180	127486	1.15	11.76
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78180	117680	1.06	10.85
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78060	117680	1.07	10.87

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga ultima.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
**LEMS W&C EIRL**  
 WILSON OLAYA AGUILAR  
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
  
 Miguel Angel Ruiz Perales  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 246904

**Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL**

## ANEXO 2- IMAGEN 17 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 10% Reemplazo



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	10% REEMPLAZO	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78600	164752	1.48	15.11
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78480	164752	1.48	15.13
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78000	152984	1.39	14.14

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 18 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 20% Reemplazo



**LEMS W&C EIRL**

RNP Servicios S0608589

Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	20% REEMPLAZO	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78540	129448	1.17	11.88
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78360	152984	1.38	14.07
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78360	141216	1.27	12.99

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.  
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

**LEMS W&C EIRL**  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

**Miguel Angel Ruiz Perales**  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 19 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycEirl.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
 Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
 Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
 Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
 Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	5% ADICIÓN	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78180	129448	1.17	11.94
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	130	78180	164752	1.49	15.19
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78600	141216	1.27	12.95

### OBSERVACIONES:

- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 20 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición



Prolongación Bolognesi Km. 3.5  
Chiclayo – Lambayeque  
R.U.C. 20480781334  
Email: servicios@lemswycelr.com

Solicitante : Boyer Bocanegra David Arturo  
Proyecto / Obra : "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CONFINADA DE CONCRETO Y PLÁSTICO PET PROVENIENTE DE BOTELLAS DE AGUA EN EL DISTRITO DE CHICLAYO, 2019"  
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.  
Fecha de ensayo : 21 de abril del 2021.  
Ensayo : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.  
Referencia : N.T.P. 399.621 : 2004 (revisada el 2015)

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de asentado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	l (mm)	h (mm)	t (mm)	Ab (mm <sup>2</sup> )	P (N)	Vm (Mpa)	Vm (kg/cm <sup>2</sup> )
01	10% ADICIÓN	23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78600	141216	1.27	12.95
02		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78780	152984	1.37	14.00
03		23/04/2021	21/05/2021	28	600	600	131	78600	152984	1.38	14.03

### OBSERVACIONES:

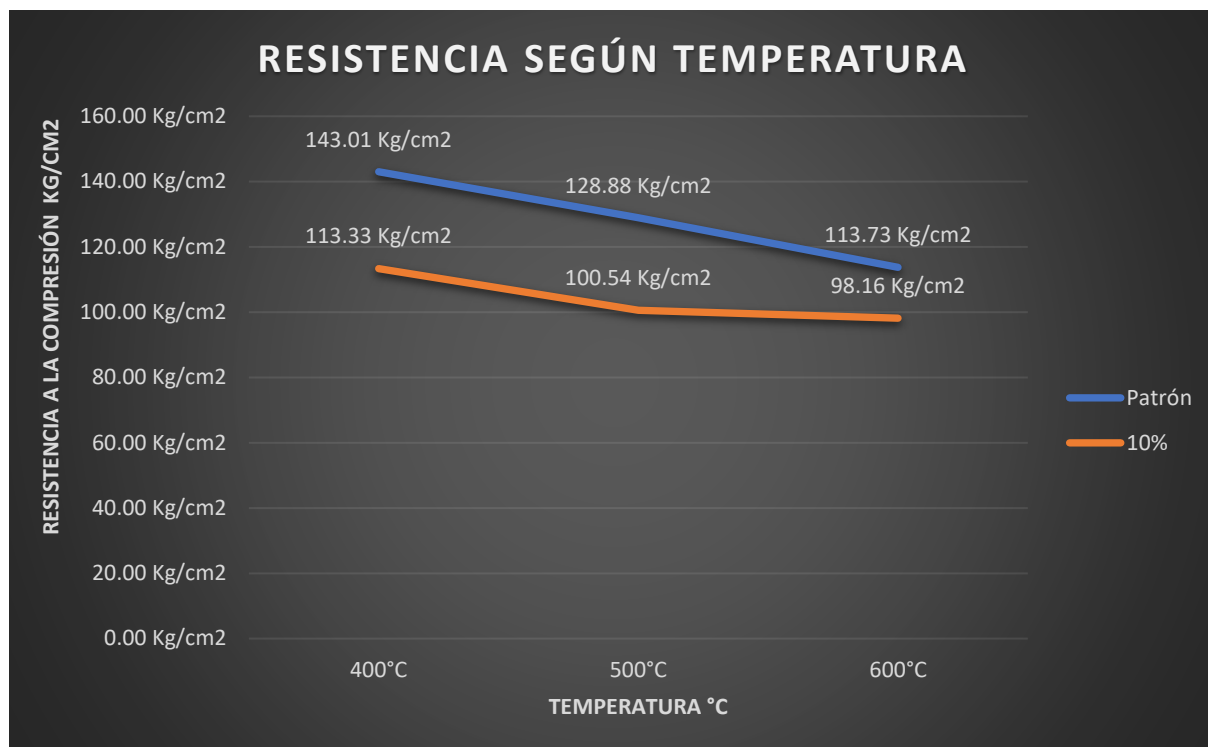
- l: Largo de la muestra, h: Altura de la muestra, t: Espesor de la muestra, Ab: Área bruta y P: Carga última.
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

  
LEMS W&C EIRL  
WILSON OLAYA AGUILAR  
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

  
Miguel Angel Ruiz Perales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 246904

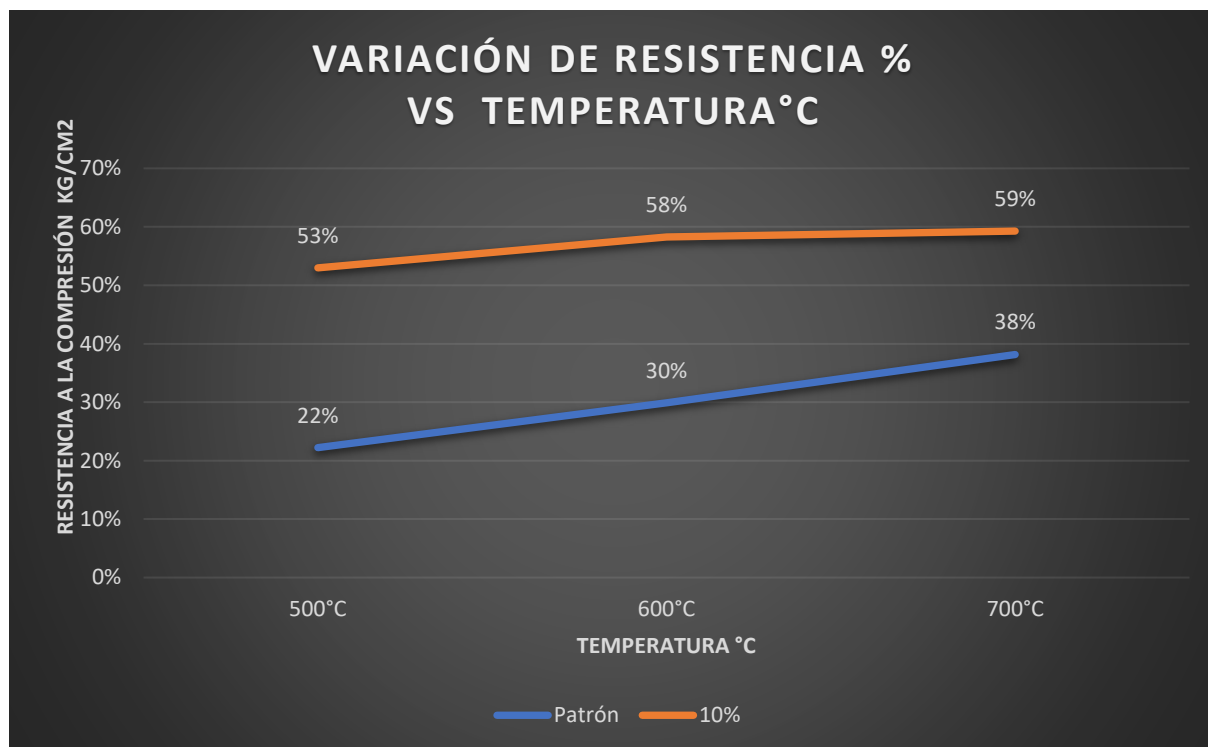
Fuente Laboratorio LEMS W&C EIRL

## ANEXO 2- IMAGEN 21 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición



Fuente Propia

## ANEXO 2- IMAGEN 22 Resultado de Ensayo Compresión Diagonal Muretes V'm 5% Adición



Fuente Propia

## ANEXO 2- IMAGEN 23 Solicitud de Uso Laboratorio USAT



Solicitud Única de Trámite

Nº 0157326

Solicito: Permitir para utilizar el laboratorio de Ingeniería CivilSeñores:  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Yo: Dani Nieto Borge Casanova, identificado (a) con  
 Código de Matrícula N° 141EP49590, del Ciclo Académico: IX, estudiante de la  
 Carrera Profesional de: Ingeniería Civil Ambiental, con domicilio en: Paseo Elay Restegui #144  
 Teléfono: 949518657, me presento ante  
 usted para expresarle los motivos de mi solicitud:

Habría aprobado el curso dentro el curso de Proyecto Tesis, solicito para el desarrollo de mi tesis  
para el curso - Tesis I me permitan usar el laboratorio de Ingeniería Civil en el horario por escrito aprobado  
por los técnicos representantes, el cual está anexado a este documento

Anexos:

Horario aprobado por técnicos del laboratorioChiclayo, 27 de Setiembre de 2019...Firma BORR

Av. San Josemaría Escrivá N° 855. Oficina de Información Teléf. (074) 606203. Central Telefónica Teléf. (074) 606200  
 Escuela PRE Teléf. (074) 606217. Oficina Lima Teléf. (01) 4466919  
 e-mail: [informacion@usat.edu.pe](mailto:informacion@usat.edu.pe) web: [www.usat.edu.pe](http://www.usat.edu.pe)  
 Chiclayo - Perú

Fuente Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

## ANEXO 2- IMAGEN 24 Solicitud de Datos Estadísticos Municipalidad Provincial de Chiclayo

“AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCION Y LA IMPUNIDAD”

17 de mayo de 2019

Señora.

Ghersis Burga Adriana Lisette

Jefe del Área de Limpieza de

Municipalidad Provincial de Chiclayo

Presente:



Asunto: Solicitud De Entrega de Datos Estadísticos De Los Residuos Sólidos De Chiclayo de los años 2013,2014,2015,2016,2017

De mi mayor consideración:

Es grato dirigirme a usted a fin de expresar mi saludo cordial y, a la vez, hacer de su conocimiento mi interés por los Datos Estadísticos De Los Residuos Sólidos De Chiclayo de los años 2013,2014,2015,2016,2017.

Mi nombre es David Arturo Boyer Bocanegra, con **DNI 71413256**, alumno de la Escuela de Ingeniería Civil Ambiental de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, me encuentro cursando la asignatura de Proyecto de Tesis y mi investigación tiene por nombre **“Análisis Del Comportamiento Físico y Mecánico De Las Unidades De Albañilería Con Adición de Plástico PET Reciclado”** para lo cual como datos principales necesito conocer de los últimos 5 años cuánto plástico se deshecha y cuánto plástico se recicla, etc. La información la requiero con urgencia ya que la presentación de esta investigación se está acercando, adjunto mi correo electrónico para que por ese medio pueda ser respondida mi solicitud : [boyer04.db@gmail.com](mailto:boyer04.db@gmail.com).

Sin otro particular y al renovar los votos para su éxito personal e institucional, expreso mi agradecimiento por la atención brindada y hago propicia la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima.

Ghersis Burga Adriana

  
David Boyer Bocanegra  
DNI 71413256

**Fuente Mesa de Partes Municipalidad Provincial de Chiclayo**

**ANEXO 2- IMAGEN 25 Recibo de Compra de Plástico de Campaña “Por Mi Planeta Cero Plástico” de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo**

**RECIBO**

RECIBI DE David Arturo Boya Escamaga

CANTIDAD DE 18,24 SOLES (PEN)

COMO CONTRIBUCIÓN A LA CAMPAÑA DE RECICLAJE "POR MI PLANETA CERO PLASTICO" REALIZADA POR LA DIRECCION DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA USAT POR EL USO DE 15,20 KG DE BOTELLAS DE PLASTICO RECOLECTADAS COMO PARTE DE LA CAMPAÑA PARA FINES BENEFICOS DE LA MISMA.

DECLARO QUE RECIBO LAS BOTELLAS DE MANERA LIBRE Y CONFORME A MIS REQUERIMIENTOS COMO CONTRIBUCION A LA CAMPAÑA DESCRITA

FIRMA *Boya*

DNI 71413236

VB CONFORMIDAD *[Circled Signature]*

*Ing Pablo Navarro*  
*RSU*

Precio Unitario  
1.2 soles/kg

⇒ 18.24

1 <sup>er</sup> peso	2.70
2 <sup>do</sup> peso	3.10
3 <sup>er</sup> peso	3.20
4 <sup>to</sup> peso	3.50
5 <sup>to</sup> peso	2.70
15.20 Kg	

Fuente Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 1 Plástico PET Reciclado Para Granulometría****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 2 Plástico PET Para Peso Unitario****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 3 Recipiente Para Peso Unitario Plástico PET****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 4 Peso de Botella de Agua Marca San Carlos****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 5 Peso de Botella de Agua Marca Cielo**

Fuente Propia

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 6 Peso de Botella de Agua Marca Benedictino**

Fuente Propia

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 7 Peso de Botella de Agua Marca San Mateo****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 8 Molde para Fabricación de Ladrillo de Concreto****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 9 Mesa Vibratoria Usada Para Fabricación de Ladrillos de Concreto**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 10 Balanza Para Pesar Material**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 11 Batea para Colocación de Material**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 12 Mezcladora Eléctrica**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 13 Probeta para Medición de Agua**



**Fuente Propia**

**A ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 14 Pesaje de Material Para Ladrillos**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 15 Colocación de Material en Mezcladora**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 16 Vibrado de Material en Mesa Vibradora**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 17 Ladrillo de Concreto En Estado Fresco**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 18 Curado de Ladrillos**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 19 Medición de Ladrillos de Concreto****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 20 Máquina de Resistencia A La Compresión****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 21 Falla de Ladrillo de Concreto**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 22 Molde para Cubos de Mortero**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 23 Herramientas para Ensayo de Fluidez****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 24 Desmolde de Mortero Mesa de Flujo****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 25 Fluidez del Mortero**

**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 26 Cubos de Mortero Curados**

**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 27 Cubos de Mortero Ya Ensayados**

**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 28 Armado de Pilas**

**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 29 Armado de pilas**

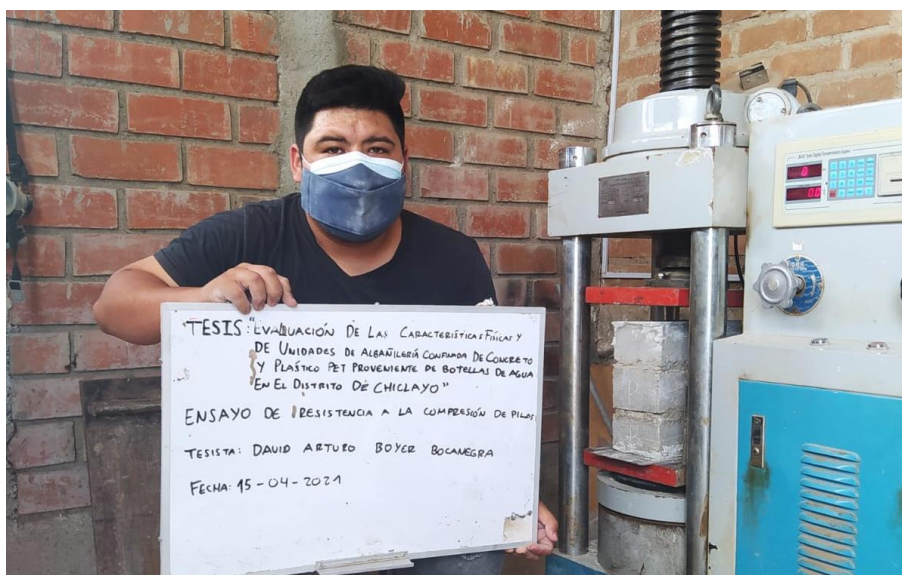


**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 30 Refrentado de Pilas**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 31 Medida de Pilas****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 32 Ensayo Compresión de Pilas****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 33 Rotura de Pila**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 34 Armado De Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 35 Armado De Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 36 Máquina de Resistencia a la Compresión de Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 37 Medición de Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 38 Colocación de Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 39 Rotura de Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 40 Manómetro de Máquina de Rotura de Muretes**



**Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 41 Colocación de Ladrillos en el Horno****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 42 Ladrillos Retirados del Horno****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 43 Ladrillos Siendo Expuestos Al Fuego****Fuente Propia****ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 44 Ladrillos Después De Haber Sido Expuesto Al Fuego Y Posteriormente Expuesto A La Compresión****Fuente Propia**

**ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 45 Medición De Temperatura De Los Ladrillos De Concreto**

**Fuente Propia**

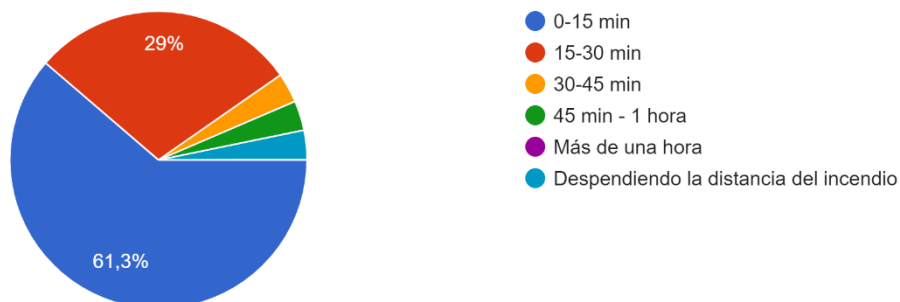
### ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 46 Factura Compra Materiales

<b>MAISON</b> RODRIGUEZ RAMIREZ TANIA ALEJANDRA CAL. DOMINGO ELIAS 489 CHICLAYO - CHICLAYO - LAMBAYEQUE		<b>FACTURA ELECTRONICA</b> RUC: 10771492113 E001-33			
Fecha de Vencimiento :	06/06/2021				
Fecha de Emisión :	BOYER BOCANEGRA DAVID				
Señor(es) :	ARTURO				
RUC :	10714132569				
Dirección del Cliente :	P.J. ELOY REATEGUI 144 URB. FEDERICO VILLARREAL LAMBAYEQUE-CHICLAYO- CHICLAYO				
Tipo de Moneda :	SOLES				
Observación :					
<b>Cantidad</b>		<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	METRO CUBICO	POR SERVICIO DE VENTA Y TRANSPORTE DE CONFITILLO		65.00	0.00
1.00	METRO CUBICO	POR SERVICIO DE VENTA Y TRANSPORTE DE ARENA GRUESA		60.00	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :		S/ 0.00			
<b>SON: CIENTO CUARENTA Y SIETE Y 50/100 SOLES</b>					
		Sub Total Ventas :		S/ 125.00	
		Anticipos :		S/ 0.00	
		Descuentos :		S/ 0.00	
		Valor Venta :		S/ 125.00	
		ISC :		S/ 0.00	
		IGV :		S/ 22.50	
		ICBPER :		S/ 0.00	
		Otros Cargos :		S/ 0.00	
		Otros Tributos :		S/ 0.00	
		Monto de redondeo :		S/ 0.00	
		Importe Total :		S/ 147.50	
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>					

Fuente Propia

### ANEXO 3- FOTOGRAFÍA 47 Encuesta Cuerpo de Bomberos De La Unidad Salvadora Chiclayo 26

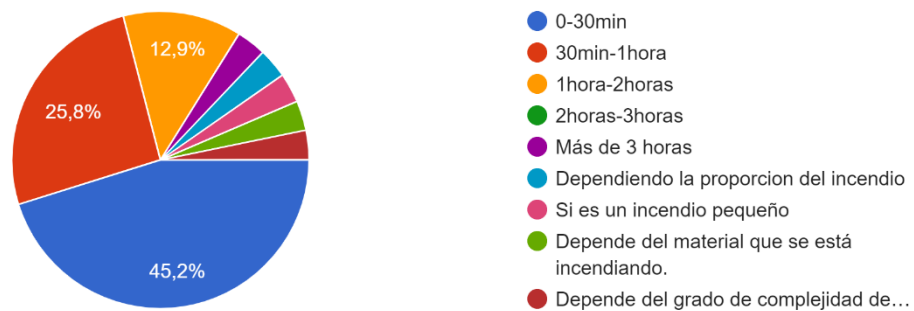
En promedio en viviendas de material noble en el distrito de Chiclayo : ¿Cuánto tiempo transcurre desde que se alerta el incendio, hasta que el cuer... de bomberos llega al lugar donde este se generó?  
 31 respuestas



Fuente Propia

En promedio en viviendas de material noble en el distrito de Chiclayo: ¿Cuánto tiempo transcurre desde que el cuerpo de bomberos llega al lugar d...cendio hasta que este sea apagado por completo?

31 respuestas



**Fuente Propia**