

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO
ADICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE
CEMENTO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

Tesistas:

Bach. ARRASCUE BAZAN, Einer Javier

Bach. CANO HERRERA, Marx Engels

Asesor:

Ing. RIVASPLATA DÍAZ, Julio César

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO
ADICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE
CEMENTO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

REVISADA Y APROBADA POR:

Ing. RIVASPLATA DÍAZ, Julio César

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE COMO
ADICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE
CEMENTO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**SUSTENTADA EL DÍA 16 DE ENERO DEL 2017, Y APROBADA POR
EL SIGUIENTE JURADO**

**Ms. ABNER LEON BOBADILLA
PRESIDENTE**

**Ing. JULIO RIVASPLATA DIAZ
SECRETARIO**

**Ing. LUZ ALVAREZ ASTO
INTEGRANTE**

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo y la fortaleza espiritual para seguir superándome día a día.

A la mujer más maravillosa, por ser única, por ser un ejemplo a seguir y apoyarme incondicionalmente en todos mis proyectos y metas.

Mi mamá: Sonia Bazán Espinoza

Por el apoyo en los momentos más difíciles y por sus palabras de aliento para seguir adelante en todo momento.

Mi padre: Esmaro Arrascue Quiroz

Por su inmenso cariño, muestras de afecto y darme ánimos para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional.

Mis hermanos: Luís y Karla

A los docentes de la escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, por brindarnos conocimientos, valores morales y experiencias durante nuestra vida universitaria para llegar a finalizar la carrera.

Einer Javier Arrascue Bazán

DEDICATORIA

Al señor nuestro Dios por brindarme de su amor y su apoyo, por corregirme y limitarme, por ayudarme cuando más lo necesitaba, por estar a mi lado y no pedir nada a cambio, tan solo con amarlo.

Me queda decirte gracias por todo.

A mi **padre Roberto** quien tanto apoyo mis sueños y me ve realizarlo, por ser más que un padre y un amigo, por darme ese empuje para poder llegar hasta aquí.

A mi **hermana Carolyn y madre Amparo**, porque apoyaron mis necesidades en los momentos que las necesitaba dándome sus palabras de aliento.

A mis docentes por su predisposición permanente e incondicional en aclarar mis dudas y por sus substanciales sugerencias durante la etapa universitaria, dándome lo necesario para llegar poco a poco al final de mi carrera.

Marx Engels Cano Herrera

AGRADECIMIENTO

Gracias Dios por habernos guiado durante estos años, el sacrificio fue grande pero tú siempre nos distes la fuerza necesaria para continuar y lograr esta meta.

A nuestra familia por el amor incondicional, la paciencia y el tiempo que nos dedican y nos han demostrado todos estos años y que siempre nos apoyaron y brindaron su confianza en todo momento.

Agradecemos de manera especial y sincera a nuestro asesor al Ing. Julio Rivasplata Díaz por brindarme su apoyo y confianza, su capacidad para guiar nuestras ideas ha sido un aporte invaluable, para realizar este presente trabajo de investigación, no solo en el desarrollo de nuestra tesis, sino que también fue guiando nuestros pasos en nuestra vida universitaria para alcanzar tal objetivo de ser unos excelentes profesionales.

A los docentes de la escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, por apoyarnos en nuestra vida universitaria, por transmitir su afecto y conocimientos para nosotros, por habernos inculcado valores morales y experiencias.

Arrascue Bazan y Cano Herrera

ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
RESUMEN	3
ABSTRACT	4
INTRODUCCION	5
CAPITULO I: ASPECTO GENERALES	
1.1 GENERALIDADES	7
1.1.1 TITULO	7
1.1.2 TIPO DE INVESTIGACION	7
1.1.3 UBICACIÓN	7
1.2 PLAN DE INVESTIGACIÓN	7
1.2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1.2.2 JUSTIFICACION DEL PROBLEMA	8
1.2.3 OBJETIVOS	8
1.2.3.1 OBJETIVO GENERALES	8
1.2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
1.2.4 HIPOTESIS	9
1.2.5 VARIABLES	9
CAPITULO II: MARCO TEORICO	
2.1 ALBAÑILERÍA	10
2.1.1 RESEÑA HISTORICA	10
2.1.2 GENERALIDADES SOBRE LA ALBAÑILERIA	13

2.1.3	DEFINICIÓN	14
2.1.4	CLASIFICACION	14
2.1.4.1	CLASIFICACION POR SU FUNCION ESTRUCTURAL	14
2.1.4.2	CLASIFICACION POR LA DISTRIBUCION DEL REFUERZO	16
2.2	COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA	20
2.2.1	UNIDAD DE ALBAÑILERIA	20
2.2.1.1	CARACTERISTICAS GENERALES	20
2.2.1.2	CLASIFICACION	21
2.2.1.3	PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA	26
2.2.1.4	ENSAYOS	28
2.2.2	MORTERO	37
2.2.2.1	DEFINICION	37
2.2.2.2	COMPONENTES	37
	2.2.2.2.1 AGLOMERANTES	37
	2.2.2.2.2 AGREGADO FINO	39
	2.2.2.2.3 AGUA	40
2.2.2.3	CLASIFICACION PARA FINES ESTRUCTURALES	40
2.2.2.4	PROPORCIONES	41
2.2.2.5	PROPIEDADES Y ENSAYOS DE LABORATORIO	42
2.2.3.	CARACTERISTICA DE LA ALBAÑILERIA	46

2.2.3.1	GENERALIDADES	46
2.2.3.2	RESISTENCIA DE PRISMAS DE LA ALBAÑILERIA	47
2.3	POLIETILENO DE TEREFTALATO (PET)	51
2.3.1	DEFINICION	51
2.3.2	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PLASTICOS	51
2.3.3	SELECCIÓN DE LOS MATERIALES	54
2.3.3.1	ELECCION DE LOS MATERIALES A UTILIZAR	54
2.3.3.2	FUENTE DE MATERIALES	55
2.3.3.3	CLASIFICACION Y SELECCIÓN DE LOS MATERIALES	56
2.3.4	DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA RECICLADORA DE PLASTICO	60
2.3.4.1	ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA FISICA	60
2.3.4.2	PROCESO DE RECICLAJE	60
2.3.4.3	MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS	61
2.4	MESA VIBROCOMPACTADORA	62
2.4.1	TECNOLOGIA DE LOS LADRILLOS DE CEMENTO	62
2.4.2	CONCRETO VIBRADO	63
2.4.2.1	TEORIA DE VIBRACION	63
2.4.2.2	PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LA VIBRACION	64
2.4.2.3	PROPIEDADES DEL CONCRETO VIBRADO	65

2.4.2.4	APLICACIÓN DEL CONCRETO VIBRADO	67
2.5	IMPLEMENTACION DE UN TALLER DE PRODUCCION	68
2.5.1	REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA PRODUCCION	69
2.5.1.1	FLUJOGRAMA DE PRODUCCION	69
2.5.1.2	TALLER DE MEDIANA ESCALA	72
2.5.1.2.1	IMPLEMENTACION DE LOS EQUIPOS	73
 CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS		
3.1	MATERIALES	75
3.1.1	MATERIA PRIMA	75
3.1.2	EQUIPOS	75
3.2	METODOS	77
3.2.1	ANALISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	77
3.2.1.1	GRANULOMETRIA	77
3.2.1.2	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO	77
3.2.1.3	PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO	78
3.2.1.4	CONTENIDO DE HUMEDAD	79
3.2.2	ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	79
3.2.3	ANALISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	80

3.2.3.1	ENSAYOS CLASIFICATORIOS	80
3.2.3.2	ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS	80
3.2.4	ANALISIS DE PRISMAS: PILAS Y MURETES	81
3.2.4.1	ENSAYO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PILAS	81
3.2.4.2	ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES	84
 CAPITULO IV: DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION		
4.1	FABRICACION DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO (LADRILLO PATRON)	86
4.1.1.	ELEMENTOS	86
4.1.2	DOSIFICACION	87
4.1.3	PROCEDIMIENTO	88
4.2	FABRICACION DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO ADICIONANDO PET	90
4.2.1	DOSIFICACION DEL LADRILLO DE PASTICO RECICLADO BASADO EN UN LADRILLO PATRON	90
4.2.2	PROCESO DE FABRICACION Y PRODUCCION	91
 CAPITULO V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN		
5.1	RESULTADOS DEL ANALISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	93
5.1.1	AGREGADO GRUESO	93
5.1.2	AGREGADO FINO	95

5.2	RESULTADOS DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	96
5.2.1	LADRILLO VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO (LADRILLO PATRON)	96
5.2.2	LADRILLO VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO ADICIONANDO PET	100
5.3	RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA	106
5.3.1	ENSAYOS CLASIFICATORIOS	106
5.3.1.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION	106
5.3.1.2	ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL	109
5.3.1.3	ENSAYO DE ALABEO	110
5.3.2	ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS	110
5.3.2.1	CONTENIDO DE HUMEDAD	110
5.3.2.2	ENSAYO DE ABSORCION Y ABSORCION MAXIMA	111
5.3.2.3	ENSAYO DE COEFICIENTE DE SATURACION	112
5.3.2.4	ENSAYO DE SUCCION	113
5.3.2.5	ENSAYO DE DENSIDAD	114
5.3.2.6	ENSAYO DE PORCENTAJE DE RANURAS	115
5.4	RESULTADOS DEL ANALISIS DE PRISMAS: PILAS Y MURETES	116
5.4.1	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PILAS	116
5.4.2	ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL EN MURETES	117

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES	118
6.2 RECOMENDACIONES	122

CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1 BIBLIOGRAFIA	123
-------------------------	------------

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS

DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

ENSAYOS DE PILAS Y MURETES

DISEÑO DE MORTERO

CANTIDAD Y COSTOS DE MATERIALES

PLANO DE MESA VIBRATORIA

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla N°01. CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES	24
Tabla N°02. LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES	25
Tabla N°03. GRANULOMETRIA DE LA ARENA GRUESA	40
Tabla N°04. TIPO DE MORTERO	39
Tabla N°05. METODOS PARA DETERMINAR $F' m$ y $V' m$	48
Tabla N°06. INCREMENTO $F' m$ y $V' m$ POR EDAD	49
Tabla N°07. RESISTENCIA CARACTERISTICA DE ALBAÑILERIA	50
Tabla N°08. FACTORES DE CORRECCION $F' m$ POR ESBELTEZ	51
Tabla N°09. GRANULOMETRIA DEL CONFITILLO	87
Tabla N°10. ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO	93
Tabla N°11. PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO	94
Tabla N°12. ANALISIS GRANULOMETRICO DE LA ARENA GRUESA	95
Tabla N°13. PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO	96
Tabla N°14. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 1	96
Tabla N°15. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 2	97
Tabla N° 16. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 3	98

Tabla Nº 17.	RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DOSIFICACIONES 1, 2 Y 3 A LOS 28 DIAS	99
Tabla Nº 18.	RESULTADO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION A	101
Tabla Nº 19.	RESULTADO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION B	102
Tabla Nº 20.	RESULTADO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION C	102
Tabla Nº 21.	RESULTADO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION D	103
Tabla Nº 22.	RESULTADO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DOSIFICACIONES A, B, C Y D A LOS 28 DIAS	104
Tabla Nº 23.	RESULTADO DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO PATRON	106
Tabla Nº 24.	RESULTADO DEL ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO CON PET	107
Tabla Nº 25.	ENSAYO VARIACION DIMENSIONAL DE LOS LADRILLOS PATRON Y LOS LADRILLOS CON PET	109
Tabla Nº 26.	RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS	115

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura N°01. OLLANTAYTAMBO. CUZCO. PERU (XIV)	12
Figura N°02. UNIDAD DE ALBAÑILERIA DE BARRO SECADA AL SOL (JERICO.7350 A.C)	13
Figura N°03. ZONAS SISMICA DEL PERU	25
Figura N°04. CUÑA PARA ENSAYO DE ALABEO	29
Figura N°05. MEDICION DE CONCAVIDAD	30
Figura N°06. MEDICION DE CONVEXIDAD	30
Figura N°07. MASA DE FLUJO Y MOLDEO DE MORTERO	43
Figura N°08. MORTERO TRONCONICO	43
Figura N°09. MEDIDA DEL DIAMETRO DE LA MASA DESPUES DE 25 CAIDAS	43
Figura N°10. APLICACIÓN DEL VACIO AL MORTERO	45
Figura N°11. MEDIDA DEL MENOR DIAMETRO DEL MORTERO DESPUES DE 25 CAIDAS DE LA MESA DE FLUJO	45
Figura N°12. SIMBOLO DEL POLIETILENO DE TEREFTALATO	56
Figura N°13. SIMBOLO DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD	57
Figura N°14. SIMBOLO DEL CLORURO DE POLIVINILO	58
Figura N°15. SIMBOLO DEL POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD	58
Figura N°16. SIMBOLO DEL POLIPROPILENO	59
Figura N°17. SIMBOLO DEL POLIESTIRENO	60
Figura N°18. MESA VIBRADORA	73

Figura N°19. MOLDE METALICO DEL LADRILLO KING KONG	74
Figura N°20. GEOMETRIA DE PILAS	82
Figura N°21. GEOMETRIA DE MURETES	85

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

	PÁG.
Diagrama N°01. FLUJOGRAMA DE PRODUCCION	71
Diagrama N°02. PROCESO DE FABRICACION DE LADRILLO VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO	79

ÍNDICE DE GRÁFICAS

	PÁG.
Gráfico N° 01. CURVA DE GRADACION PARALELA DEL AGREGADO GRUESO	94
Gráfico N° 02. CURVA DE GRADACION PARALELA DEL AGREGADO FINO	95
Gráfico N° 03. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 1	97
Gráfico N° 04. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 2	98
Gráfico N° 05. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION 3	99
Gráfico N° 06. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DOSIFICACION 1,2 Y 3 A LOS 28 DIAS	100
Gráfico N° 07. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION A	101

Gráfico N° 08. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION B	102
Gráfico N° 09. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION C	103
Gráfico N° 10. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION D	104
Gráfico N° 11. COMPARACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS DOSIFICACION A,B,C Y D	105
Gráfico N° 12. COMPARACION DEL INCREMENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LA DOSIFICACION A,B,C Y D	105
Gráfico N° 13. COMPARACION A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO PATRON	107
Gráfico N° 14. COMPARACION A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO CON PET	108
Gráfico N° 15. COMPARACION A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	108
Gráfico N° 16. COMPARACION DE VARIACION DIMENSIONAL DEL LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	109
Gráfico N° 17. COMPARACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	110
Gráfico N° 18. COMPARACION DE PORCENTAJES DE ABSORCION EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	111
Gráfico N° 19. COMPARACION DE LOS COEFICIENTES DE SATURACION EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	112
Gráfico N° 20. COMPARACION DE LA SUCCION EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	113

Gráfico N° 21. COMPARACION DE LA DENSIDAD EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	114
Gráfico N° 22. COMPARACION DE PORCENTAJES DE RANURAS EN LADRILLO PATRON Y EL LADRILLO CON PET	115
Gráfico N° 23. COMPARACION DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION EN PILAS EN LADRILLO PATRON Y LADRILLO CON PET	116
Gráfico N° 24. COMPARACION DE RESISTENCIAS A LA COMPRESION DIAGONAL EN LADRILLO PATRON Y LADRILLO CON PET	117

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal fabricar ladrillos livianos adicionando materiales plásticos reciclados (PET).

Para ello se dosificó un ladrillo Patrón Vibrocompactado que cumpla con las características del ladrillo Tipo I de la norma E-070 del RNE, esto consistió en fabricar ladrillos con 3 tipos de dosificaciones, a los cuales se les realizó el ensayo de resistencia a la compresión, para así verificar quien cumplía; teniendo como resultado la dosificación 1:7:3 (cemento: arena: confitillo), con resistencia a la compresión a los 28 días de 68 kg/cm².

Luego a esta dosificación se le adicionó en porcentajes de 35%, 45%, 55% y 100% de PET del peso del cemento, a los cuales se le realizó el ensayo de resistencia a la compresión, teniendo como resultado la dosificación 1:7:3 + 55% de PET, con una resistencia a los 28 días de 57kg/cm².

Adicionalmente, al ladrillo patrón y ladrillo con PET se les realizaron pruebas tales como: variación dimensional, alabeo, contenido de humedad, absorción, absorción máxima, succión, densidad, porcentaje de ranuras y para determinar los esfuerzos admisibles de la albañilería se realizaron los ensayos de resistencia a compresión axial y diagonal en prismas.

ABSTRACT

This research has as main objective to manufacture lightweight bricks adding recycled plastic (PET).

This requires a brick pattern Compacted Vibro that meets the characteristics of brick Type I of the E-070 RNE standard metered, this was to make bricks with 3 different dosages, to which I underwent testing compressive strength in order to verify who was serving; resulting in the dosage 1: 7: 3 (cement: sand: confitillo), with compressive strength at 28 days of 68 kg / cm².

Then this dosing I was added in percentages of 35%, 45%, 55% and 100% PET by weight of cement, to which he underwent testing compressive strength, resulting dosage 1: 7: 3 + 55% PET, with a resistance at 28 days of 57kg / cm². Additionally, the brick pattern and brick PET tests were conducted such as dimensional variation, warpage, moisture content, absorption maximum absorption, suction, density, percentage of slots and to determine allowable stresses masonry assays were performed resistance in axial compression and diagonal prisms.

INTRODUCCION

Una de las grandes finalidades que como profesionales en construcción debemos alcanzar, es generar un equilibrio entre las necesidades de vivienda de la población globalmente creciente y la protección del medio ambiente natural.

En este sentido los materiales plásticos, en oposición a la idea de considerarlos como contaminantes por no ser biodegradables, pueden constituirse como una viable posibilidad no sólo para alcanzar dicho equilibrio, sino además para minimizar el impacto económico dadas su versatilidad y funcionalidad al presentar propiedades como: durabilidad y resistencia a la corrosión, efectividad como aislante de frío, calor y ruido, bajo costo frente a otros materiales constructivos, fácil limpieza y mantenimiento, sencilla manipulación y rápida instalación, livianos y con una gran vida útil por ser altamente reutilizables y reciclables.

En consecuencia, el enfoque específico del presente trabajo de investigación es el de analizar las características físico-mecánicas de un ladrillo de plástico reciclado como una propuesta para reemplazar el ladrillo tradicional de cemento , convirtiéndose en una opción que se aplique en la construcción de viviendas de interés social.

En el proceso hacia este enfoque, se partió de la normatividad referente a los ladrillos empleados como unidades de mampostería en la construcción de viviendas y de acuerdo con ella se vio la necesidad de identificar mediante una serie de ensayos técnicos y caracterizaciones al espécimen las posibilidades constructivas que se pueden realizar con la utilización de material plástico reciclado, y así diseñar un ladrillo que estuviera en concordancia con nuestro quehacer como ingenieros que disminuya el impacto generado por la creciente demanda de plásticos no reutilizables y disminuyendo costos de producción para beneficio de estratos de bajo nivel económico.

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

I. ASPECTOS GENERALES

1.1. GENERALIDADES

1.1.1. TITULO:

“UTILIZACIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS DE RECICLAJE
COMO ADICIÓN EN LA FABRICACIÓN DE LADRILLOS
VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO”

1.1.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

APLICATIVO - EXPERIMENTAL

1.1.3. UBICACIÓN

DISTRITO : NUEVO CHIMBOTE

PROVINCIA : SANTA

DEPARTAMENTO : ANCASH

1.2. PLAN DE INVESTIGACIÓN:

1.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El constante deterioro ambiental y el agotamiento paulatino de recursos renovables nos han llevado a descubrir nuevos materiales de construcción hechos a base de plásticos reciclados. Los mismos tienen dos aspectos importantes que ofrecer: cuidan el planeta reutilizando los residuos plásticos y son más baratos. Pero dichas ventajas no son las únicas: son más livianos, ofrecen mejor conductividad térmica (aislamiento de temperatura) y resistencia mecánica.

¿Será los materiales plásticos de reciclaje, el material adecuado para la fabricación de ladrillos livianos, económicos y ecológicos?

1.2.2. JUSTIFICACION DEL PROBLEMA

El plástico, por su versatilidad, es el componente principal de muchos de los objetos que se desechan a diario en la basura, además, por su fácil manipulación y modelación a altas temperaturas con un proceso adecuado de reciclaje, se debe convertir en una opción favorable en la construcción de casas con ladrillos de dicho material buscando proporcionar viviendas de rápida construcción a bajo costo.

1.2.3. OBJETIVOS

1.2.3.1. OBJETIVO GENERAL:

Fabricar ladrillos livianos adicionando materiales plásticos reciclados (PET).

1.2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Demostrar las diferencias de los ladrillos para proponer una formulación agregando el PET.
- Mejorar las propiedades mecánicas del ladrillo.
- Desarrollo de una tecnología ecológica para la construcción, con materiales reciclados.

- Reducir los desechos plásticos que inundan las calles de nuestras ciudades, reciclándolos y reutilizándolos en la fabricación de un producto beneficiando a la comunidad, como serían los ladrillos de plástico.
- Bajar costos, partiendo de la actividad básica de reciclar y reutilizar el PET en la fabricación de ladrillos.

1.2.4. HIPÓTESIS:

Utilizando materiales plásticos de reciclaje (PET) como adición en la fabricación de ladrillos vibrocompactados de cemento; se obtendrá ladrillos livianos, económicos y ecológicos.

1.2.5. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Porcentajes de materiales plásticos de reciclaje (PET) adicionados en la fabricación de ladrillos vibrocompactado de cemento.

VARIABLE DEPENDIENTE

- Calidad de las unidades de albañilería.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ALBAÑILERÍA

2.1.1. RESEÑA HISTORICA

Es probable que la albañilería haya sido inventada por un nómada recolector de alimentos, antepasado nuestro, hace unos 15000 años. Podemos imaginar que al no encontrar un refugio natural para protegerse del frío y de las bestias salvajes, el decidió apilar piedras para formar un lugar donde guarecerse. Sin embargo, como la transmisión de técnicas o ideas era, en esas épocas, muy lenta o no ocurría, la "invención" seguramente tuvo que repetirse innumerable veces.

El paso siguiente en el proceso de desarrollo de la albañilería debió ser la utilización del mortero de barro. Este permitía ya no solo apilar, sino también acomodar o asentar con más facilidad y, ciertamente, a más altura las irregulares piedras naturales. Los cierres del recinto así formado tenían la virtud de proteger a sus habitantes del aire y de la lluvia, y de ser más resistentes y estables.

Este proceso se dio, seguramente, cuando se comenzaron a integrar las primeras aldeas. El hombre había descubierto los

principios del cultivo de la tierra y de la crianza del ganado, con lo

que conquistó la primera gran transformación de sus condiciones de existencia: al lograr el control sobre su propia prohibición de alimentos, accedió a los inicios de la vida civilizada. Existe vestigio de poblados prehistóricos construidos con piedras asentadas con barro desde las islas Aran, en Irlanda, hasta Catal Huyuk, en Anatolia, también, en otro lugar distante y en otro momento unos 10000 años después, el mismo sistema constructivo fue empleada por los incas en Ollantaytambo (figura 1), en el valle del Urubamba, cerca del Cuzco, donde quedan construcciones importantes, con muros de piedra natural asentada con mortero de barro y techos de rollizos de madera cubiertos con una gruesa capa de paja, mucha de las cuales son habitadas hasta hoy.

El invento de la unidad de albañilería formada por el hombre es una masa de barro y secada al sol, para sustituir a la piedra natural, debió ocurrir en lugares donde esta última no podía encontrarse. El vestigio más antiguo conocido de una unidad albañilería se encontró realizando excavaciones arqueológicas en Jerico (figura 2), en el medio Oriente, en el nivel correspondiente al neolítico temprano. La unidad es una pieza de barro de la forma de un gran pan, formada a mano y secada

al sol. Su peso es de unos 15kg, y en ella aún se nota las huellas de los dedos del hombre neolítico que la elaboro. Las unidades de barro formadas a mano se han encontrado en formas diversas y no siempre muy lógicas. Una forma lacónica es de interés, pues se repite y está presente en lugares distantes, sin conexión directa y en momentos de desarrollo semejantes. Las unidades cónicas se encuentran en muros construidos, por ejemplo en Mesopotamia, con una antigüedad de 7000 años y en la zona de la costa norte del Perú, en Huacapieta, en el valle del río Chicama, con una antigüedad de 5000 años.



Figura N°01. Ollantaytambo. Cuzco. Perú (siglo XIV)

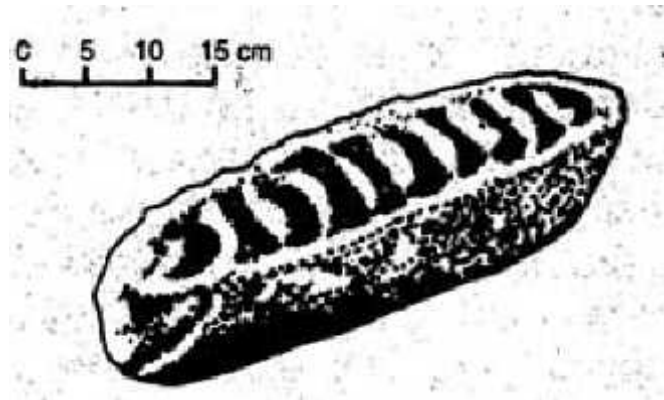


Figura N°02. Unidad de albañilería de barro secada al sol
(Jericó, 7350 a.c)

2.1.2. GENERALIDADES SOBRE LA ALBAÑILERIA

En el Perú desde la antigüedad la albañilería ha sido utilizada para la construcción, después del terremoto en 1949 fue introducida la albañilería confinada y desde la década de los 70 se apreció un interés creciente con investigar sus propiedades. Centro de investigaciones y universidades han estado desarrollando proyectos de investigación para determinar las propiedades estructurales de la albañilería, en así que desde 2010 en centro de investigación y mitigación de desastres (CISMID), perteneciente a la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Ingeniería viene investigando en forma sistemática la estructura de albañilería, habiendo concluido una primera etapa relativa a la determinación de las propiedades de

las unidades de albañilería que proporcionan información actualizada y representativa.

2.1.3. DEFINICIÓN

La albañilería o mampostería se define como un conjunto de unidades trabadas o adheridas entre sí con algún material, como el mortero de barro o de cemento.

Las unidades pueden ser naturales (piedras) o artificiales (adobes, tapias, ladrillos y bloques).

Este sistema fue creado por el hombre a fin de satisfacer sus necesidades, principalmente de vivienda.

2.1.4. CLASIFICACIÓN

La albañilería se clasifica de dos maneras:

2.1.4.1. Clasificación por su Función Estructural (Solicitaciones Actuantes)

Los muros se clasifican en Portantes y No Portantes.

Los muros No Portantes son los que no reciben carga vertical, como por ejemplo: los cercos, los parapetos y los tabiques. Estos muros deben diseñarse básicamente ante cargas perpendiculares a su plano, originadas por el viento, sismo u otras cargas de empuje. Mientras que los cercos son empleados como

elementos de cierre en los linderos de una edificación (o de un terreno) los tabiques son utilizados como elementos divisorios de ambientes en los edificios; en tanto que los parapetos son usados como barandas de escaleras, cerramientos de azoteas, etc.

En nuestro medio, los tabiques son generalmente hechos de albañilería, esto se debe a las buenas propiedades térmicas, acústicas e incombustibles de la albañilería. Por lo general, en estos elementos se emplea mortero de baja calidad y ladrillos tubulares denominados "pandereta", cuya finalidad es aligerar el peso del edificio, con el consiguiente decrecimiento de las fuerzas sísmicas. Sin embargo, si los tabiques no han sido cuidadosamente aislados de la estructura principal, haciéndolos "flotantes", se producirá la interacción tabique - estructura en el plano del pórtico

Los Muros Portantes son los que se emplean como elementos estructurales de un edificio. Estos muros están sujetos a todo tipo de sollicitación, contenida en su plano, tanto vertical como lateral y tanto permanente como eventualmente.

2.1.4.2. Clasificación por la Distribución del Refuerzo

De acuerdo a la distribución del refuerzo, los muros se clasifican en:

a) Muros No Reforzados o de Albañilería Simple:

Son aquellos muros que carecen de refuerzo; o que teniéndolo, no cumplen con las especificación mínimas reglamentarias que debe tener todo muro reforzado. De acuerdo a la Norma E-070, su uso es limitado a construcciones de un piso; sin embargo, en Lima existen muchos edificios antiguos de albañilería no reforzada, incluso de 5 pisos, pero ubicado sobre suelos de buena calidad y con una alta densidad de muros en sus direcciones, razones por las cuales estos sistemas se comportaron elásticamente sin ningún tipo de daño ante los terremotos ocurridos en los años 1966, 1970 y 1974.

b) Muros Reforzados (Armados, Laminares y Confinado)

De acuerdo con la disposición del refuerzo, los muros se clasifican en: Muros Armados, Muros Laminares y Muros confinados.

b.1) Muros Armados: Los muros armados se caracterizan por llevar el refuerzo en el interior de la albañilería.

Este refuerzo esta generalmente distribuido a lo largo de la altura del muro (refuerzo horizontal) como de su longitud (refuerzo vertical).

Estos muro requieren de la fabricación de unidades especiales, con alveolos donde se pueda colocar el refuerzo vertical; en tanto que dependiendo del diámetro del refuerzo horizontal, este se coloca en los canales de la unidad, o en la junta horizontal. El diámetro del refuerzo horizontal depende de la magnitud de la fuerza cortante que tiene que ser soportada íntegramente por el acero.

b.2) Muro Laminar ("Sándwich"): Este muro está constituido por una placa delgada de concreto(dependiendo del espesor, 1 a 4 pulgadas, se usa grout o concreto normal) reforzado con una malla de acero central, y por 2 muros de albañilería simple que sirven como encofrados de la placa.

Debido a la adherencia que se genera entre el concreto y los muros de albañilería, así como por el refuerzo transversal que se emplea para la conexión de los dos muros, se logra una integración de todo el sistema. Sin embargo, en la única investigación experimental realizada en el Perú por el Ing. H. Gallegos, utilizando ladrillos sílico-calcáreos, se observó un buen comportamiento elástico del muro laminar, con una elevada rigidez lateral y resistencia al corte; pero después de producirse el agrietamiento diagonal de la placa, ocurrió una fuerte degradación de resistencia y rigidez (falla frágil), debido principalmente a que los muros de albañilería se separaron de la placa, "soplándose".

b.3) Albañilería Confinada: Este es el sistema que tradicionalmente se emplea en casi toda Latinoamérica para la construcción de edificios de hasta 5 pisos.

La Albañilería Confinada se caracteriza por estar constituida por un muro de albañilería simple enmarcado por una cadena de concreto armado, vaciada con posterioridad a la construcción del muro. Generalmente, se emplea una conexión dentada entre la albañilería y las columnas; esta conexión es más bien una tradición peruana.

El pórtico de concreto armado, que rodea al muro, sirve principalmente para ductilizar al sistema; esto es, para otorgarle capacidad de deformación inelástica, incrementando muy levemente su resistencia, por el hecho de que la viga ("solera",

"viga collar", "collarín" o "viga ciega") y las columnas son elementos de dimensiones pequeñas y con escaso refuerzo. Adicionalmente, el pórtico funciona como elemento de arriostre cuando la albañilería se ve sujeta a acciones perpendiculares a su plano.

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado

posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerara como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

2.2. COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

Los componentes presentes en la albañilería, ya sea esta Armada o Confinada son: las unidades de albañilería, el mortero, el Grout, el acero y el concreto. De los cuales solo se realizara el desarrollo teórico de las unidades de albañilería y mortero puesto que son los únicos componentes presentes en el desarrollo de la investigación.

2.2.1. UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

2.2.1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo.

Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

Las unidades de albañilería de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica. Para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602.

2.2.1.2. CLASIFICACIÓN

a) Por sus dimensiones :

- **Ladrillos:** Tienen la característica principal a su peso y sus dimensiones pequeñas que hace que se pueda manejar con una sola mano, en el proceso de asentado. Una pieza tradicional debe tener un ancho de 11cm a 14cm, un largo de 23cm a 29cm y una altura de 6cm a 9cm; con un peso oscilante de 3kg a 6kg.
- **Los bloques:** A diferencia están hechos para ser manejados por las dos manos y puede llegar a pesar hasta los 15 kilogramos, su ancho no está determinado pues variara por los alveolos o huecos

que tienen para ser manejados, claro que también son usados para la armadura o el concreto líquido.

b) Por su materia prima y fabricación

- Existen por la materia prima tres tipos: de arcilla, de Sílice – Cal y de Concreto
- Existen por la fabricación dos tipos: los artesanales y los industriales.

c) Por su alveolos:

- **Solidas o macizas:** Los alveolos están necesariamente perpendicular a la cara del asiento, que ocupan un área no mayor al 30% del área bruta, por lo cual para ser solido aún puede tener alveolos. En la aplicación de este tipo se considera para todas las propiedades las de la sección bruta, como el área, modulo resistente y la inercia calculados en función del espesor y largo de la unidad sin tener en cuenta los alveolos. Generalmente las unidades artesanales son macizas por la facilidad de su fabricación, mientras que las que tienen alveolos son hechos en fábrica.

- **Alveolares o huecas:** A diferencia de las sólidas los alveolos exceden el 30% del área bruta y en estas se puede rellenar con concreto líquido. En la aplicación de este tipo se considera para las propiedades las de la sección neta. Existen las perforadas dentro de esta categoría, que se caracterizan por tener alveolos reducidos no pueden ser rellenos ni armados.
- **Tubulares:** Tienen los alveolos paralelos a la cara de asiento. El tamaño de los alveolos será en relación al área bruta de la cara lateral.

d) Para fines estructurales:

Para esta clasificación existen tres ensayos importantes quienes nos indicaran que tipo de ladrillo se está usando.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las siguientes características indicadas en la Tabla 01.

Tabla N°01. Norma Técnica E-070 / Tabla 1. Clase de Unidad de Albañilería para fines estructurales.

TABLA 1					
CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABE O (Máximo en mm)	RESISTENCIA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kg/cm²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P¹	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP²	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1)Bloque usado en la construcción de muros portantes.

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

FUENTE: Norma Técnica E-070

e) Limitaciones en su aplicación:

El uso o aplicación de unidades de albañilería está condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en NTE E.030 Diseño Sismo resistente.

Tabla N°02. Norma Técnica E-070 / Tabla 2. Limitaciones en el uso de la Unidad de Albañilería para fines estructurales.

TABLA 2 LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA			
TIPO	ZONA SISMICA 2 Y 3		ZONA SISMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal *	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente	Sí Celdas parcialmente	Sí Celdas parcialmente rellenas con grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

FUENTE: Norma E-070 Albañilería



Figura N°03. Zonas sísmicas del Perú

FUENTE: Norma Técnica E-030

2.2.1.3. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

Conocer las propiedades de las unidades es necesario básicamente para tener una idea sobre la resistencia de la albañilería, así como de su durabilidad ante el intemperismo. Sin embargo, no puede afirmarse que la mejor unidad proporcione necesariamente la mejor albañilería.

a) **Propiedades Físicas:** Tiene que ver con la resistencia de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- A la Tracción medida como tracción por flexión.
- Variabilidad dimensional
- Alabeos
- Succión
- Textura de la cara de asiento.

b) **Propiedades Mecánicas:** Tiene que ver con la durabilidad de la albañilería serán:

- Resistencia a la Compresión.
- Densidad
- Absorción
- Coeficiente de Saturación

Las principales propiedades relacionadas con la **resistencia estructural** son:

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la tracción, medida como resistencia a la tracción indirecta o a la tracción por flexión
- Variabilidad Dimensional con relación a la unidad nominal, o, mejor, con relación a la unidad promedio y, principalmente, la variabilidad de la altura de la unidad.
- Alabeos, medios como concavidades o convexidades en la superficie de asiento
- Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento.
- Textura de la cara de asiento

Las principales propiedades relacionadas con la **durabilidad** son:

- Resistencia a la Compresión
- Absorción
- Absorción máxima
- Coeficiente de saturación

2.2.1.4. ENSAYOS

A. ENSAYOS CLASIFICATORIOS

Los ensayos clasificatorios son pruebas a las que se someten los ladrillos para poder limitar su aplicación en diseños estructurales. La Norma Técnica E-070 establece que para lotes de hasta 50 millares, debe seleccionarse como mínimo 10 unidades de albañilería, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

A.1) Variabilidad Dimensional: Define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo necesaria por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

$$V = \frac{(M - M)}{M} \times 100 \dots\dots(1)$$

Donde:

V = Variabilidad Dimensional (%)

ME = Medida especificada por el fabricante (mm)

ME = Medida Promedio

A.2) Alabeo: El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta. Así mismo puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla metálica que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto de mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros.

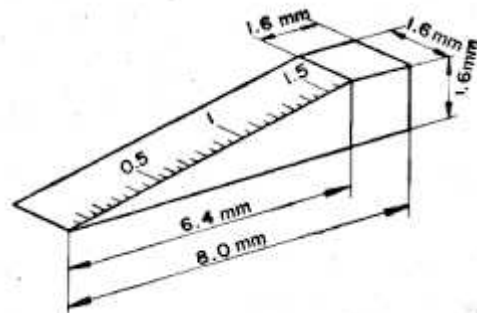


Figura N°04. Cuña para ensayo de alabeo.

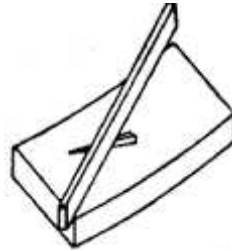


Figura N°05. Medición de concavidad.

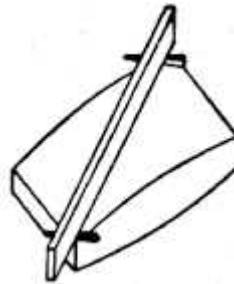


Figura N°06. Medición de convexidad.

A.3) Resistencia a la Compresión: La resistencia a la compresión de la albañilería (f''_b) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. Los principales componentes de la resistencia a la compresión de albañilería son: la resistencia a la compresión del ladrillo

(f"b), la perfección geométrica del ladrillo, la calidad de mortero empleado para el asentado de ladrillo y la calidad de mano de obra empleada. De todos los componentes anteriores citado, los pertinentes a la norma de la resistencia son la resistencia a la compresión y la geometría del ladrillo.

B. ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

Son ensayos que no sirven para clasificar a las unidades de albañilería, pero que si son útiles para definir el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.

B.1) Succión: Es la medida de la rapidez del agua a adherirse a la unidad en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación de mortero – unidad en la inter fase de contacto y por lo tanto la resistencia a la tracción de la albañilería.

Puesto que cuando la unidad tiene demasiada succión, al colocar el mortero esta absorbe el agua de él haciendo que se deforme y se endurezca lo que impide el contacto total con la siguiente unidad.

$$S = \frac{2 \times (P_{sum} - P_{sec})}{A} \dots (2)$$

Donde:

S = Succión (gr)

Psum = Peso sumergido de la unidad de albañilería (gr)

Psec = Peso seco de la unidad de albañilería (gr)

Ab = Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

B.2) Absorción y Absorción Máxima: La Prueba de Absorción se basó en la NTP 399.613 y tiene por objetivo conocer la capacidad de absorción de las muestras a ser ensayadas cuando alcanzan un estado de saturación, en otras palabras obtendremos un índice que refleje la capacidad de absorción de agua de los especímenes ante 24 horas de inmersión en agua.

Cabe advertir que la NTP 399.613 requiere que la prueba de absorción se realice con medías unidades como especímenes de prueba, ya que como mencionamos estas pruebas están destinadas a unidades de arcilla las cuales fácilmente pueden ser

divididas en medias unidades. Las unidades designadas para la prueba serán sometidas a un secado uniforme en un horno estándar por un lapso de 24 horas a una temperatura de 110 °C. Este procedimiento se realiza con la finalidad de eliminar la humedad natural contenida en dichos especímenes para obtener un resultado basado únicamente en la absorción de agua producto de la inmersión de las muestras.

A continuación, se procede a pesar las muestras con una aproximación de 1 gr. Se preparan los recipientes en los cuales se sumergirán los especímenes, con la finalidad de que todas las caras del espécimen estén en contacto directo con el agua. Antes de sumergir los especímenes, se procede a tomar un registro de la temperatura del agua potable contenida en los baldes. Se sumerge el espécimen en agua limpia que se encuentre a una temperatura entre 15.5 °C a 30 °C, por un periodo de 24 horas. Pasado este lapso, se retira el espécimen, limpiando el agua superficial con un paño para posteriormente pesar el espécimen con una aproximación de 1 gr. Las muestras se pesan dentro de los 5 minutos siguientes de ser retirados del

agua. Calculamos la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$A = \frac{(M2-M1)}{M1} \times 100 \dots\dots(3)$$

Donde:

A = Absorción (%)

M1 = Masa del espécimen seco (gr).

M2 = Masa del espécimen saturado luego de 24 h de inmersión en agua fría (gr).

La absorción máxima de la unidad de albañilería corresponde al hervido de la misma durante 5 horas.

$$A_m = \frac{(M3-M1)}{M1} \times 100 \dots\dots(4)$$

Donde:

Am= Absorción máxima (%)

M1 = Masa del espécimen seco (gr).

P4 = Masa del espécimen saturado luego de 5 horas de ebullición (gr)

B.3) Coeficiente de Saturación: Es una medida de la durabilidad de la unidad, que se determina por la relación entre la absorción y la absorción máxima.

Las unidades con coeficiente de saturación mayores a 0.85 son demasiado absorbente por lo tanto son poco durable.

$$CS = \frac{A}{A_m} \dots\dots(5)$$

Donde:

CS = Coeficiente de saturación.

A = Absorción (%)

A_m = Absorción máxima (%)

B.4) Eflorescencia: Es la aparición de sales como

sulfatos en el ladrillo o en la arena del mortero, las que al entrar en contacto con el agua se derriten y emergen con los poros de ladrillo o del mortero hacia la superficie.

Para medirla se toma una muestra de 6 a 10 ladrillos separados en dos grupos de 3 ladrillos o 5 ladrillos, que se colocaran de canto dentro de una bandeja en grupos de ladrillos espaciados entre sí (con intervalos no menores de 5 cm), la misma que tiene una altura de agua de 2.5cm, esta operación se hace en una cámara de humedad libre de corrientes de aire y se mantienen durante 7 días.

Transcurrido los 7 días las unidades se secan en el horno a 110°C durante 24 h, para luego dejarlas enfriar a temperatura ambiente y se

comparan entre sí, examinando principalmente el aspecto de las caras y de los vértices.

Dependiendo de la aparición de manchas blancas la unidad de albañilería se clasifica en:

- Eflorecida
- Ligeramente eflorecida
- Sin eflorescencia

B.5) Densidad: La densidad está relacionada directamente con la resistencia a la compresión, a mayor densidad mejores propiedades de resistencia y de perfección geométrica, la cual será el resultado del peso seco de la unidad entre el volumen de la misma.

$$D = \frac{M}{V} \dots\dots(6)$$

Donde:

M = Masa del espécimen seco (gr)

V = Volumen (cm³)

D =Densidad del espécimen (gr/cm³)

2.2.2. MORTERO

2.2.2.1. DEFINICIÓN

Es el material de unión entre los ladrillos y sirve para corregir sus imperfecciones. La propiedad más importante es su capacidad de pegar o adherir los ladrillos; en caso contrario, se tendría un muro compuesto de piezas sueltas y sin resistencia.

El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

2.2.2.2. COMPONENTES

2.2.2.2.1 AGLOMERANTES

Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser: Cemento Portland o cemento adicionado normalizado y cal hidratada normalizada de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

• **El cemento Portland:** son aglomerantes hidráulicos normalizados obtenidos pulverizando Clinker que consiste, esencialmente en silicatos cálcicos hidráulicos a los que se ha incorporado, como adición en la molienda, una o más formas de sulfatos cálcicos. El cemento portland tipo I es el de aplicación general; el tipo II es ligeramente resistente a sulfatos, y el tipo III es de resistencia temprana.

La resistencia estándar de los cementos portland esta entre 22 y 28 MPa a los 28 días.

• **Cal Hidratada Normalizada:** Es el nombre comercial del hidróxido de calcio, que se forma al agregarse agua al óxido de calcio o cal viva para que una vez apagada (hidratada) pueda utilizarse. Los albañiles, cuando vierten agua sobre cal viva, dicen que la "apagan". Cal apagada es el nombre vulgar del hidróxido de calcio. El apagado exotérmico; es decir, que en este proceso se desprende

gran cantidad de calor que evapora parte del agua utilizada. La cal "apagada" tiene un volumen tres veces mayor que el de la cal viva.

2.2.2.2.2 AGREGADO FINO

Será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptaran otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

Tabla N°3. Norma E-070 / Tabla 3. Granulometría de la Arena Gruesa

TABLA 3	
GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
Nº 4 (4.75 mm)	100
Nº 8 (2.36 mm)	95 a 100
Nº 16 (1.18 mm)	70 a 100
Nº 30 (0.60 mm)	40 a 75
Nº 50 (0.30 mm)	10 a 35
Nº 100 (0.15mm)	2 a 15
Nº 200 (0.075 mm)	menos de 2

FUENTE: Norma E- 070 Albañilería

- No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.
- El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.
- El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

2.2.2.2.3 AGUA

El agua en general debe ser limpia y estar libre de sustancias deletéreas tales como aceites, ácidos, álcalis o cualquier otra que resultara dañina. La utilización de agua de mar es tolerable cuando no hay armadura en la hilada y siempre y cuando se admita, en la edificación terminada, la eflorescencia que las sales presentes en ella inevitablemente causaran. El agua para uso doméstico es siempre satisfactoria.

2.2.2.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes ver la Tabla 4.

2.2.2.4. PROPORCIONES

Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4.

Tabla N°4. Norma E-070 / Tabla 4. Tipos de Mortero.

TABLA 4				
TIPOS DE MORTERO				
COMPONENTES				USOS
TIPO	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	hasta 6	Muros No Portantes

FUENTE: Norma E- 070 Albañilería

- a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.
- b) De no contar con cal hidratada normalizada, se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

2.2.2.5. PROPIEDADES Y ENSAYOS DE LABORATORIO

A) Ensayo de Consistencia: El ensayo de consistencia o ensayo de fluidez, o flujo se realiza principalmente con el aparato de flujo, que es una mesa plana construida de tal manera que puede dejarse caer una altura de 12 mm por medio de una leva rotatoria.

Este ensayo ha sido criticado por muchos investigadores, por lo que de él se obtiene aparecen fuertemente influenciado por el montaje del aparato, por su estado de mantenimiento y su desgaste y por la técnica del operador; en suma, porque ofrece resultados no reproducibles y dispersos. Aun así, es el procedimiento más usado, debiendo destacarse que puede ser calibrado como mezclas estandarizadas, provistas por los entes normalizadores, o con mezclas definidas por cada laboratorio, dependiendo del ámbito de los ensayos.

Se define la consistencia o fluidez como el porcentaje de incremento en el diámetro de un tronco de cono de 10 cm de diámetro en su base y 5 cm de altura después de que la mesa de flujo se a dejado caer 25 veces en 15 segundos. Esto es, si el diámetro de la

masa del mortero es 20 cm después del ensayo, la consistencia o la fluidez del mortero es 100%.

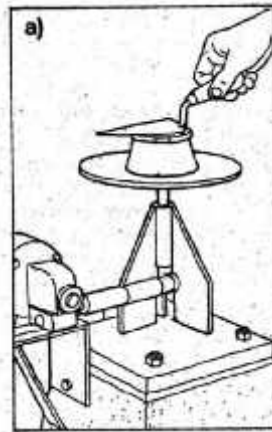


Figura N°07. a) Mesa de flujo y moldeo del mortero.

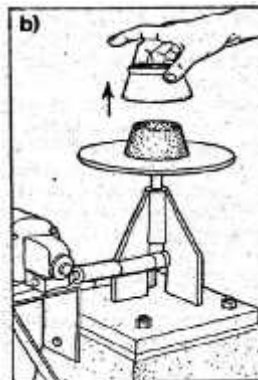


Figura N°08. b) Mortero troncocónico.

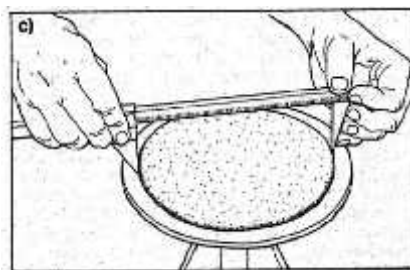


Figura N°09. c) Medida del diámetro de la masa después de 25 caídas de la mesa de flujo.

$$F = \frac{D - DP}{D} \times 100 \dots\dots(7)$$

Donde:

DP = Diámetro promedio de las cuatro mediciones realizadas.

DI = Diámetro inicial de la pasta o diámetro del anillo (10.6cm)

B) Ensayo de Retentividad: Se realiza utilizando el mismo aparato de flujo descrito anteriormente. Se mide la consistencia en dos oportunidades. Una inicial, que corresponde a la medición antes descrita. Luego se coloca el mismo mortero ensayado en un aparato de vacíos, calibrado a un vacío de 51 mm de mercurio por un minuto, lo que tiene el efecto de retirarle una parte de agua. Inmediatamente después se repite la medición de consistencia. La relación entre la consistencia final e inicial se llama retentividad. Si el diámetro en el ensayo del aparato de flujo después de aplicado el vacío es 18 cm, su nueva consistencia será 80%, y la retentividad 0.8.

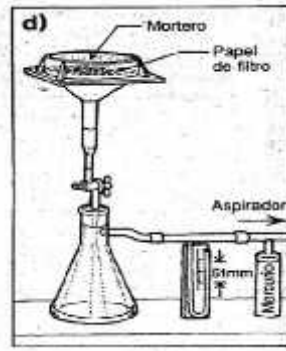


Figura N°10.d) Aplicación del vacío al mortero.

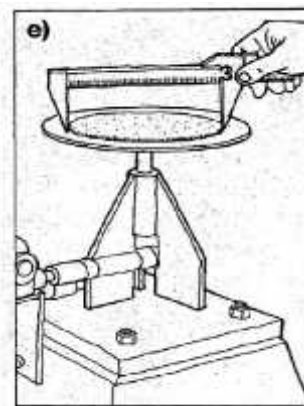


Figura N°11.e) Medida del menor diámetro que se obtiene después que el mortero, elaborado con la masa puesta al vacío, es sometido a las 25 caídas de la mesa de flujo.

C) Ensayo de Adhesión: La adhesión no es una propiedad absoluta del mortero, sino que se mide con relación a una determinada unidad de albañilería. El ensayo puede hacerse por tracción directa o por flexión, siendo más usual el ensayo por tracción directa. Con este propósito se forman testigos de dos

unidades aceptadas con el mortero, los que se ensayan, usualmente a los 28 días, aplicando una fuerza de tracción directa perpendicular a la cara de asiento en una maquina universal. Se llama adhesión al valor unitario obtenido de dividir la fuerza de rotura entre el área nominal de contacto.

D) Ensayo de Compresión: Se hace rompiendo a los 28 días, en una máquina de compresión, testigos cúbicos de 5 cm de lado. Si bien subsisten la tendencia original a preparar los testigos en moldes impermeables de acero, es cada vez más creciente en reconocimiento de lo esencial que resulta preparar los testigos teniendo en cuenta, de alguna manera, el retiro de agua por la succión de la unidad de albañilería para establecer así la realidad resistente del mortero colocado.

2.2.3. CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA

2.2.3.1. Generalidades

Las resistencias a la albañilería a compresión, tracción y corte definen el comportamiento estructural de los diferentes elementos de la albañilería ante la acción de

solicitaciones reales. Con el propósito de determinar dichas resistencias se han diseñado multitud de ensayos en pequeños especímenes, cuyos resultados constituyen la base de nuestros conocimientos estructural del material. El comportamiento de estos especímenes, cuando se someten a ensayos, es el producto de la acción heterogénea de los componentes de la albañilería presentes, la unidad, el mortero y/o el concreto líquido, imitando o modelando así el que asumen elementos de albañilería similar sometidos a cargas iguales a las del ensayo.

2.2.3.2. Resistencia de Prismas de la Albañilería

La resistencia de la albañilería a compresión axial (f'_m) y a corte (v'_m) se determinará de manera empírica (recurriendo a tablas o registros históricos de la unidades) o mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indique en la Tabla 07, de la Norma E-070

Tabla N°5. Norma E-070 / Tabla 7. Métodos Para Determinar $f'm$ Y $v'm$.

TABLA 7 MÉTODOS PARA DETERMINAR $f'm$ Y $v'm$									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
$(f'm)$	A	A	A	B	B	A	B	B	B
$(v'm)$	A	A	A	B	A	A	B	B	A

FUENTE: Reglamento Nacional de Edificaciones – E -070

A: Obtenida de manera empírica conociendo la calidad del ladrillo y del mortero.

B: Determinadas de los ensayos de compresión axial de pilas y de compresión diagonal de muretes mediante ensayos de laboratorio de acuerdo a lo indicado en las NTP 399.605 y 399.621.

Los prismas serán elaborados en obra, utilizando el mismo contenido de humedad de las unidades de albañilería, la misma consistencia del mortero, el mismo espesor de juntas y la misma calidad de mano de obra que se empleará en la construcción definitiva, según la norma E-070.

Los prismas tendrán un refrentado de cemento – yeso con un espesor que permita corregir la irregularidad superficial de la albañilería.

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia

característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 08 de la Norma E-070.

Tabla N°6. Norma E-070 / Tabla 8. Incremento $f'm$ y $v'm$ por Edad.

TABLA 8 INCREMENTO $f'm$ y $v'm$ 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 – E -070

La resistencia característica en las pilas $f'm$ y $V'm$ en los muretes, se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

El valor $V'm$ para el diseño no será mayor de $0.319 \sqrt{f'm}$
 $M (\sqrt{f'm} K / c: 2.)$

En el caso de no realizarse ensayos de prismas, podrá emplearse los valores mostrados en la Tabla 09 de la Norma E-070, correspondientes a pilas y muretes construidos con mortero 1:4 (cuando la unidad es de arcilla) y 1: ½: 4 (cuando la materia prima es sílice-cal o

concreto), para otras unidades u otro tipo de mortero se tendrá que realizar los ensayos respectivos.

Tabla N°7. Norma E-070 / Tabla 9. Resistencias Características de la Albañilería.

TABLA 9 (**)				
RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA				
Mpa (kg/cm²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD	PILAS	MURETES
		f_b	f_m	v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5.4 (55)	3.4 (35)	0.5 (5.1)
	King Kong Industrial	14.2 (145)	6.4 (65)	0.8 (8.1)
	Rejilla Industrial	21.1 (215)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
Sílice-cal	King Kong Normal	15.7 (160)	10.8 (110)	1.0 (9.7)
	Dédalo	14.2 (145)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
	Estándar y mecano (*)	14.2 (145)	10.8 (110)	0.9 (9.2)
Concreto Bloque Tipo P (*)		4.9 (50)	7.3 (74)	0.8 (8.6)
		6.4 (65)	8.3 (85)	0.9 (9.2)
		7.4 (75)	9.3 (95)	1.0 (9.7)
		8.3 (85)	11.8 (120)	1.1 (10.9)

FUENTE: Reglamento Nacional de Edificaciones – E -070

(*) Utilizados para la construcción de Muros Armados.

(**) El valor f_b se proporciona sobre área bruta en unidades vacías (sin grout), mientras que las celdas de las pilas y muretes están totalmente rellenas con grout de f_c = 13,72 MPa (140 kg /cm²). El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la Tabla 10 de la Norma E-070

Tabla N°8. Norma E-070 / Tabla 10. Factores de Corrección de f_m por Esbeltez.

TABLA 10
FACTORES DE CORRECCION DE f'm POR ESBELTEZ

Esbeltez	2.0	2.5	3.0	4.0	4.5	5.0
Factor	0.73	0.80	0.91	0.95	0.98	1.00

FUENTE: Reglamento Nacional de Edificaciones – E -070

2.3. POLIETILENO DE TEREFTALATO (PET)

2.3.1. DEFINICION

Es una sustancia sintética de estructura macro molecular por su gran cantidad de moléculas de hidrocarburos, alcoholes y otros compuestos orgánicos; el plástico es una sustancia orgánica por su gran cantidad de carbono en sus moléculas. Puede ser constituido por la acción del calor y la presión ya sea natural o artificialmente, esta última es la forma más apropiada para la fabricación de los productos de plástico.

2.3.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PLASTICOS

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes. Las enormes moléculas de las que están compuestos pueden ser lineales, ramificadas o entrecruzadas, dependiendo del tipo de plástico. Las moléculas lineales y ramificadas son termoplásticas (se ablandan con el calor),

mientras que las entrecruzadas son termoendurecibles (se endurecen con el calor).

- **Polímeros:** La materia está formada por moléculas que pueden ser de tamaño normal o moléculas gigantes llamadas polímeros. Se producen por la unión de cientos de miles de moléculas pequeñas denominadas monómeros que forman enormes cadenas de las formas más diferentes. Algunas parecen fideos, otras tienen ramificaciones, otras, globos, etc. Algunas se asemejan a las escaleras de mano y otras son como redes tridimensionales.

Si el número de unidades es muy grande, se usa también la expresión gran polímero. Un polímero no tiene la necesidad de constar de moléculas individuales todas del mismo peso molecular, y no es necesario que tengan todas las mismas composiciones químicas y la misma estructura molecular. Hay polímeros naturales como ciertas proteínas globulares y poli carbohidratos, cuyas moléculas individuales tienen todas el mismo peso molecular y la misma estructura molecular; pero la gran mayoría de los polímeros sintéticos y naturales importantes son

mezclas de componentes poliméricos homólogos. La pequeña variabilidad en la composición química y en la estructura molecular es el resultado de la presencia de grupos finales, ramas ocasionales, variaciones en la orientación de unidades monómeras y la irregularidad en el orden en el que se suceden los diferentes tipos de esas unidades en los copolímeros. Estas variedades en general no suelen afectar a las propiedades del producto final, sin embargo, se ha descubierto que en ciertos casos hubo variaciones en copolímeros y ciertos polímeros cristalinos.

La mayor parte de los polímeros que usamos en nuestra vida diaria son materiales sintéticos con propiedades y aplicaciones variadas. Lo que distingue a los polímeros de los materiales constituidos por moléculas de tamaño normal son sus propiedades mecánicas. En general, los polímeros tienen una muy buena resistencia mecánica debido a que las grandes cadenas poliméricas se atraen. Las fuerzas de atracción intermoleculares dependen de la composición química del polímero y pueden ser de varias clases.

2.3.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

2.3.3.1. Elección de los materiales a utilizar

Cada régimen social, económico y cada opción tecnológica es una expresión de toda la sociedad. El material plástico es una manifestación de la red cultural en que vivimos, al igual que lo son los medios cada vez más rápidos de comunicación y de transporte. El plástico parece tener la capacidad ilimitada del hombre para modelar la realidad al ser un material que puede presentarse de múltiples formas y usarse para variados propósitos. En general las personas tienen poco conocimiento sobre lo que es un plástico, cómo se obtiene, cuáles son los tipos de plástico y sus aplicaciones, y cuáles son los procesos de transformación del mismo. De tal forma surge como necesidad en este proyecto mostrar una parte importante del plástico que va desde la manera de obtención, hasta los procesos que se utilizan para reciclarlos.

Los plásticos son materiales aptos para ser reutilizados por su versatilidad, su durabilidad, su resistencia a diferentes agentes externos y químicos, su efectividad como aislante de frío, calor y ruido, su bajo costo frente a

otros materiales constructivos, de fácil limpieza y mantenimiento, sencilla manipulación y rápida instalación, por ser livianos y con una gran vida útil.

2.3.3.2. Fuente de materiales

Existen empresas dedicadas al servicio del reciclaje en el Perú y comercialización de plásticos, una de ellas es la planta recicladora de Nuevo Chimbote.

Esta empresa se dedica a la compra y venta de materiales reciclados como: botellas, fierros, cartones, papeles, etc. Además el plástico reciclado es triturado con una máquina trituradora, para su posterior venta a una fábrica de plástico en la ciudad de Lima, este plástico es procesado y reutilizado con la finalidad de suplir las necesidades de sus clientes con productos de calidad.

La planta además, fomenta el conocimiento y la importancia sobre el medio ambiente para quienes trabajan en el sector; lo cual incluye a empleados, clientes, reguladores, suministradores y comunidad en general, forjando así mejores niveles de calidad de vida.

2.3.3.3. Clasificación y Selección de los materiales

La planta presenta una variedad de productos reciclados y/o materias primas plásticas las cuales ha comercializado a partir de productos como son:

- **Polietileno Tereftalato (PET):** Envases para gaseosas, aceites, agua mineral, cosmética, frascos varios (mayonesa, salsas, etc.), películas transparentes, fibras textiles, laminados de barrera (productos alimenticios), envases al vacío, bolsas para horno, bandejas para microondas, cintas de video y audio, geotextiles (pavimentación/caminos), películas radiográficas.



Figura N°12 Símbolo del Polietileno Tereftalato

- **Polietileno de Alta Densidad (PEAD):** Envases para detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados y menaje,

cajones para pescados, gaseosas y cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.



Figura N°13 Símbolo del Polietileno de Alta Densidad

- **Cloruro de Polivinilo (PVC):** Envases para agua mineral, aceites, jugos, mayonesa, perfiles para marcos de ventanas, puertas, caños para desagües domiciliarios y de redes, mangueras, blister para medicamentos, pilas, juguetes, envolturas para golosinas, películas flexibles para envasado (carnes, verduras), film cobertura, cables, cuerina, papel vinílico (decoración), catéteres, bolsas para sangre.



Figura N°14 Símbolo del Cloruro de Polivinilo

- **Polietileno de Baja Densidad (PEBD):** Bolsas de todo tipo para supermercados, boutiques, panificación, congelados, industriales, etc. Películas para: Agro (recubrimiento de Acequias), envasado automático de alimentos y productos industriales (leche, agua, plásticos, etc.). Base para pañales descartables, bolsas para suero, contenedores herméticos domésticos, tubos, cosméticos, medicamentos y alimentos, tuberías para riego.



Figura N°15 Símbolo del Polietileno de Baja Densidad

- **Polipropileno (PP):** Película/Film para alimentos, snacks, cigarrillos, chicles, golosinas, indumentaria. Bolsas tejidas para papas, cereales. Hilos, cabos, cordelería, caños para agua caliente, jeringas descartables, tapas en general, envases, cajones para bebidas, baldes para pintura, helados, potes para margarina, fibras para tapicería, cubrecamas, telas no tejidas (pañales descartables), alfombras, cajas de batería, paragolpes y autopartes.



Figura N°16 Símbolo del Polipropileno

- **Poliestireno (PS):** Potes para lácteos (yogurt, postres, etc.), helados, dulces, envases varios, vasos, bandejas de supermercados y rotiserías, heladeras, contrapuestas, anaqueles, cosmética, envases, máquinas de afeitar desechables, platos, cubiertos, bandejas, juguetes, casetes.



Figura N°17 Símbolo del Poliestireno

2.3.4. DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA RECICLADORA DE PLASTICO

2.3.4.1. Organización de la Planta Física

La planta de reciclaje de Nuevo Chimbote cuenta con un área de 1000 m², la cual está organizada en dos sectores, el sector de clasificación y el sector de proceso de trituración de los plásticos:

En el sector de clasificación se ocupan 5 operarios de separar los plásticos de otros materiales en sacos.

El sector de proceso de trituración cuenta con: 2 operarios que manejan las máquinas trituradoras; y el jefe de producción, quién está encargado del personal.

2.3.4.2. Proceso de Reciclaje

El acopio de los materiales reciclados se realiza mediante la compra a las personas que se dedican al reciclaje a mediana escala.

En la planta de reciclaje una vez que son depositados los residuos sólidos, se realiza unos pasos específicos para la selección del material:

- Separación de los diferentes materiales reciclables (Cartón, vidrio, metales y plástico)
- Los plásticos son separados o clasificados según su composición (Polietileno de baja densidad, Polipropileno, Polietileno tereftalato, Polietileno de alta densidad, Cloruro de polivinilo y Poliestireno) los cuales son almacenados en sacos
- Se procede a su posterior trituración y compactación, para finalmente ser vendido a las fábricas de Lima.

2.3.4.3. Máquinas y Herramientas

- **Trituradora:** Permite romper el material y con ello facilitar el retiro de sustancias que acompañan a los desechos de las bolsas. También debe mencionarse aquí, un proceso alternativo que se aplica cuando se conoce la procedencia del plástico: consiste en moler el plástico sin enviarlo luego a un proceso de lavado dado que en la misma máquina con potentes extractores se absorbe el polvillo que queda flotando y se elimina.

- **Lavado de plástico:** El material ya despedazado en pequeñas partículas de hasta 1 cm., se introduce en un balde de unos de 20 litros con agua y detergente. Luego, el material es sometido a varias etapas de enjuague, para retirar restos de grasas, partículas y todos los productos que se agregaron en el proceso de limpieza y no afecten en las propiedades de la unidad de albañilería.
- **Secado del Plástico:** Se extendió el plástico en el piso a temperatura ambiente para extraer el agua por completo.

2.4. MESA VIBROCOMPACTADORA

2.4.1. TECNOLOGIA DE LOS MATERIALES DE CEMENTO

Los ladrillos de concreto vibrado son elementos paralelepípedos, moldeados, que se adaptan a un manipuleo manual, especialmente diseñado para la albañilería armada y confinada con acabado tarrajado o también con un terminado caravista.

Los materiales utilizados para la fabricación de los ladrillos estarán constituido por cemento Portland tipo I, por agregados que cumplan con los requisitos para concretos convencionales; se deberá considerar relación

a/c mínima a fin de proporcionarles características de durabilidad e impermeabilidad; el equipo necesario para fabricar los ladrillos lo conforman una pequeña mesa vibradora con su respectivo molde metálico.

2.4.2. CONCRETO VIBRADO

2.4.2.1. Teoría de la Vibración

La vibración es el método de asentamiento práctico más eficaz conseguido hasta ahora, dando un concreto de características bien definidas como son la resistencia mecánica, compacidad y un buen acabado.

La vibración consiste en someter al concreto a una serie de sacudidas y con una frecuencia elevada. Bajo este efecto, la masa de concreto que se halla en un estado más o menos suelto según su consistencia, entra a un proceso de acomodo y se va asentando uniforme y gradualmente, reduciendo notablemente el aire atrapado.

La duración de la vibración influye determinantemente en la compacidad del elemento. Un inconveniente que se encuentra a menudo en el campo de la vibración, es el efecto de pared, fenómeno que tiene lugar en aquellas piezas de paredes altas y espesores reducidos.

Aunque se haya calculado un vibrador que responda a la masa total a vibrar, el asentamiento no será completo si tiene lugar tal fenómeno, debiéndose adoptar aparatos de mayor potencia para subsanar el efecto pared.

Los concretos de consistencia seca son los que dan mayor resistencia pero su aplicación en obra resulta muy difícil por su poca trabajabilidad, la vibración viene a solucionar este problema, permitiendo el empleo de mezclas con asentamientos de 0" a 1".

2.4.2.2. Principios Fundamentales de la Vibración

La vibración queda determinada por su frecuencia e intensidad. Frecuencia es el número de impulsiones o pequeños golpes a que se somete el concreto en un minuto. Amplitud es el máximo desplazamiento de la superficie vibrante entre dos impulsiones. La vibración puede ser de alta o baja frecuencia. Se considera de baja frecuencia valores usuales de 3000 vibraciones por minuto; cuando éstas son iguales o superiores a 6000 vibraciones/minuto se consideran en el rango de alta frecuencia. Con este último se logra una mejor compactación: vibración de baja frecuencia obliga el empleo de mezclas con un mayor relación a/c.

Un factor de considerable importancia es el tiempo que dura el proceso de vibración. Este tiempo depende, entre los factores más importantes, de la frecuencia de vibración, de la calidad del agregado, de la riqueza en cemento de la mezcla; al aumentar la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado, sin embargo, la vibración muy enérgica y prolongada puede producir efectos desfavorables, la vibración se da por completa cuando la lechada de cemento empieza a fluir a la superficie.

2.4.2.3. Propiedades del Concreto Vibrado

a) Compacidad: Al amasar un concreto se emplea una cantidad de agua superior a la que el cemento necesita para su perfecta hidratación y que es muy inferior al volumen de agua empleado normalmente en el amasado. Absorbida el agua de combinación por el cemento, la cantidad restante, y que se añade exclusivamente para dar trabajabilidad al concreto, tiende a evaporarse, dejando de ese modo una gran cantidad de poros, resultando un concreto con una compacidad más o menos acusada, según sea la cantidad de agua evaporada. Esta situación trae como exigencia la

necesidad de reducir en lo posible la cantidad de agua de amasado con el fin de conseguir un concreto de gran compacidad.

b) Impermeabilidad: La impermeabilidad de un concreto es función de su compacidad. La granulometría juega un papel muy importante en la impermeabilidad. Con una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, completados por una enérgica vibración, se obtiene un concreto altamente impermeable.

La absorción de humedad de concreto vibrado es aproximadamente la mitad de la correspondiente al concreto ordinario.

C) Resistencia Mecánica: La resistencia mecánica del concreto es quizás el factor más importante dentro de las propiedades del mismo. La resistencia del concreto aumenta considerablemente si se aplica una vibración intensa.

d) Resistencia a la abrasión y congelamiento: la resistencia del concreto vibrado a acciones extremas se derivan de su propia compacidad o fluidez; la resistencia al desgaste es mayor. Otra ventaja es su resistencia a las heladas por tener menos aguas de amasado y ser más compacto.

e) Desmolde rápido: En la fabricación de elementos pre fabricados de concreto vibrado puede conseguir un desmolde inmediato si el concreto es de granulometría adecuada y se ha amasado con su poca agua. Si al efectuar esta operación la pieza se rompe, se puede afirmar que la causa se encuentra en un acceso de agua o material fino. La rotura puede sobrevenir también al no estar suficientemente consolidado el concreto, es decir, la vibración ha sido de poca vibración.

2.4.2.4. Aplicación del Concreto Vibrado

Hasta hace poco años, el asentamiento del concreto "in situ" se hacía normalmente por apisonado manual pero para que este método fuera eficaz, era necesario emplear concretos con mucho agua, hecho que va en perjuicio de su resistencia. Hoy en día, gracias a los adelantos técnicos y a una investigación bien dirigida, se ha conseguido sustituir en gran parte el apisonado por la vibración, método que presenta indiscutibles ventajas. Factores de importantes en el concreto vibrado son: granulometría, relación agua/cemento y frecuencia de vibrado.

Por las altas resistencias conseguidas en el concreto vibrado mecánicamente, en comparación de los concretos compactados manualmente, aquél método es ampliamente utilizado en la elaboración de ELEMENTOS PREFABRICADOS: vigas, tubos para instalaciones sanitarias, postes, silos, tubos para conducción eléctrica y telefónica, etc.

2.5. IMPLEMENTACION DE UN TALLER DE PRODUCCION

Actualmente se fabrican ladrillos de alta resistencia a la compresión, (120 kg/cm² tipo V), con diferentes mezclas cemento-agregado, utilizando grandes máquinas vibradoras con rendimientos mayores a las 1000 unidades diarias; sin embargo la disponibilidad de este tipo de equipos en muchas zonas rurales es prácticamente nula.

Se fabrican también ladrillos y bloques de concreto utilizando moldes que permiten una compactación manual de la mezcla con ayudas de tacos de metálicos o de madera; las unidades resultantes son de resistencia media (50 kg/cm², tipo I) y de bajo rendimiento en la fabricación.

En este contexto para la viabilidad del nuestro proyecto, la implementación de un taller de mediana escala que permita la fabricación de unidades en la misma obra con los mayores rendimientos y estándares de calidad, se convierte en un factor

importante, que parte del equipamiento y de un esquema de producción adecuado, que permita el trabajo en las zonas rurales, que garantice que la fabricación de elementos que alcancen la resistencia especificada y los menores costos de producción.

2.5.1. REQUERIMIENTOS BASICOS PARA LA PRODUCCION

La producción se define como la creación de bienes aptos para poder utilizarlos, para lo cual es necesario realizar diversas actividades u operaciones.

En el proceso de la producción se debe tener claro los recursos a ser utilizados, el esquema de flujo de la fabricación y los patrones de calidad que garantice el mejor producto.

Para asegurar la calidad de los bloques de concreto se deberá controlar, durante la fabricación, la dosificación de los materiales de la mezcla definida, la cual se recomienda se efectúe por peso.

Una condición imprescindible que deben satisfacer los ladrillos es su uniformidad; no sólo en lo relativo a la constancia de sus dimensiones, especialmente su altura, sino también en cuanto a la densidad, calidad, textura superficial y acabado.

2.5.1.1. Flujograma de Producción

En todo proceso productivo de elementos para la construcción, se realizan una serie de actividades las

cuales guardan estrecha relación entre sí; la calidad del producto final dependerá de que los diferentes procesos se realicen cumpliendo con los requisitos técnicos.

De la misma manera, en cada proceso desde las actividades iniciales hasta las finales, deben organizarse concatenadamente y por etapas claramente definidas, que concluyen en la elaboración del producto.

En nuestro caso el producto final es el ladrillo de concreto; la secuencia del desarrollo de las actividades de este proceso se denominado flujo de producción, el cual se indica a continuación:

1. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

Agregado Fino y Confitillo
Cemento Portland
Agua libre de impurezas

2. DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS

Mesa Vibradora
Molde Metálico

3. DOSIFICACION Y MEZCLADO

a) Dosificación 1:7:3
Cemento: Arena: Confitillo
b) Se mezcla a mano primero en seco
c) Se agrega agua poco a poco hasta obtener la textura deseada durante 5min

4. MOLDEADO Y FRAGUADO

a) Se procede a llenar el molde por capas conforme se va vibrando
b) El vibrado se mantiene hasta observar una película de agua en la superficie
c) El desmolde se debe realizar con cuidado sobre una superficie plana
d) Evitar el manipuleo de los ladrillos

5. CURADO

Se deben de regar los ladrillos por plazo mínimo de 7 días

6. ALMACENADO

Los ladrillos deben mantenerse secos y protegidos de la humedad

7. CONTROL DE CALIDAD

Ensayo de resistencia

Diagrama N°01. Flujograma de Producción

2.5.1.2. Taller de Mediana Escala

El equipo adecuado para la fabricación de los ladrillos se da con una mesa vibradora, equipo que por el poco peso permite la facilidad del transporte y manipuleo y puede ser llevado a obra. Las mesas vibradoras constan esencialmente de una plataforma metálica, debajo de la cual se coloca el motor que transmite el efecto vibratorio a través de uno o varios accesorios (poleas, resortes, correas, etc.). El número y potencia de los motores y accesorios vibradores dependen del peso total a vibrar (peso del molde, de la mesa y de la masa del concreto) y se distribuye de una manera uniforme a lo largo de la mesa. En el caso que haya un solo motor, éste se coloca en el centro de la plataforma. El tamaño de las mesas es muy variable, según sean las dimensiones de los elementos a vibrar.

Una producción a mediana escala puede adaptarse a las condiciones de trabajo que se dan en una obra, considerando que los equipos y herramientas pueden movilizarse sin inconvenientes.

2.5.1.2.1 Implementación de los Equipos

a) Mesa vibradora

Una mesa vibradora de 0.54 m x 0.44 m de 1HP y 1680 r.p.m., motor monofásico 220V y 60 Hertz .Con la mesa vibradora puedan fabricarse un gran número de elementos constructivos tales ladrillos, bloques, adoquines, tubos, etc.

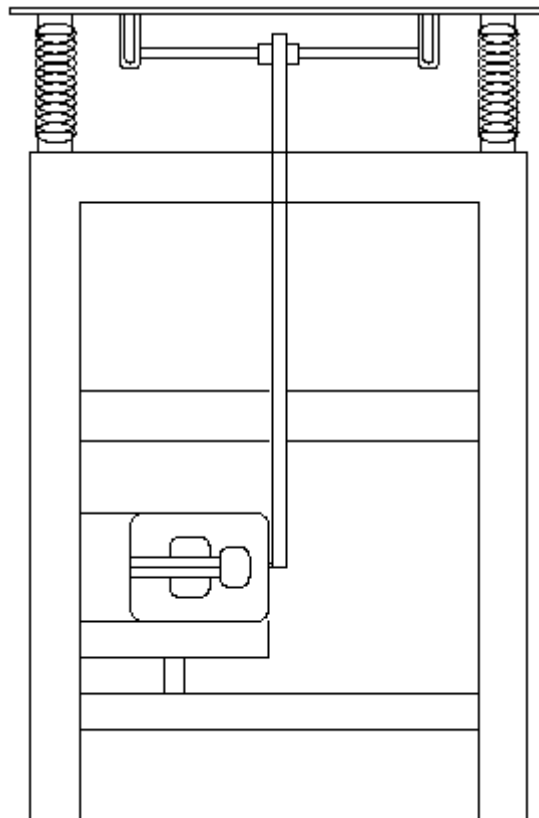


Figura N°18 Mesa Vibradora

b) Molde metálico

El molde metálico que permite fabricar ladrillos de 23 cm x 13 cm x 8 cm (largo, ancho, altura).

La caja del molde debe tener en la base, dimensiones ligeramente mayores que en la parte superior la cual facilita el desmoldaje. Debe limpiarse con petróleo después de cada jornada.

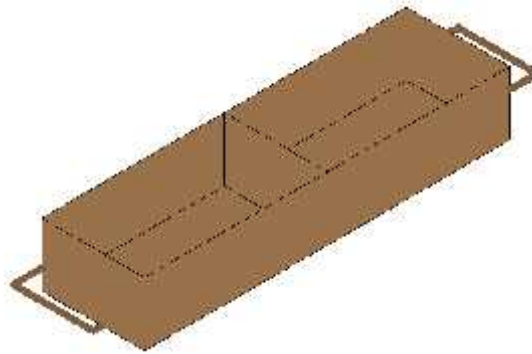


Figura N°19 Molde Metálico de ladrillo King Kong

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

3.1.1. Materia Prima

- Cemento Pacasmayo Tipo I
- Plásticos (Botella de reciclaje)
- Agua
- Agua destilada
- Agregado grueso
- Agregado fino
- Cal
- Yeso

3.1.2. Equipos

- Mesa vibradora
- Juego de tamices
- Molde cúbico de madera
- Balanza GP – 20K.
- Máquina de ensayos de compresión
- Tamizadora eléctrica
- Horno eléctrico
- Carretilla
- Molde cubico de acero de 5 cm x 5 cm x 5 cm
- Fiola

- Vernier
- Regla metálica de 1m
- Probeta graduada
- Moldes rectangulares de acero para ladrillos 22x13x8 cm.
- Molde rectangulares de acero para ladrillos a escala 7.30
cm x 4.30 cm x 2.70 cm
- Comba de 6 lb aproximadamente
- Badilejos
- Varilla metálica
- Nivel de mano
- Baldes
- Bandejas metálicas
- Calculadora
- Cámara digital
- USB
- Cocina a gas
- Laptop
- Cocina eléctrica

3.2. MÉTODOS

3.2.1. ANÁLISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.2.1.1. Granulometría

El ensayo de granulometría se realizó al agregado fino (arena gruesa) y al agregado grueso (confitillo) con la finalidad de comprobar los parámetros especificados en las norma ASTM C-33 y NTP 400.012.

3.2.1.2. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Para estos ensayos solo se tomara de muestra el material que logra pasar el tamiz N°4, desintegrando el material que se encuentra adherido entre si, y lograr tener una muestra representativa.

Luego se procede al cálculo del peso específico y la absorción, usando los datos obtenidos. Según las normas ASTM C-128 y NTP 400.022.

$$\text{Peso específico aparente} = \frac{A}{B+S-C} \dots\dots (8)$$

$$\text{Peso específico aparente(S. S. S.)} = \frac{B}{B+S-C} \dots\dots(9)$$

$$\text{Peso específico Nominal} = \frac{A}{B+A-C} \dots\dots(10)$$

$$\text{Porcentajes de Absorción} = \frac{S-A}{A} \times 100 \dots\dots(11)$$

Donde:

A = Peso de la Muestra Seca

B= Peso Fiola + Agua

C= Peso Fiola + Agua + Muestra

S= Peso Muestra Saturada

3.2.1.3. Peso Unitario Suelto y Compactado

Este ensayo se realizó colocando el material suelto así como compactado en un cubo de madera.

Realizando el ensayo en 3 oportunidades tanto para el peso unitario suelto como para el peso unitario compactado, promediando los datos obtenidos.

Este ensayo se repitió tres veces tanto para el peso unitario suelto como para el compactado, estos datos se promediaron. Según las normas ASTM C 29-97 y NTP 400.017.

$$P_U = \frac{1}{V_m} (P_m - P_m); \dots\dots(12)$$

$$P_U = 1000(P_m - P_m)/V_m \dots\dots(13)$$

Donde:

P_m = Peso de molde (gr)

P_{mm} = Peso de molde más muestra (gr)

V_m = Volumen del molde (cm³)

P_{uss} = Peso unitario suelto seco (kg/m³)

P_{uc} = Peso unitario compactado (kg/cm^3)

P_{mmc} = Peso del molde más muestra compactada (gr)

3.2.1.4. Contenido de Humedad

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, según la norma ASTM C-566 y NTP 339.127.

$$W = \frac{M_w}{M_s} (\%); M_w = P_1 - P_2; M_s = P_2 - P_t \quad \dots (14)$$

W =Contenido de humedad, (%)

M_w =Peso del agua, (gr)

M_s =Peso de las partículas solidas, (gr).

P_1 =Peso de la tara mas muestra humeda, (gr)

P_2 =Peso de la tara mas muestra seca, (gr)

$P(\text{tara})$ =Peso de la tara , (gr).

3.2.2. ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

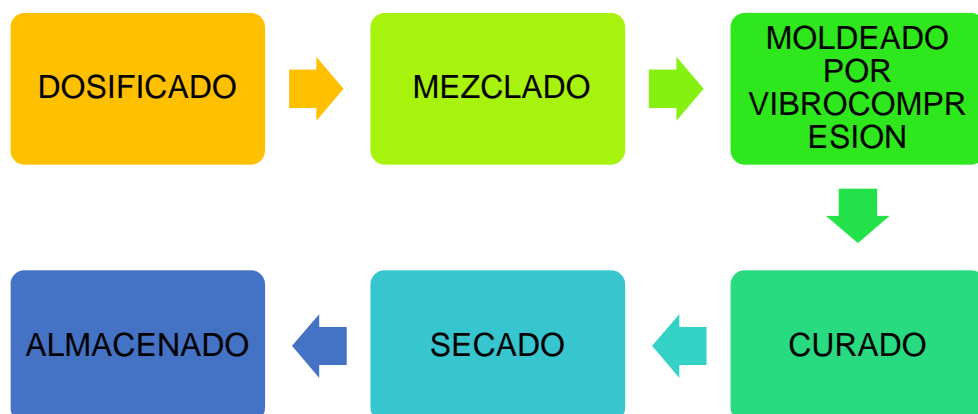


Diagrama N°02. Proceso de Fabricación de Ladrillos Vibrocompactado de Cemento

3.2.3. ANÁLISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

3.2.3.1. Ensayos Clasificatorios

Los ensayos clasificatorios son pruebas a las que se someten los ladrillos para poder limitar su aplicación en diseños estructurales.

- Ensayo de resistencia a compresión.
- Ensayo de alabeo.
- Ensayo de variación dimensional.

3.2.3.2. Ensayos No Clasificatorios

Son ensayos innecesarios para clasificar a las unidades de albañilería, pero son indispensables para definir el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.

- Ensayo de succión.
- Ensayo de absorción
- Ensayo de absorción máxima.
- Ensayo de coeficiente de saturación
- Ensayo de eflorescencia
- Ensayo de densidad

3.2.4. ANÁLISIS DE PRISMAS: PILAS Y MURETES

3.2.4.1. Ensayo de la Resistencia a la Compresión de Pilas

La prueba para determinar la resistencia a compresión de la mampostería a partir de pilas consiste en someter a los ladrillos a una carga de compresión en dirección perpendicular a las hiladas.

- **Construcción de Pilas**

Antes del asentado, las unidades fueron seleccionadas eliminando aquellas que presentaban fisuras, para posteriormente limpiarlas. En todos los casos, las juntas horizontales de mortero cubrieron toda la superficie de asentado de la unidad y tuvieron un grosor nominal de 1.5 cm. Este grosor fue controlado mediante una regla graduada, mientras que la verticalidad fue controlada con un nivel de mano.

- **Geometría de la pila**

Cada pila estaba compuesta por 3 ladrillos de Concreto, se usó una junta de 1.5 cm de espesor y un capping de 5 mm.

Se realizó el capeado de la cara lisa y la cara ranurada con la finalidad de nivelar la pila con una mezcla 1:1 (yeso-cemento).

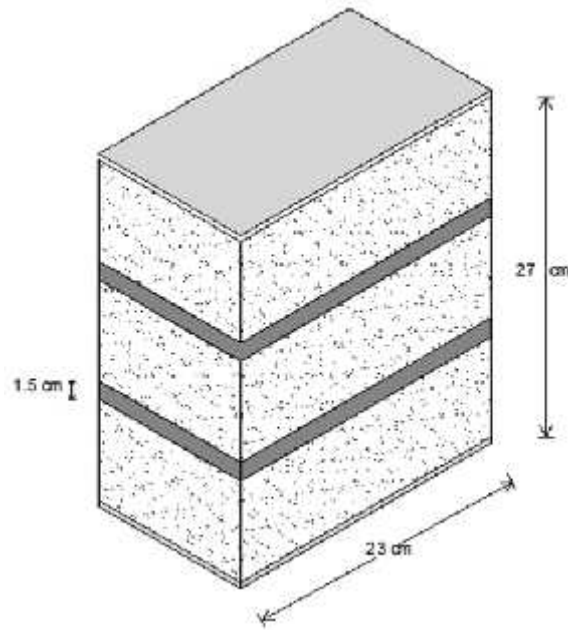


Figura N°20. Geometría de pilas.

- **Resistencia a la Compresión de Albañilería**

Para la determinación de la resistencia a la compresión en pilas de ladrillo, se efectuó los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas E-070 y NTP 339.605.

La resistencia de cada pila de ladrillo se calcula dividiendo la carga de rotura entre el área bruta de la superficie de asiento, todo por el coeficiente de esbeltez.

La resistencia característica a compresión axial de las pilas de ladrillo ($f'm$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

$$f'm = \frac{P}{A} \times a \dots\dots(15)$$

$$f'm = \overline{f'm} - \sigma \dots\dots(16)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(f'm - \overline{f'm})^2}{(n-1)}} \dots\dots(17)$$

Donde:

$f'm$ = Resistencia a compresión del espécimen (Kg/cm²).

P = Carga de rotura (Kg).

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior (cm²). (No se concederán alveolos).

a = Factor de corrección por esbeltez.

$f'mc$ = Resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (Kg/cm²).

$\overline{f'm}$ = Promedio de la resistencia a la compresión de la muestra (Kg/cm²).

σ = Desviación estándar de la muestra (Kg/cm²).

n = Numero de ensayos.

Para el cálculo del coeficiente de esbeltez FACTOR (a) se tiene que dividir la altura de la pila entre el ancho del mismo, con este valor ingresar a la **TABLA N°7** para obtener el valor de (a).

3.2.4.2. Método de Ensayo de Compresión Diagonal en Muretes de Albañilería

El ensayo de compresión diagonal en los muretes de albañilería sirve para determinar la resistencia característica a corte puro ($v'm$), y eventualmente si se instrumenta y registra las deformaciones diagonales, para determinar el módulo de corte de la albañilería.

Según la norma E-070, los muretes de albañilería tendrán una dimensión mínima de 60 cm x 60 cm.

- **Secuencia de Construcción**

Antes del asentado de las unidades para la conformación de los muros, las unidades fueron seleccionadas eliminando aquellas que presentaban fisuras, para posteriormente limpiarlas. En todos los casos, las juntas horizontales de mortero con una dosificación 1:4(cemento – arena), cubrieron toda la superficie de asentado de la unidad y tuvieron un grosor nominal de 5 mm. Este grosor fue controlado mediante una regla graduada, mientras que la verticalidad fue controlada con un nivel de mano, el

capping fue con una dosificación en volumen 1:1 (yeso-cemento) en dos esquinas opuestas del muro.

- **Geometría**

Los muretes ensayados estaban conformados por 15 ladrillos de concreto, unidades distribuidas en 5 hileras. Se empleó una junta de 5 mm de espesor entre cada hilera.

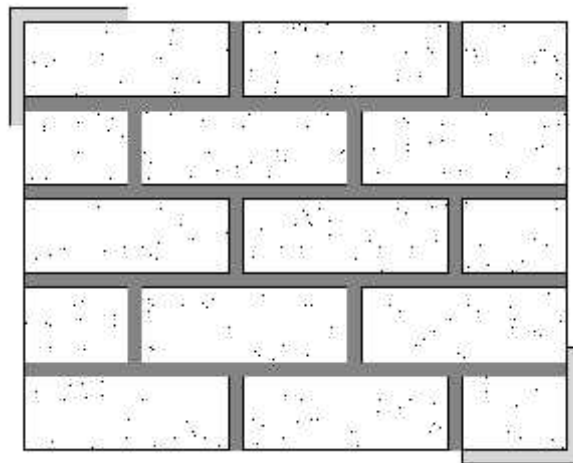


Figura N°21. Geometría de muretes.

- **Esfuerzo Cortante**

El resultado del ensayo es el valor nominal unitario de corte ($V'm$), obtenido a partir de la fórmula:

CAPITULO IV

DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION

$$V'_m = \frac{0.7 P}{A} \dots (18)$$

V'_m = Esfuerzo cortante

P_u = Carga de rotura

A_b = Área bruta del espécimen. Esta se calcula con la fórmula:

$$A = \frac{l_1 + l_2}{2} \times b \dots (19)$$

L_1 y L_2 = lado reales del murete

b = espesor

IV. DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA INVESTIGACION

4.1. FABRICACION DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO (LADRILLOS PATRON)

4.1.1. ELEMENTOS

a) **Cemento:** Para la elaboración de los ladrillos, se utilizó cemento Pacasmayo Tipo I, el cual es de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales, que brindan mayor resistencia inicial y menores tiempos de fraguado.

b) **Agregado Fino:** La arena gruesa utilizado en la preparación de las unidades de albañilería fue provisto por la cantera "La Sorpresa" los mismos que cumplieron

con los parámetros establecidos en la TABLA 3, de la norma E-070 de Albañilería.

c) Agregado Grueso: El confitillo utilizado en la preparación de las unidades de albañilería fue provisto por la cantera "Roca fuerte" los mismos que cumplieron con los parámetros establecidos en la TABLA 5, de la norma E-070.

Tabla N°9. Norma E-070 / Tabla 5. Granulometría del confitillo.

TABLA 5	
GRANULOMETRIA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
N°4 (4.75 mm)	10 a 30
N°8 (2.36 mm)	0 a 10
N°16 (1.18 mm)	0 a 5

FUENTE: RNE – E 070 Albañilería

d) Agua: Se empleó agua potable para la elaboración de ladrillos.

4.1.2. DOSIFICACION

Para encontrar la dosificación apropiada de la unidad de albañilería cuya resistencia a la compresión axial sea la del

ladrillo tipo I (50 kg/cm^2), tuvimos que realizar tres tipos de dosificaciones distintas, que describiremos a continuación.

- **Dosificación 1:**

La dosificación en peso fue 1:6:2 (cemento: arena gruesa: confitillo), con una relación a/c de 0.90

- **Dosificación 2:**

La dosificación en peso fue 1:7:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), con una relación a/c de 1.225.

- **Dosificación 3:**

La dosificación en peso fue 1:9:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), con una relación a/c de 1.5

4.1.3. PROCEDIMIENTO

- a) **Preparación de la mezcla:**

Una vez que tenemos dosificado por peso los materiales, se realiza el mezclado con una plancha de batir en una carretilla, primero se mezcló en seco; colocando la arena, el confitillo y el cemento, hasta lograr la homogenización de la mezcla, luego se agregó el agua poco a poco hasta obtener la textura deseada durante 5 minutos.

b) Moldeado y fraguado de ladrillos:

Obtenida la mezcla se procedió a colocarla dentro de un molde metálico, por capas conforme se iba vibrando y compactando para obtener una mayor resistencia.

El vibrado se mantuvo hasta observar una película de agua en la superficie aproximadamente 40 segundos.

c) Tendido de ladrillos:

Una vez vibrados y compactados los ladrillos, se procedió a realizar el tendido, el cual se realizó con cuidado sobre una superficie plana y roseado con arena fina, evitando golpear la unidad.

d) Curado de ladrillos:

El curado se realizó regando las unidades de albañilería durante un periódico de 7 días, con la finalidad que continúe la reacción química del cemento, y así obtener una buena calidad y resistencia.

e) Almacenamiento de ladrillos:

Después del curado, los ladrillos se dejan secar 1 día, para luego apilarlos, evitando golpearlos y/o dañarlos, manteniéndolos secos y protegidos de la humedad.

4.2. FABRICACION DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO ADICIONANDO PET

4.2.1. DOSIFICACION DEL LADRILLO DE PLASTICO RECICLADO BASADO EN UN LADRILLO PATRON

La dosificación en peso que se utilizo fue 1:7:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), con una relación a/c de 1.225, la cual adicionamos el PET en porcentajes del cemento, que describiremos a continuación.

- **Dosificación A:**

La dosificación en peso fue 1:7:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), adicionándole un 35% de PET en relación al peso del cemento, con una relación a/c de 1.225.

- **Dosificación B:**

La dosificación en peso fue 1:7:3 (cemento: arena gruesa: confitillo), adicionándole un 45% de PET en relación al peso del cemento, con una relación a/c de 1.225.

- **Dosificación C:**

La dosificación en peso fue 1:7:3 (cimento: arena gruesa: confitillo), adicionándole un 55% de PET en relación al peso del cemento, con una relación a/c de 1.225.

4.2.2. PROCESO DE FABRICACION Y PRODUCCION

- a) **Preparación de la mezcla:**

Una vez que tenemos dosificado por peso los materiales, se realiza el mezclado con una plancha de batir en una carretilla, primero se mezcló en seco; colocando la arena, el confitillo, el cemento y el pet, hasta lograr la homogenización de la mezcla, luego se agregó el agua poco a poco hasta obtener la textura deseada durante 5 minutos.

- b) **Moldeado y fraguado de ladrillos:**

Obtenida la mezcla se procedió a colocarla dentro de un molde metálico, por capas conforme se iba vibrando y compactando para obtener una mayor resistencia.

El vibrado se mantuvo hasta observar una película de agua en la superficie aproximadamente 40 segundos.

c) Tendido de ladrillos:

Una vez vibrados y compactados los ladrillos, se procedió a realizar el tendido, el cual se realizó con cuidado sobre una superficie plana y roseado con arena fina, evitando golpear la unidad.

d) Curado de ladrillos:

El curado se realizó regando las unidades de albañilería durante un periódico de 7 días, con la finalidad que continúe la reacción química del cemento, y así obtener una buena calidad y resistencia.

e) Almacenamiento de ladrillos:

Después del curado, los ladrillos se dejan secar 1 día, para luego apilarlos, evitando golpearlos y/o dañarlos, manteniéndolos secos y protegidos de la humedad.

CAPITULO V

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

5.1.1 AGREGADO GRUESO

Tabla Nº 10. Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)					
AGREGADO	CONFITILLO				
CANTERA	Roca Fuerte				
T. MAX.NOMINAL	1/2"				
PESO INICIAL	1351 gr				
TAMIZ (PULGADAS)	PESO RETENIDO (gr)	ABERTURA (mm)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
1/2"	0.00	12.500	0.000	0.000	100.000
3/8"	4.00	9.525	0.296	0.296	99.704
N° 4	273.00	4.750	20.207	20.503	79.497
N° 8	1024.00	2.360	75.796	96.299	3.701
N° 16	45.00	1.180	3.331	99.630	0.370
CAZOLETA	5.00		0.370	100.000	0.000
PESO INICIAL SECO (gr)					1351.000

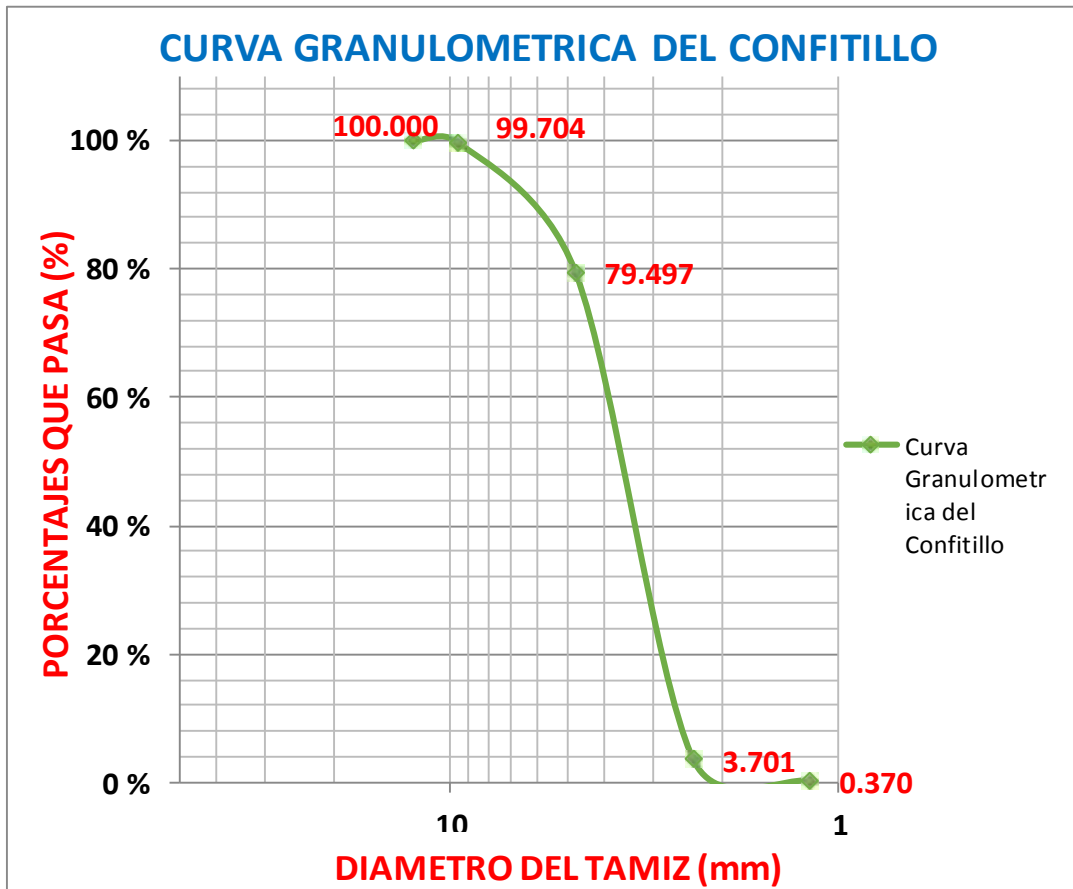


Gráfico N° 01. Curva de Gradación Paralelas del Agregado Grueso.

Tabla N° 11. Propiedades del Agregado Grueso.

PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO	
Peso Especifico del Confitillo (gr/cm^3)	2.74
Peso Volumetrico Suelto (Kg/m^3)	1347.61
Peso Volumetrico Compactado (Kg/m^3)	1535.32

5.1.2 AGREGADO FINO

Tabla N° 12. Análisis Granulométrico de Arena gruesa.

ENSAYOS DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)					
AGREGADO	: Arena Gruesa				
CANTERA	: La Sorpresa				
M.F :	2.487				
PESO INICIAL :	894 gr				
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)					
TAMIZ (PULGADAS)	PESO RETENIDO (gr)	ABERTURA (mm)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 4	21.00	4.75	2.349	2.349	97.651
N° 8	71.00	2.360	7.942	10.291	89.709
N° 16	164.00	1.180	18.345	28.635	71.365
N° 30	210.00	0.600	23.490	52.125	47.875
N° 50	145.00	0.300	16.219	68.345	31.655
N° 100	166.00	0.150	18.568	86.913	13.087
N° 200	43.00	0.075	4.810	91.723	8.277
CAZOLETA	74.00		8.277	100.000	0.000
PESO INICIAL SECO (gr)					894.000

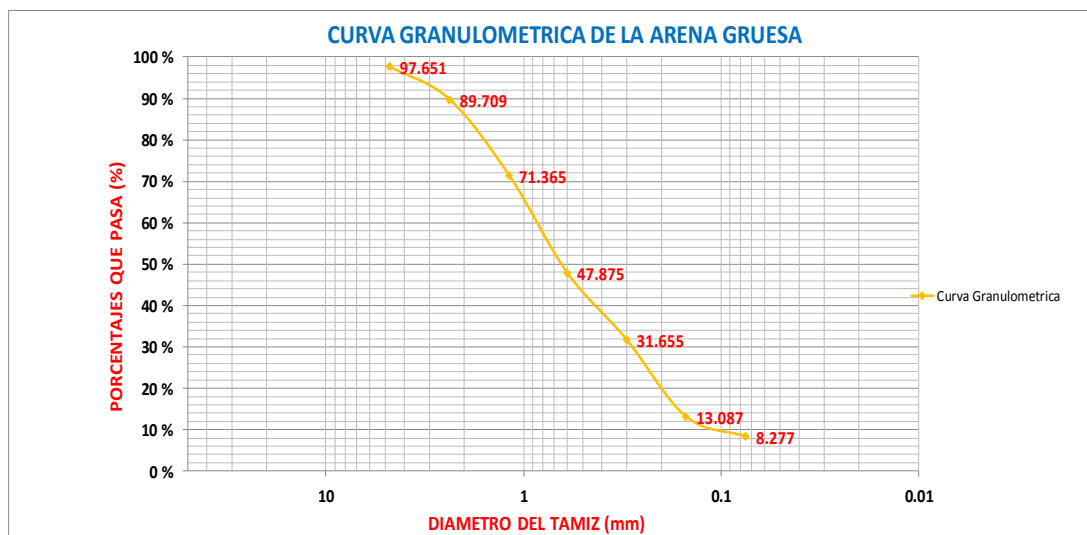


Gráfico N° 02. Curva de Gradación Paralelas del Agregado Fino.

Tabla N° 13. Propiedades de la Agregado Fino.

PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO	
MODULO DE FINEZA	2.49
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (gr/cm ³)	1.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.48
ABSORCION	0.47
PESO VOLUMETRICO SUELTO (Kg/m ³)	1542.15
PESO VOLUMETRICO COMPACTADO (Kg/m ³)	1556.92

5.2 RESULTADOS DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ABAÑILERÍA

5.2.1 LADRILLO VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO (LADRILLO PATRON)

- DOSIFICACION 1**

Tabla N° 14. Resistencia a la Compresión de la Dosificación 1.

DOSIFICACION 1 (1:6:2)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm²)			
	7 días	14 días	28 días
ladrillo 1	65	90	108
ladrillo 2	60	87	103
ladrillo 3	70	92	114
	65	90	108



Gráfico N° 03. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación 1.

- DOSIFICACION 2**

Tabla N° 15. Resistencia a la Compresión de la Dosificación 2

DOSIFICACION 2 (1:7:3)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm2)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	42	42	69
ladrillo 2	45	41	67
ladrillo 3	40	40	69
	42	41	68



Gráfico N° 04. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación 2.

- DOSIFICACION 3**

Tabla N° 16 Resistencia a la Compresión de la Dosificación 3

DOSIFICACION 3 (1:9:3)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	23	27	37
ladrillo 2	27	32	40
ladrillo 3	26	30	41
	25	30	39



Gráfico N° 05. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación 3.

Tabla N° 17. Resultado de la Resistencia a la Compresión de las Dosificaciones 1, 2 y 3 a los 28 días.

	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm2)
	28 dias
DOSIFICACION 1 (1:6:2)	108
DOSIFICACION 2 (1:7:3)	68
DOSIFICACION 3 (1:9:3)	39



Gráfico N° 06. Comparación de la Resistencia a la Compresión de las Dosificaciones 1, 2 y 3 a los 28 días.

La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de la dosificación 1 (108 kg/cm²), sobre pasa a la resistencia del ladrillo Tipo I; mientras que la resistencia de la dosificación 2 (68 kg/cm²), está en el rango de ladrillo Tipo I, todo lo contrario pasa con la resistencia de la dosificación 3 (39 kg/cm²) la cual no cumple con la norma.

5.2.2 LADRILLO VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO ADICIONANDO PET

- DOSIFICACION A**

Tabla N° 18. Resultado de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación A.

DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm2)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	27	31	42
ladrillo 2	25	30	40
ladrillo 3	25	29	39
	26	30	40

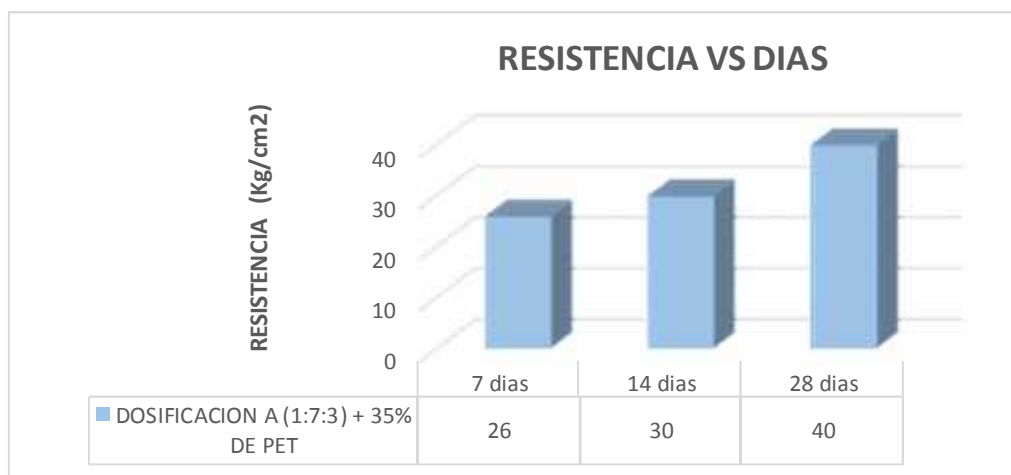


Gráfico N° 07. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación A.

- **DOSIFICACION B**

Tabla N° 19. Resultado de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación B.

DOSIFICACION B (1:7:3) + 45% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm2)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	28	33	43
ladrillo 2	29	32	43
ladrillo 3	33	38	48
	30	34	45



Gráfico N° 08. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación B.

- DOSIFICACION C**

Tabla N° 20. Resultado de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación C.

DOSIFICACION C (1:7:3) + 55% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm2)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	36	47	58
ladrillo 2	40	44	55
ladrillo 3	38	48	57
	38	46	57

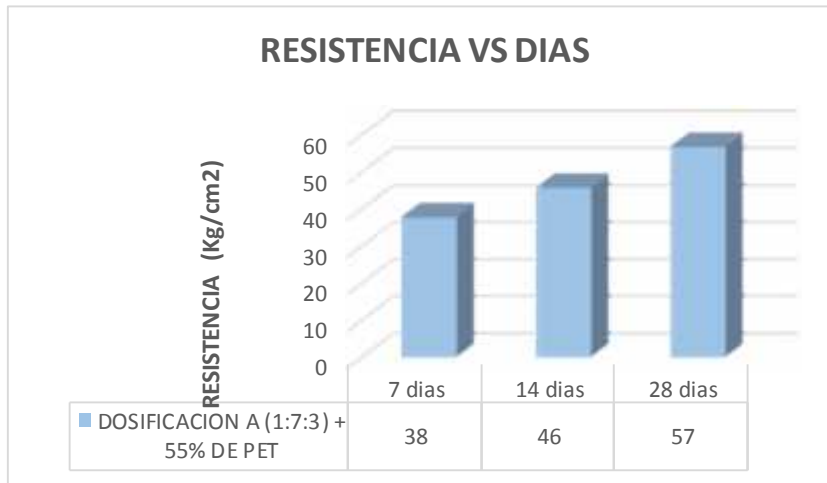


Gráfico N° 09. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación C.

- DOSIFICACION D**

Tabla N° 21. Resultado de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación D.

DOSIFICACION D (1:7:3) + 100% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	25	30	35
ladrillo 2	27	32	36
ladrillo 3	26	29	34
	26	30	35

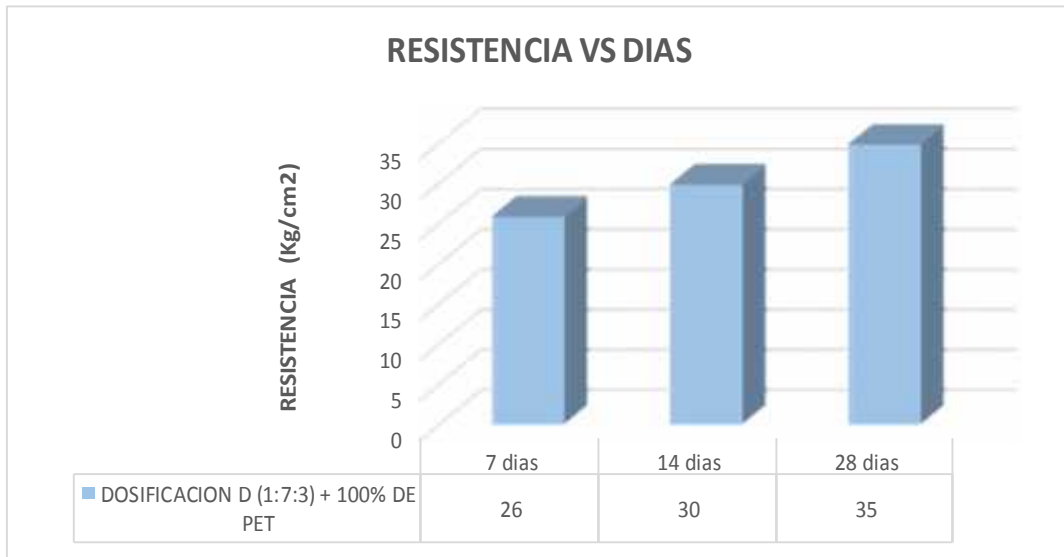


Gráfico N° 10. Comparación de la Resistencia a la Compresión de la Dosificación D.

Tabla N° 22. Resultado de la Resistencia a la Compresión de las Dosificaciones A, B, C y D a los 28 días.

	RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)	
	28 días	
DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET	40	
DOSIFICACION B (1:7:3) + 45% DE PET	45	
DOSIFICACION C (1:7:3) + 55% DE PET	57	
DOSIFICACION D (1:7:3) + 100% DE PET	35	

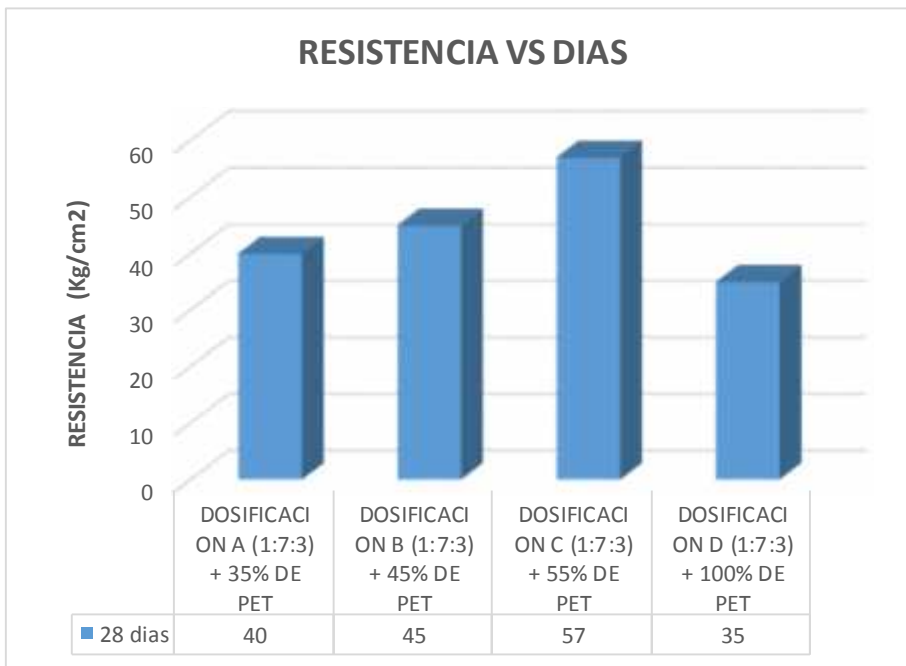


Gráfico N° 11. Comparación de la Resistencia a la Compresión de las Dosificaciones A, B, C y D a los 28 días.



Gráfico N° 12. Comparación del incremento de la Resistencia a la compresión de las dosificaciones A, B, C y D

La resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de la dosificación A (40 kg/cm^2), dosificación B (45 kg/cm^2), dosificación D (35 kg/cm^2), no cumplen con la resistencia del ladrillo patrón, mientras que la resistencia de la dosificación C (63 kg/cm^2), se asemeja a la del ladrillo patrón y a su vez cumple con la norma E-070 del RNE.

5.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

5.3.1 ENSAYOS CLASIFICATORIOS

5.3.1.1 Ensayo de Resistencia a la Compresión:

- Ladrillos Patrón.

Tabla N° 23. Resultado del ensayo Resistencia a la Compresión del Ladrillo Patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Especimen	Peso (Kg)	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm ²)	Carga Maxima (Kg.f)	f'c (Kg/cm ²)
		L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.			
L-01	4.591	217.00	218.00	217.50	129	128.00	128.50	279.49	19284.64	69
L-02	4.567	219.00	220.00	219.50	128	129.00	128.50	282.06	18897.85	67
L-03	4.614	219.00	219.00	219.00	129	129.00	129.00	282.51	19493.19	69

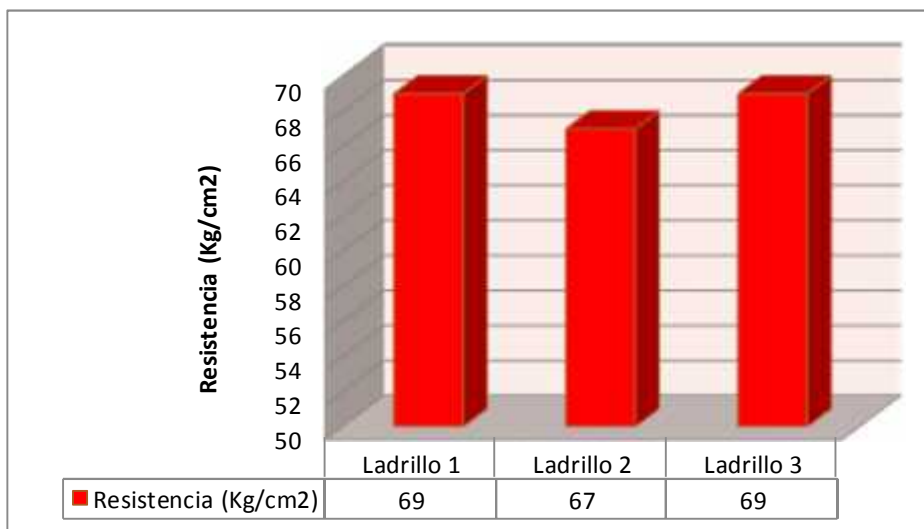


Gráfico N° 13. Comparación de la Resistencia a la Compresión del Ladrillos patrón.

- **Ladrillos con 55% de PET**

Tabla N° 24. Resultado del ensayo Resistencia a la Compresión del Ladrillo con PET.

RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Especimen	Peso (Kg)	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm2)	Carga Maxima (Kg.f)	f'c (Kg/cm2)
		L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.			
L-01	4.152	217.50	217.80	217.65	129	128.70	128.85	280.44	16265.64	58
L-02	4.126	219.50	220.00	219.75	128	128.00	128.00	281.28	15470.40	55
L-03	4.159	220.00	220.00	220.00	129	129.00	129.00	283.80	16176.60	57

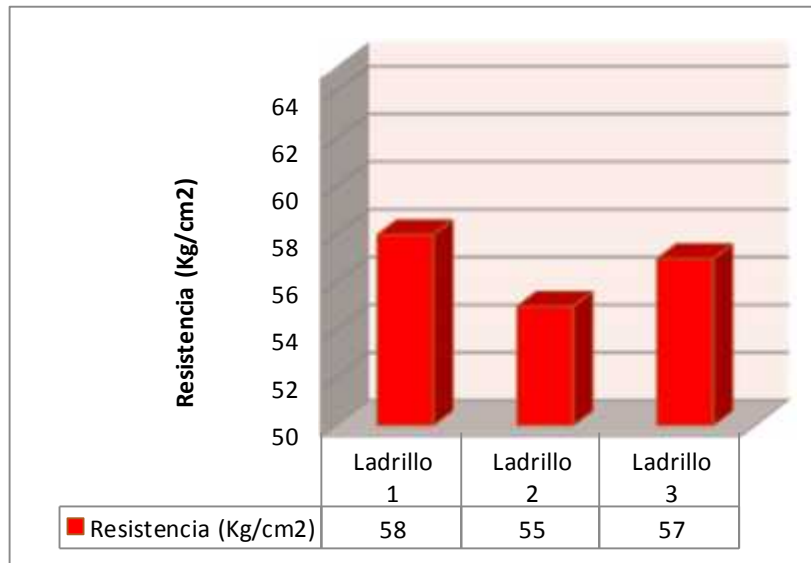


Gráfico N° 14. Comparación de la Resistencia a la Compresión del Ladrillos con PET.

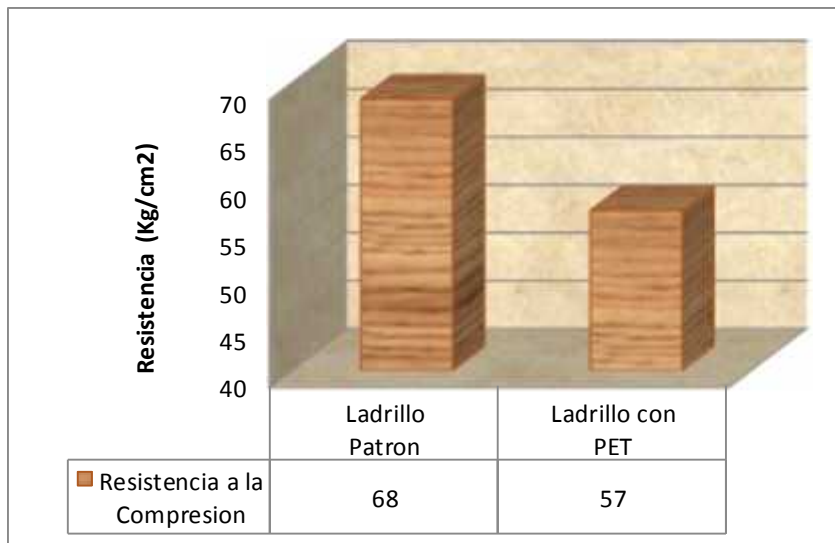


Gráfico N° 15. Comparación de la Resistencia a la Compresión del Ladrillo Patrón y el Ladrillo con PET.

En la gráfica observamos que la resistencia a la compresión del ladrillo patrón (68 kg/cm²), es ligeramente mayor que la resistencia a la compresión del ladrillo con PET (63 kg/cm²).

5.3.1.2 Ensayo de Variación Dimensional:

- **Ladrillos Patrón.**

Tabla N° 25. Ensayo Variación Dimensional de los Ladrillos Patrón y los Ladrillos con PET

	VARIACION DIMENCIONAL %		
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Ladrillo Patron	0.17	0.24	0.39
Ladrillo con PET	0.15	0.21	0.39

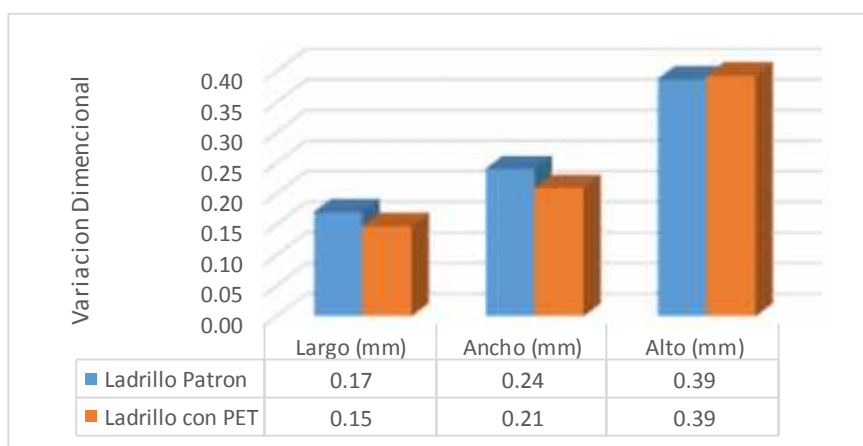


Gráfico N° 16. Comparación de Variación Dimensional en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

El ensayo de variación dimensional se realizó a los ladrillos patrón como a los ladrillos con PET ambos muestran porcentajes de variación pequeños, ya que se elaboraron con una mesa vibratoria.

5.3.1.3 Ensayo de Alabeo

- **Ladrillos Patrón.**

Los ladrillos patrón no presentaron alabeo.

- **Ladrillos con PET.**

Los ladrillos con PET no presentaron alabeo.

5.3.2 ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

5.3.2.1 Contenido de Humedad



Gráfico N° 17. Comparación de Porcentajes de Humedad en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

El contenido de humedad del ladrillo patrón está por debajo de la del ladrillo con PET, esta se debe a la presencia del plástico.

5.3.2.2 Absorción y Absorción Máxima

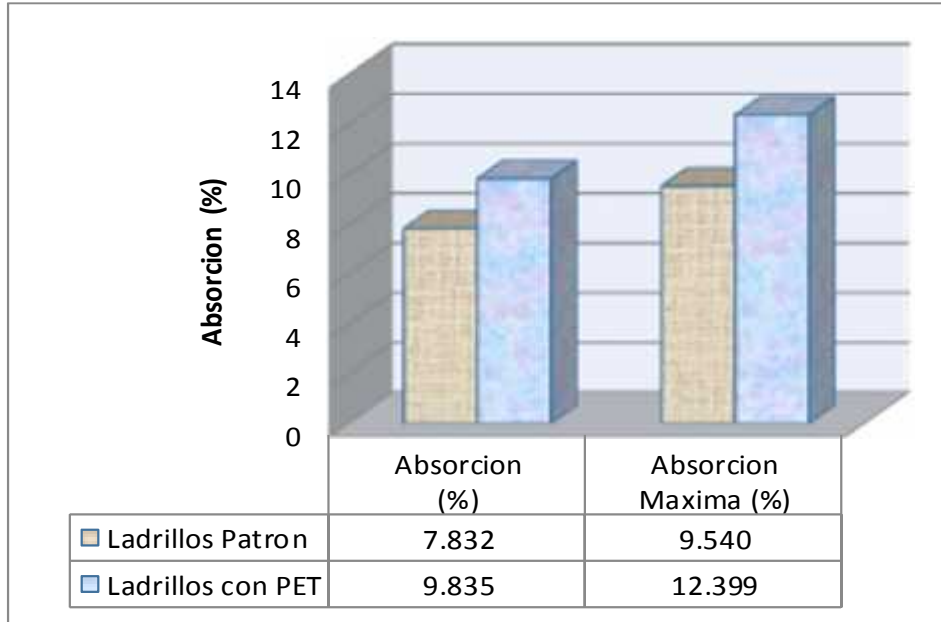


Gráfico N° 18. Comparación de Porcentajes de Absorción en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

El ladrillo con PET es más poroso que el ladrillo patrón, esto hace que la absorción sea mayor, ya que esta propiedad está condicionada por la porosidad.

5.3.2.3 Coeficiente de Saturación.

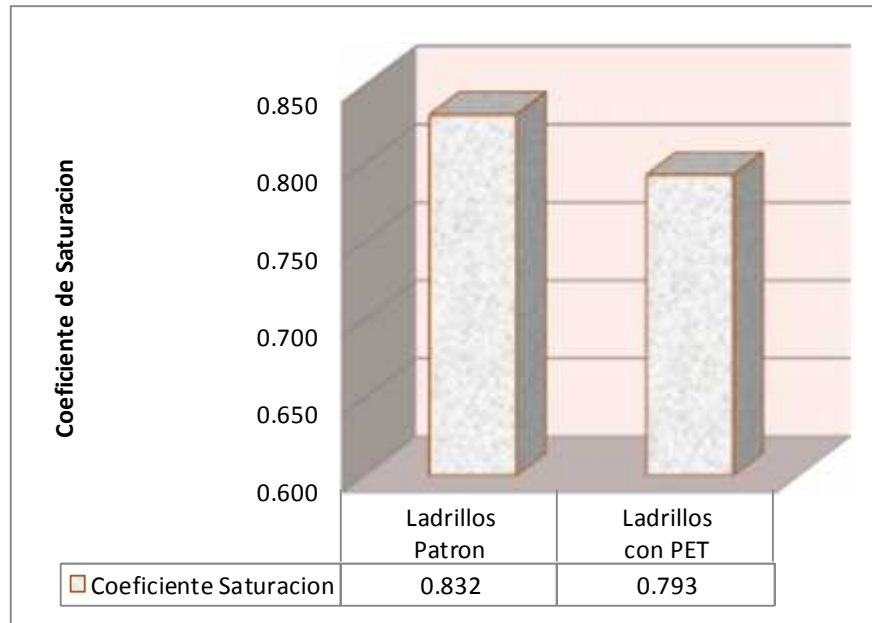


Gráfico N° 19. Comparación de los Coeficientes de Saturación en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

5.3.2.4 Succión.

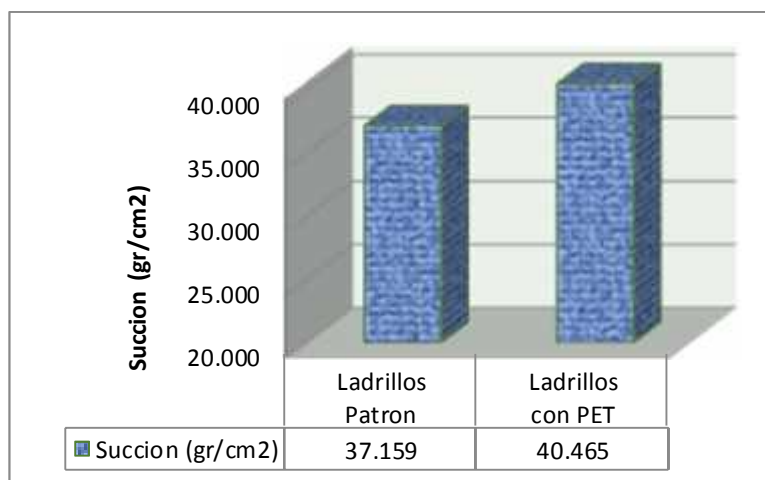


Gráfico N° 20. Comparación de la Succión en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

El gráfico nos muestra que la succión aumenta cuando al ladrillo patrón se le adiciona PET. De los resultados obtenidos se puede inferir que las unidades absorberán mayor cantidad de agua por tensión capilar cuando estas sean empleadas y podrían generar una deshidratación del mortero, es por ello que es aconsejable la práctica de sumergir brevemente en agua los ladrillos antes de su colocación y así no afectar la adherencia entre la unidad y mortero.

5.3.2.5 Densidad.



Gráfico N° 21. Comparación de la Densidad en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

La densidad del ladrillo patrón es mayor que la densidad del ladrillo con PET, además sabemos que la densidad tiene una relación directa con la resistencia a la compresión, es por eso que los ladrillos patrón tienen una mayor resistencia que los ladrillos con PET.

5.3.2.6 Porcentajes de Ranuras.



Gráfico N° 22. Comparación del Porcentaje de Ranuras en Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

Tabla N° 26. Resumen de los Resultado de los Ensayos No Clasificatorios.

	CONTENIDO DE HUMEDAD	ABSORCION	ABSORCION MAXIMA	COEFICIENTE DE SATURACION	SUCCION	DENSIDAD	% DE RANURAS
LADRILLO PATRON	2.016	7.832	9.540	0.832	37.159	1.838	48.092
LADRILLO CON PET	2.454	9.835	21.269	0.464	40.465	1.660	47.948

5.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE PRISMAS: PILAS Y MURETES

5.4.1 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA (PILAS)



Gráfico N° 23. Comparación de Resistencias a la Compresión en Pilas. (Esfuerzo Último de Compresión) - Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

La falla en las pilas se produce por la interacción ladrillo-mortero. Al comprimirse la pila, el mortero que es menos rígido que el ladrillo, se expande lateralmente en mayor proporción, pero, como debe existir compatibilidad de desplazamientos laterales, se producirán tracciones laterales en el ladrillo que originan grietas verticales en la pila.

En la gráfica observamos que las pilas de ladrillos patrón presentan mayor resistencia a la compresión (31.69 kg/cm²) que las pilas de ladrillos con PET (26.46 kg/cm²).

5.4.2 ENSAYO DE COMPRESIÓN DIAGONAL EN MURETES DE ALBAÑILERÍA

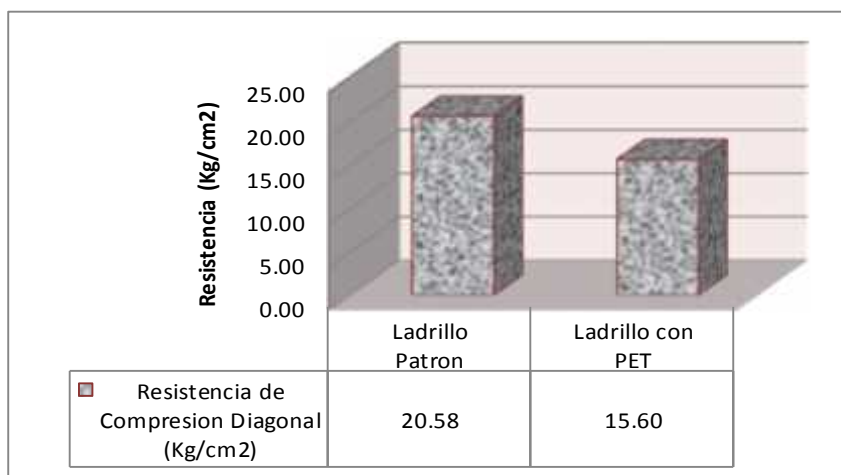


Gráfico N° 24. Comparación de Resistencias a la Compresión Diagonal en Muretes. (Esfuerzo Último al Corte) - Ladrillos Patrón y Ladrillos con PET

La resistencia al corte de los muretes fabricados con ladrillos patrón a escala 1:3 (20.58 kg/cm²) poseen mayor resistencia al corte en comparación con los muretes elaborados con ladrillos con PET a escala 1:3 (15.60 kg/cm²), la resistencia al corte de los muretes está relacionada con la adhesión que pueda presentar el mortero y la unidad de albañilería.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- ✓ Los ladrillos con plástico de reciclaje (PET), son una alternativa para la construcción de viviendas; por ser livianos, económicos y ecológicos, cumpliendo con los parámetros establecidos en la norma E-070 del RNE para ladrillos tipo I.
- ✓ Las unidades de albañilería, elaboradas con plástico reciclado (PET) como adicción en un 55% del peso del cemento, reduce su peso en un 10% (460gr aprox.), en relación al ladrillo patrón.
- ✓ Conforme a los ensayos de resistencia a la compresión, se encontró que la adición del PET en porcentaje al peso del cemento, no fue favorable en los ladrillos con el 35% (40 kg/cm²), 45%(45 kg/cm²) y 100%(35 kg/cm²), pues su resistencia a la compresión fueron menores a la del ladrillo patrón (68 kg/cm²) y no cumplían con lo establecido en la norma E-070 del RNE, en tanto que los ladrillos con el 55% (57 kg/cm²) si cumplen con la resistencia mínima para el ladrillo tipo I.
- ✓ De los ensayos mecánicos realizados al ladrillo con plástico reciclado se concluye que la densidad es inversamente proporcional al porcentaje adicionado de PET (1.790 gr/cm³) con relación al ladrillo Patrón (1.838 gr/cm³), mientras que el porcentaje de PET utilizado aumenta se reduce la densidad.

Mientras que la absorción de los ladrillos con plástico reciclado (9.835 %), aumenta en relación al ladrillo Patrón (7.832 %), esto se produce porque la capilaridad de los ladrillos con plástico es mayor que de los ladrillo patrón.

- ✓ El costo del ladrillo con plástico reciclado es económico por lo siguiente: por la abundante materia prima que existe en nuestro medio, no se requiere de mano calificada para su fabricación, y por qué no se necesita de una costosa infraestructura.
- ✓ Los ladrillos fabricados en una mesa vibratoria tienen mucha mayor resistencia que los elaborados en forma manual, además la vibración ayuda significativamente a cumplir las tolerancias dimensionales establecidas en la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- ✓ Para obtener la dosificación del ladrillo Patrón se realizaron 3 dosificaciones las cuales fueron:
 - Dosificación 1 - 1:6:2 (cemento: arena: confitillo) con una resistencia de 108 kg/cm² a los 28 días.
 - Dosificación 2 - 1:7:3 (cemento: arena: confitillo) con una resistencia de 68 kg/cm² a los 28 días.
 - Dosificación 3 - 1:9:3 (cemento: arena: confitillo) con una resistencia de 39 kg/cm² a los 28 días.

Por lo tanto se utilizó la Dosificación 2, por cumplir con la resistencia mínima del ladrillo Tipo I establecido en la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

✓ Para obtener el porcentaje de PET que se adicione en el ladrillo Patrón se realizaron 4 dosificaciones las cuales fueron:

- Dosificación A - 1:7:3 + 35% PET con una resistencia de 40 kg/cm² a los 28 días.
- Dosificación B - 1:7:3 + 45% PET con una resistencia de 45 kg/cm² a los 28 días.
- Dosificación C - 1:7:3 + 55% PET con una resistencia de 57 kg/cm² a los 28 días.
- Dosificación D - 1:7:3 + 100% PET con una resistencia de 35 kg/cm² a los 28 días.

Por lo tanto se utilizó la Dosificación C por cumplir con la mínima resistencia a la compresión del ladrillo tipo I establecido en la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

✓ La calidad de los ladrillos dependen de cada etapa del proceso de fabricación: de la selección de los agregados, la correcta determinación de la dosificación, una perfecta elaboración en lo referente al mezclado, moldeado y vibrado.

- ✓ El Perú produce una gran cantidad de residuos sólidos de origen orgánico e inorgánico, de los residuos inorgánicos, los plásticos registran un alto porcentaje, por ello se deben aprovechar los recursos que tenemos a nuestro alcance, reutilizándolos para la fabricación de ladrillos de plástico reciclado y así disminuir la contaminación ambiental.

6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ Se debe supervisar que los agregados no tenga exceso de material fino y que la dosificación tenga una mínima cantidad de agua, así cumplir con las tolerancias dimensionales establecidos en la norma E-070 del Reglamento Nacional de Edificaciones y también evitar la rotura de los ladrillos al ser desmoldados.
- ✓ Se recomienda seguir la investigación en ladrillos panderetas y en bloques para techos, con la finalidad de contrarrestar la contaminación ambiental producida por los residuos plásticos (PET).
- ✓ El mezclado de los materiales se recomienda realizarse en seco hasta obtener una mezcla de color uniforme, para luego agregar el agua y evitar la formación de bolas de cemento.
- ✓ Controlar el tiempo de vibrado para evitar roturas en el ladrillo y a su vez obtener la resistencia requerida.
- ✓ Es recomendable que el plástico esté libre de sustancias orgánicas para así no afectar en las propiedades del concreto
- ✓ El tamaño del plástico triturado debe ser de hasta 0.8 cm para tener una mejor moldeado de la mezcla.
- ✓ Realizar los ensayos de compresión diagonal en muretes a escala real para obtener datos más exactos.

CAPITULO VII

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1 BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Héctor Gallegos. (1991).Albañilería Estructural. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ San Bartolomé, Ángel (1998) Construcciones de Albañilería. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). Norma Técnica E.070. Albañilería.
- ✓ Ramírez Santa María, Freddy. (2007).Estudio de las características físico mecánicas de ladrillo elaborado con plástico reciclado en el municipio de Acacia. (Tesis). Facultad de ingeniería Civil. Universidad de la Salle.
- ✓ Ana Victoria Agüero Orcon. (2011). Estudio de un Nuevo Ladrillo de Concreto y de la Influencia de la Cal en el Mortero en el Comportamiento Sísmico de Muros Confinados. (Tesis). Facultad de Ingeniería Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- ✓ Schirley Andrea Molina Restrepo. (2007). Estudio de las Características Físico - Mecánicas de Ladrillos Elaborados con Plástico Reciclado en el Municipio de Acacias. (Tesis). Facultad de Ingeniería Civil. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Civil Bogotá D. C.

- ✓ Enrique Peña herrera Deza. (2001). Fabricación de Bloques de Concreto con una Mesa Vibradora. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería.
- ✓ SENCICO. (2006). Norma Técnica de Edificación E.070. Albañilería. Lima, Perú.
- ✓ Fernando Enciso Peralta. (2012). Ensayos a la Unidad de Albañilería.
- ✓ Richardson. (2000). Industria del Plástico. Madrid, España.
- ✓ MTC E 205 – 2000. Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Finos
- ✓ NTP 399.601:2006 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de concreto. Requisitos.
- ✓ NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto.
- ✓ NTP 399.605:2013 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.
- ✓ NTP 399.621:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método de ensayo de compresión diagonal en muretes de albañilería.

ANEXOS

ANEXOS I

PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO

✓ PROVEDORES DE LOS MATERIALES



Foto N°01: Ingreso a la cantera "Roca Fuerte" donde adquirimos el material grueso (Confitillo) ubicada cerca al túnel de Coishco.



Foto N°02: Cantera "La Sorpresa" donde se adquirió el material fino (arena gruesa) para el análisis y fabricación de las unidades de albañilería.



Foto N°03: Venta de materiales reciclados Av. Pardo.



Foto N°04: Área de almacenamiento del material plástico reciclado y selección.

✓ **ANÁLISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA**



Foto N°05: Ensayo del cuarteo del agregado grueso (Confitillo) para la selección de la muestra representativa para el análisis granulométrico.



Foto N°06: Proceso de selección de la muestra representativa del agregado fino (Arena Gruesa) mediante el ensayo de cuarteo.



Foto N°07: Se realizó el análisis granulométrico en el tamizador eléctrico del confitillo y de la arena gruesa para ver si el material es óptimo y cumple con la norma E-070, para la elaboración de los ladrillos .



Foto N°08: Se calculó el contenido de humedad de los agregados (grueso y fino).



Foto N°09: Se colocó la arena gruesa en la fiola para luego calcular la densidad.



Foto N°10: Secado superficial de la arena gruesa saturada.



Foto N°11: Se calculó el porcentaje de Absorción con el material que paso la malla N° 4 en el caso del agregado fino.



Foto N°12: Se realizaron los ensayos del peso volumétrico suelto del agregado grueso y agregado fino.



Foto N°13: Se realizaron los ensayos del peso volumétrico compactado del agregado grueso y agregado fino.

✓ **PROCESO DE ELABORACIÓN DEL LADRILLO PATRON**



Foto N°14: La dosificación 1:7:3 (cemento, arena, confitillo), de los materiales se realizó en función al peso.



Foto N°15: Se realizó el mezclado con una plancha de batir en una carretilla, agregando la arena, el confitillo y el cemento hasta lograr la homogenización de la mezcla.



Foto N°16: Se fue agregando el agua poco a poco y batiendo la mezcla hasta obtener la textura deseada durante 5 minutos.



Foto N°17: Obtenida la mezcla se procedió a colocarla dentro de un molde metálico, por capas conforme se iba vibrando y compactando aproximadamente unos 40 segundos.



Foto N°18: Se realizó el tendido de las unidades de albañilería sobre una superficie plana.



Foto N°19: El curado de las unidades se realizó por unos 7 días.

✓ **PROCESO DE ELABORACIÓN DEL LADRILLO ADICIONANDO PET**



Foto N°20: El peso del plástico se realizó en porcentaje al peso del cemento.



Foto N°21: Se realizó el mezclado de la arena, el confitillo y el cemento adicionándole el Pet.



Foto N°22: Moldeado y compactado con la vibración las unidades de albañilería.



Foto N°23: Tendido de las unidades de albañilería para el fraguado.



Foto N°24: Almacenamiento de los ladrillos diseñados al 35%, 45%, 55% y al 100% de Pet en relación al cemento.

✓ **PROCESO DE ELABORACIÓN DE LADRILLOS A ESCALA**



Foto N°25: La elaboración de los ladrillos a escala fue realizado con las mismas dosificaciones del ladrillo Patrón y del ladrillo con Pet a escala natural, siguiendo el mismo procedimiento.



Foto N°26: Se realizaron 60 unidades a escala, con la dosificación del ladrillo Patrón y 60 unidades con el 55% de Pet, para la fabricación de los muretes.

✓ **PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MORTERO**



Foto N°27: Se utilizó la dosificación 1:4 (cemento- arena) para el mortero para el asentado de los ladrillos.



Foto N°28: Elaboración de cubos de mortero.



Foto N°29: Curado de los cubos de mortero después de 24 horas de fraguado.



Foto N°30: Ensayo de resistencia a la compresión 140 kg/cm^2 a los 28 días.

✓ **ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS DE LOS LADRILLOS**



Foto N°31: Rotura de los ladrillos Patrón y ladrillos con Pet para encontrar la resistencia a la compresión.



Foto N°32: Ensayo de variación dimensional se realizó con un vernier para obtener los datos más exactos.



Foto N°33: Se realizó el ensayo de alabeo a los ladrillos, sin presentar alabeo las unidades.



Foto N°34: Se realizó el ensayo de contenido de humedad a las unidades de albañilería.



Foto N°35: Se colocaron los ladrillos en un balde con agua por 24 horas para calcular el porcentaje de absorción.



Foto N°36: Se pusieron hervir los ladrillos por 5 horas para calcular la absorción máxima.



Foto N°37: Se realizó el ensayo de succión a los ladrillos en una bandeja de agua, por 1 minuto, posteriormente se retiró y se pesó.



Foto N°38: Se pesó las unidades sumergidas para el cálculo de la densidad.

✓ **ELABORACIÓN DE PILAS Y MURETES**



Foto N°39: Para el cálculo de la resistencia a la compresión axial se elaboraron las pilas del ladrillo Patrón y del ladrillo con Pet al 55%.



Foto N°40: Se realizó el capeado nivelando la superficie para la ruptura.



Foto N°41: Se elaboraron muretes a escala 1:3 para la obtención de la resistencia al corte.

✓ **ENSAYOS DE COMPRESION AXIAL Y COMPRESIÓN DIAGONAL DE PILAS Y MURETES**



Foto N°42: Se realizó el ensayo de pilas para el ladrillo patrón y el ladrillo adicionado Pet, con la finalidad de calcular el esfuerzo a la compresión axial, a los 28 días de su elaboración.



Foto N°43: Falla de ruptura de la pila elaborada con ladrillo Patrón.



Foto N°44: Ensayo de resistencia al corte de muretes de aproximadamente 20 cm x 20cm a escala 1:3.



Foto N°45: Se visualiza la falla de ruptura del murete pintada de blanco.

ANEXOS II

ENSAYOS DE MATERIALES

ANALISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (CONFITILLO)

AGREGADO : Confitillo
CANTERA : Roca Fuerte
T. MAX.NOMINAL : 1/2"
PESO INICIAL : 1351 gr

TAMIZ (PULGADAS)	PESO RETENIDO (gr)	ABERTURA (mm)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
1/2"	0.00	12.500	0.000	0.000	100.000
3/8"	4.00	9.525	0.296	0.296	99.704
N° 4	273.00	4.750	20.207	20.503	79.497
N° 8	1024.00	2.360	75.796	96.299	3.701
N° 16	45.00	1.180	3.331	99.630	0.370
CAZOLETA	5.00		0.370	100.000	0.000
PESO INICIAL SECO (gr)					1351.000

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Procedimiento	Formula	Tara N°1	Tara N°2	Tara N°3
Peso de tara (gr)	(a)	21.72	22.36	22.54
Peso de tara + confitillo humedo (gr)	(b)	68.35	75.65	87.17
peso tara + confitillo seco (gr)	(c)	68.25	75.52	87.05
peso agua (gr)	(d) - (c)	0.10	0.13	0.12
peso de confitillo seco (gr)	(c) - (a)	46.53	53.16	64.51
Contenido de humedad (%)	(f) [(d) / (e)] x 100	0.21	0.24	0.19
				0.22

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO ASTM C 128

Descripcion	
Peso al aire de la muestra secada en horno (gr)	232.00
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	241.54
Peso sumergido de la muestra saturada (gr)	147.40
Peso Especifico (gr/cm³)	2.742

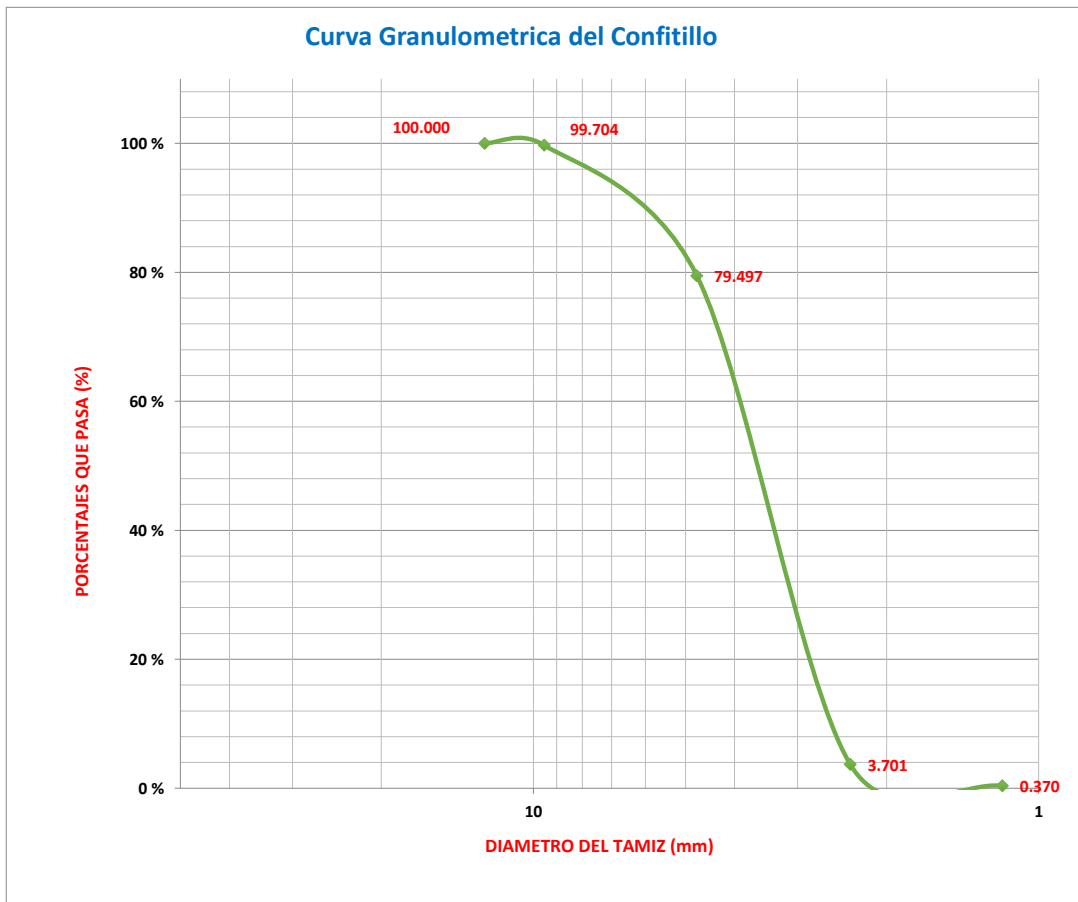
PESO VOLUMETRICO SUELTO

Descripcion	Cubo N°1	Cubo N°2	Cubo N°3
Peso del material (Kg)	3.639	3.600	3.6160
Peso del recipiente (Kg)	1.614	1.614	1.614
Peso del recipiente + Material (Kg)	5.253	5.214	5.23
Volumen del recipiente (m ³)	0.002685	0.002685	0.002685
Peso Volumetrico Suelto (Kg/m³)	1355.31	1340.78	1346.74
1347.61			

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO

Descripcion	Cubo N°1	Cubo N°2	Cubo N°3
Peso del material (Kg)	4.098	4.140	4.1290
Peso del recipiente (Kg)	1.614	1.614	1.614
Peso del recipiente + Material (Kg)	5.712	5.754	5.743
Volumen del recipiente (m ³)	0.002685	0.002685	0.002685
Peso Volumetrico Compactado (Kg/m³)	1526.26	1541.90	1537.80
1535.32			

Peso Especifico del Confitillo (gr/cm³)	2.74
Peso Unitario Suelto (Kg/m³)	1347.61
Peso Unitario Compactado (Kg/m³)	1535.32



ANALISIS DE LOS MATERIALES PARA LA ELABORACION DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

TESIS UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ENSAYOS DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

AGREGADO : Arena Gruesa
 CANTERA : La Sorpresa
 M.F 2.487
 PESO INICIAL 894 gr

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

TAMIZ (PULGADAS)	PESO RETENIDO (gr)	ABERTURA (mm)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA
N° 4	21.00	4.75	2.349	2.349	97.651
N° 8	71.00	2.360	7.942	10.291	89.709
N° 16	164.00	1.180	18.345	28.635	71.365
N° 30	210.00	0.600	23.490	52.125	47.875
N° 50	145.00	0.300	16.219	68.345	31.655
N° 100	166.00	0.150	18.568	86.913	13.087
N° 200	43.00	0.075	4.810	91.723	8.277
CAZOLETA	74.00		8.277	100.000	0.000
PESO INICIAL SECO (gr)					894.000

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO ASTM C 128

Descripcion		
Peso al aire de la muestra secada en horno (gr)		253.00
Peso de la fiola llena de agua (gr)		657.00
Peso de la fiola con la muestra y el agua (gr)		757.00
Peso Especifico		1.654

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D 2216

Procedimiento	Formula	Tara N°1	Tara N°2	Tara N°3
Peso de tara (gr) (a)		39.824	39.756	37.32
Peso de tara + suelo humedo (gr) (b)		92.708	113.847	97.868
peso tara + suelo seco (gr) (c)		91.946	112.848	96.901
peso agua (gr) (d)	(b) - (c)	0.76	0.999	0.967
peso de suelo seco (gr) (e)	(c) - (a)	52.122	73.092	59.581
Contenido de humedad (%) (f)	[(d) / (e)] x 100	1.46	1.37	1.62
		1.48		

ABSORCION ASTM C 126

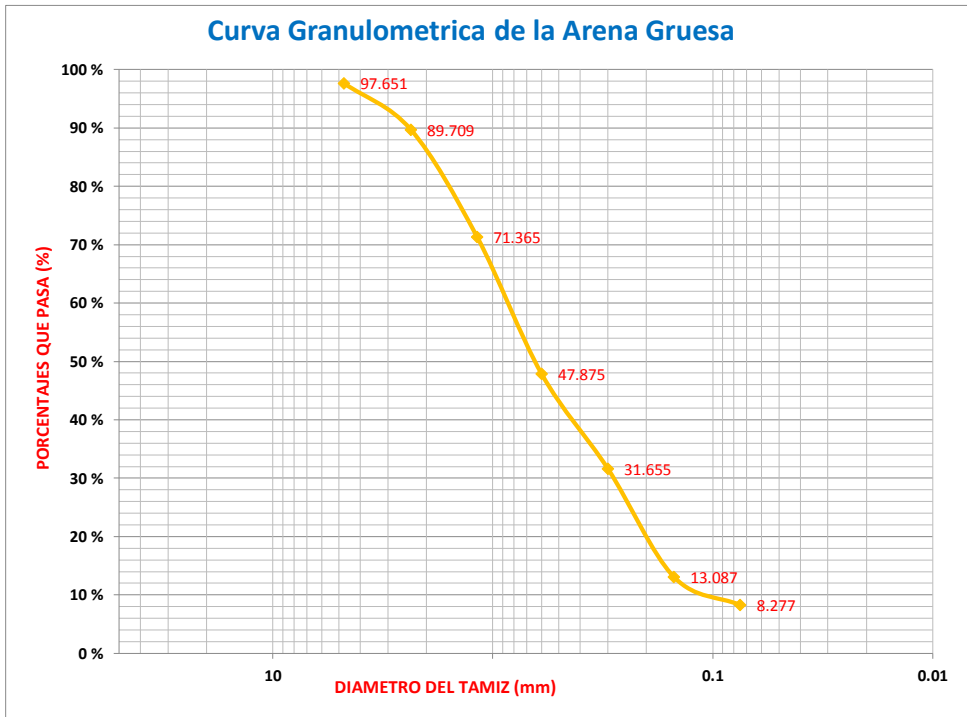
Procedimiento	Formula	Tara N°1	Tara N°2	Tara N°3
Peso de tara (gr) (a)		39.823	27.719	28.223
Peso de tara + suelo humedo (gr) (b)		113.469	123.828	119.491
peso tara + suelo seco (gr) (c)		113.134	123.389	119.052
peso agua (gr) (d)	(b) - (c)	0.33	0.439	0.439
peso de suelo seco (gr) (e)	(c) - (a)	73.311	95.67	90.829
Absorcion (%) (f)	[(d) / (e)] x 100	0.46	0.46	0.48
		0.47		

PESO VOLUMETRICO SUELTO

Descripcion	Cubo N°1	Cubo N°2	Cubo N°3
Peso del material (Kg)	4.121	4.158	4.1430
Peso del recipiente (Kg)	1.614	1.614	1.614
Peso del recipiente + Material (Kg)	5.735	5.772	5.757
Volumen del recipiente (m³)	0.002685	0.002685	0.002685
Peso Volumetrico Suelto (Kg/m³)	1534.82	1548.60	1543.02
		1542.15	

PESO VOLUMETRICO COMPACTADO			
Descripcion	Cubo N°1	Cubo N°2	Cubo N°3
Peso del material (Kg)	4.156	4.197	4.1880
Peso del recipiente (Kg)	1.614	1.614	1.614
Peso del recipiente + Material (Kg)	5.770	5.811	5.802
Volumen del recipiente (m³)	0.002685	0.002685	0.002685
Peso Volumetrico Compactado (Kg/m³)	1547.86	1563.13	1559.78
	1556.92		

MODULO DE FINEZA	2.49
PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (gr/cm³)	1.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.48
ABSORCION	0.47
PESO VOLUMETRICO SUELTO (Kg/m³)	1542.15
PESO VOLUMETRICO COMPACTADO (Kg/m³)	1556.92



ANEXOS III

ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS

ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

LADRILLO PATRÓN
ENSAYOS CLASIFICATORIOS

Especimen	Peso (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION						Area (cm ²)	Carga Maxima (Kg.f)	F c (Kg/cm ²)
		Largo (mm)			Ancho (mm)					
		L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.			
L-01	4.591	217.00	218.00	217.50	129	128.00	128.50	279.49	19284.64	69
L-02	4.567	219.00	220.00	219.50	128	129.00	128.50	282.06	18897.85	67
L-03	4.614	219.00	219.00	219.00	129	129.00	129.00	282.51	19493.19	69
F'c Promedio				68.33						
Desviacion Estandar				1.15						
F'c carecterística				67.18						

VARIACION DIMENSIONAL %		
Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
0.28	0.03	1.92

Especimen	Peso (Kg)	VARIACION DIMENSIONAL														
		Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (mm)				
		L1	L2	L3	L4	L prom	A1	A2	A3	A4	A prom	H1	H2	H3	H4	H prom
L-01	4.696	220.00	219.80	220.00	219.80	219.90	130.90	131.00	131.10	130.80	131.00	82.00	81.60	82.00	81.80	81.85
L-02	4.590	219.80	219.70	219.70	219.80	219.75	128.60	129.00	129.00	129.00	128.87	82.00	81.80	82.00	81.60	81.85
L-03	4.548	219.20	219.00	219.00	219.20	219.10	129.00	129.00	128.80	129.00	128.93	80.20	80.50	80.00	80.50	80.30
L-04	4.605	218.50	218.30	218.50	218.40	218.43	130.50	130.50	131.00	130.80	130.67	81.50	82.00	81.80	82.00	81.83
L-05	4.640	220.00	219.60	219.80	219.60	219.75	131.00	130.50	130.60	131.00	130.70	81.70	82.00	82.00	81.70	81.85
Dp (mm)		219.39					130.03					81.54				
De(mm)		220.00					130.00					80.00				
V(%)		0.28					0.03					1.92				

ALABEO

4.616 4.154 0.462

* Las unidades de albañilería no presentaron alabeo

ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Especimen	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	W (%)
L-01	4696	4605	1.976
L-02	4590	4495	2.113
L-03	4548	4456	2.065
L-04	4486	4402	1.908
			2.016

ABSORCION			
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	A (%)
L-01	4605	4951	7.514
L-02	4495	4838	7.631
L-03	4456	4828	8.348
L-04	4402	4747	7.837
			7.832

ABSORCION MAXIMA			
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	Am (%)
L-01	4605	4955	7.600
L-02	4495	4942	9.944
L-03	4456	4915	10.301
L-04	4402	4856	10.313
			9.540

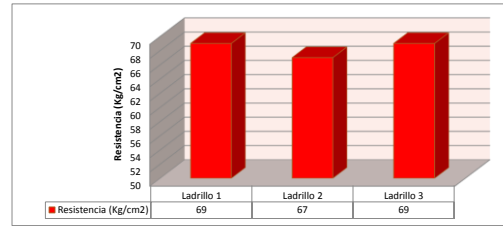
COEFICIENTE DE SATURACION			
Especimen	A (%)	Am (%)	CS
L-01	7.514	7.600	0.989
L-02	7.631	9.944	0.767
L-03	8.348	10.301	0.810
L-04	7.837	10.313	0.760
			0.832

SUCCION				
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	Superficie de Asiento (cm2)	Succion (gr/cm2 - min)
L-01	4605	4660	288.069	38.185
L-02	4495	4547	283.192	36.724
L-03	4456	4506	282.486	35.400
L-04	4402	4456	281.782	38.327
				37.159

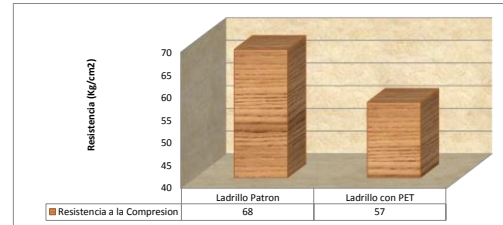
DENSIDAD					
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (gr)	Peso Saturado Sumergido (gr)	V(cm3)	Densidad (gr/cm3)
L-01	4605	4955	2527	2428	1.897
L-02	4495	4942	2478	2464	1.824
L-03	4456	4915	2459	2456	1.814
L-04	4402	4856	2431	2425	1.815
					1.838

% DE RANURAS			
Especimen	Superficie de Asiento (cm2)	RANURAS	% RANURAS
L-01	288.069	136.950	47.541
L-02	283.192	135.270	47.766
L-03	282.486	134.400	47.578
L-04	281.782	139.440	49.485
			48.092

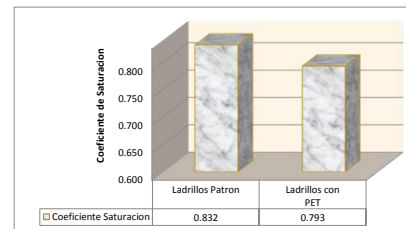
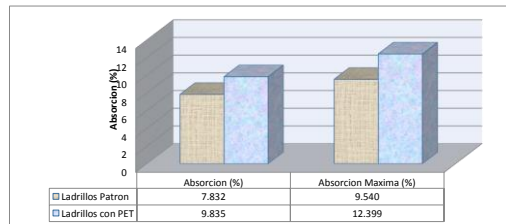
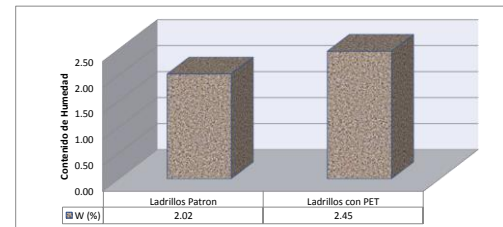
	Ladrillo 1	Ladrillo 2	Ladrillo 3
Resistencia (Kg/cm ²)	69	67	69



	Resistencia a la Compresion
Ladrillo Patron	68
Ladrillo con PET	57

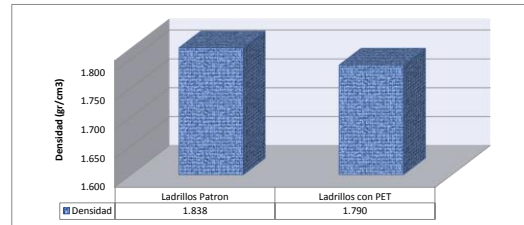


	Ladrillos Patron	Ladrillos con PET
W (%)	2.02	2.45

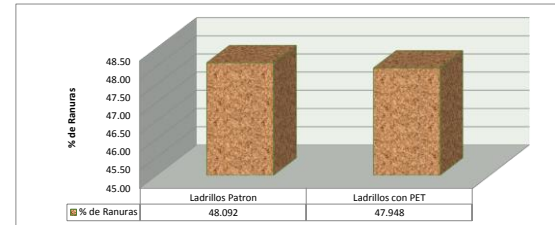


	Absorcion (%)	Absorcion Maxima (%)
Ladrillos Patron	7.832	9.540
Ladrillos con PET	9.835	12.399

	Ladrillos Patron	Ladrillos con PET
Coefficiente Saturacion	0.832	0.793

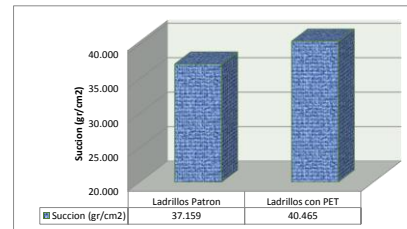


	Densidad
Ladrillos Patron	1.838
Ladrillos con PET	1.790



	% de Ranuras
Ladrillos Patron	48.092
Ladrillos con PET	47.948

	Succion (gr/cm2)
Ladrillos Patron	37.159
Ladrillos con PET	40.465



RESUMEN DE LOS ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS		
CARACTERISTICA		RESULTADOS
Resistencia a compresion (kg/cm2)		68.33
Variacion dimensional (mm)	Largo	219.39
	Ancho	130.03
	Altura	81.54
Alabeo (mm)	Concavidad	No Presenta
	Convexidad	No Presenta
Contenido de Humedad (%)		2.02
Absorcion (%)		7.83
Absorcion Maxima (%)		9.54
Coefficiente de Saturacion (%)		0.83
Succion (gr/cm2-min)		37.16
Densidad (gr/cm3)		1.84
Porcentaje de Ranuras (%)		48.09

ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX E

LADRILLO CON 55% DE PET

ENSAYOS CLASIFICATORIOS

RESISTENCIA A LA COMPRESION										
Especimen	Peso (Kg)	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm2)	Carga Maxima (Kg.f)	f'c (Kg/cm2)
		L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.			
L-01	4.152	217.50	217.80	217.65	129	128.70	128.85	280.44	16265.64	58
L-02	4.126	219.50	220.00	219.75	128	128.00	128.00	281.28	15470.40	55
L-03	4.159	220.00	220.00	220.00	129	129.00	129.00	283.80	16176.60	57

f'c Promedio 57
Desviacion Estandar 1.53
f'c carecteristica 55.14

VARIACION DIMENCIONAL																
Especimen	Peso (Kg)	Largo (mm)					Ancho (mm)					Alto (mm)				
		L1	L2	L3	L4	L prom	A1	A2	A3	A4	A prom	H1	H2	H3	H4	H prom
L-01	4.152	219.80	219.70	219.70	219.80	219.75	131.00	130.70	130.80	131.00	130.83	81.50	81.30	81.30	81.50	81.40
L-02	4.126	219.50	219.50	219.60	219.60	219.55	129.50	129.50	129.40	129.40	129.47	80.40	80.30	80.50	80.30	80.38
L-03	4.159	220.00	219.80	219.80	219.80	219.85	130.50	130.60	130.50	130.60	130.53	81.40	81.50	81.50	81.40	81.45
L-04	4.147	218.50	218.30	218.50	218.40	218.43	129.80	128.90	129.90	130.00	129.53	80.70	80.80	81.80	80.80	81.03
L-05	4.185	220.00	220.00	219.80	219.80	219.90	131.10	131.00	130.90	130.90	131.00	81.70	82.00	82.00	81.70	81.85
Dp (mm)		219.50					130.27					81.22				
Del(mm)		220.00					130.00					80.00				
V(%)		0.23					0.21					1.53				

ALABEO

* Las unidades de albañilería no presentaron alabeo

ENSAYOS NO CLASIFICATORIOS

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Especimen	Peso Natural (gr)	Peso Seco (gr)	W (%)
L-01	4147	4043	2.572
L-02	4185	4090	2.323
L-03	4126	4027	2.458
L-04	4159	4059	2.464
			2.454

ABSORCION			
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	A (%)
L-01	4043	4447	9.993
L-02	4090	4485	9.658
L-03	4027	4423	9.834
L-04	4059	4459	9.855
			9.835

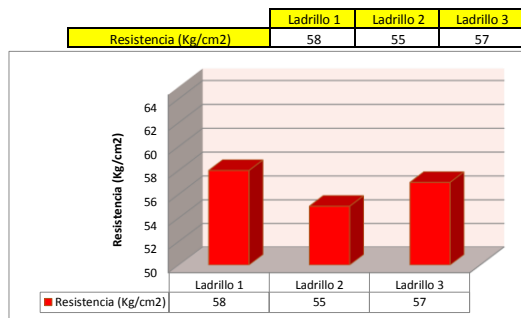
ABSORCION MAXIMA			
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	Am (%)
L-01	4043	4553	12.614
L-02	4090	4595	12.347
L-03	4027	4522	12.292
L-04	4059	4560	12.343
			12.399

COEFICIENTE DE SATURACION			
Especimen	A (%)	Am (%)	CS
L-01	9.993	12.614	0.792
L-02	9.658	12.347	0.782
L-03	9.834	12.292	0.800
L-04	9.855	12.343	0.798
			0.793

SUCCION				
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Humedo (gr)	Superficie de Asiento (cm2)	Succion (gr/cm2 - min)
L-01	4043	4106	282.933	44.533
L-02	4090	4144	288.069	37.491
L-03	4027	4085	284.244	40.810
L-04	4059	4115	286.978	39.027
				40.465

DENSIDAD					
Especimen	Peso Seco (gr)	Peso Saturado (gr)	Peso Saturado Sumergido (gr)	V(cm3)	Densidad (gr/cm3)
L-01	4043	4553	2290.534	2262.466	1.787
L-02	4090	4595	2311.663	2283.337	1.791
L-03	4027	4522	2274.938	2247.062	1.792
L-04	4059	4560	2294.055	2265.945	1.791
					1.790

% DE RANURAS			
Especimen	Superficie de Asiento (cm2)	RANURAS	% RANURAS
L-01	282.933	137.760	48.690
L-02	288.069	137.760	47.822
L-03	284.244	133.600	47.002
L-04	286.978	138.550	48.279
			47.948



VARIACION DIMENCIONAL %		
Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
0.23	0.21	1.53

RESUMEN DE LOS ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS		
CARACTERISTICA		RESULTADOS
Resistencia a compresion (kg/cm ²)		56.67
Variacion dimensional (mm)	Largo	219.50
	Ancho	130.27
	Altura	81.22
Alabeo (mm)	Concavidad	No Presenta
	Convexidad	No Presenta
Contenido de Humedad (%)		2.45
Absorción (%)		9.83
Absorción Máxima (%)		12.40
Coeficiente de Saturación (%)		0.79
Succión (gr/cm ² -min)		40.47
Densidad (gr/cm ³)		1.79
Porcentaje de Ranuras (%)		47.95

ENSAYOS CLASIFICATORIOS Y NO CLASIFICATORIOS

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

	CONTENIDO DE HUMEDAD	ABSORCION	ABSORCION MAXIMA	COEFICIENTE DE SATURACION	SUCCION	DENSIDAD	% DE RANURAS
LADRILLO PATRON	2.016	7.832	9.540	0.832	37.159	1.838	48.092
LADRILLO CON PET	2.454	9.835	12.399	0.793	40.465	1.790	47.948

ANEXOS IV

DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ANALISIS DEL DISEÑO DEL LADRILLO PATRON

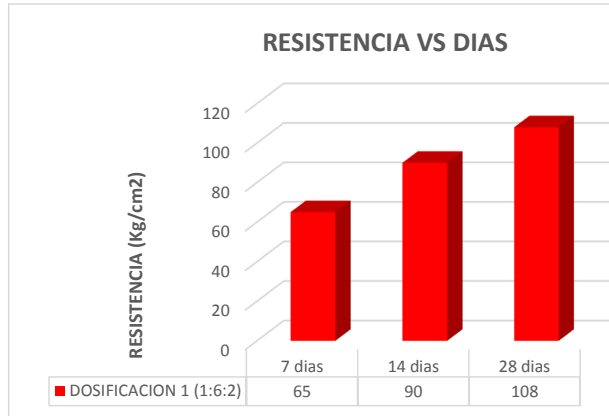
DOSIFICACION 1 (1:6:2)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	65	90	108
ladrillo 2	60	87	103
ladrillo 3	70	92	114
	65	90	108

DOSIFICACION 2 (1:7:3)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	42	42	69
ladrillo 2	45	41	67
ladrillo 3	40	40	69
	42	41	68

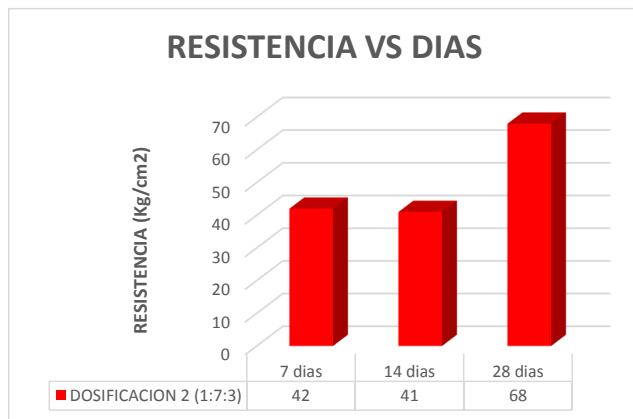
DOSIFICACION 3 (1:9:3)			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	23	27	37
ladrillo 2	27	32	40
ladrillo 3	26	30	41
	25	30	39

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)	
28 dias	
DOSIFICACION 1 (1:6:2)	108
DOSIFICACION 2 (1:7:3)	68
DOSIFICACION 3 (1:9:3)	39

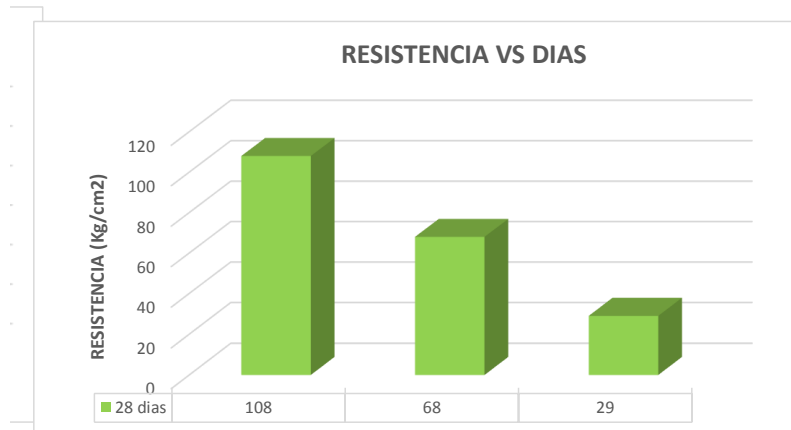
	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION 1 (1:6:2)	65	90	108



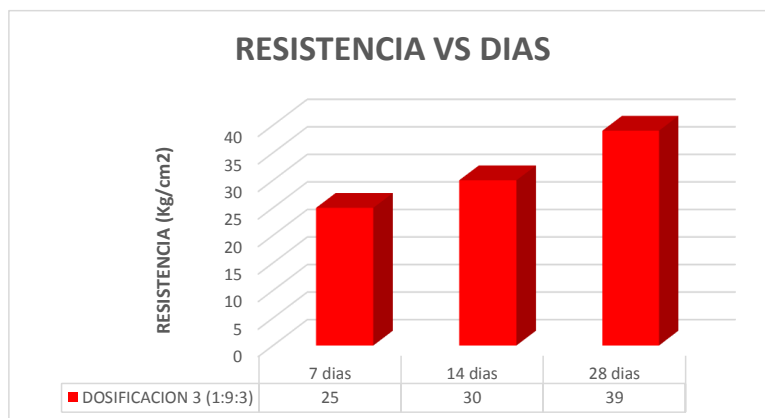
	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION 2 (1:7:3)	42	41	68



	28 dias
DOSIFICACION 1 (1:6:2)	108
DOSIFICACION 2 (1:7:3)	68
DOSIFICACION 3 (1:9:3)	29



	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION 3 (1:9:3)	25	30	39



ANÁLISIS DEL DISEÑO DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ANALISIS DEL DISEÑO DEL LADRILLO ADICIONANDO PET

DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	27	31	42
ladrillo 2	25	30	40
ladrillo 3	25	29	39
	26	30	40

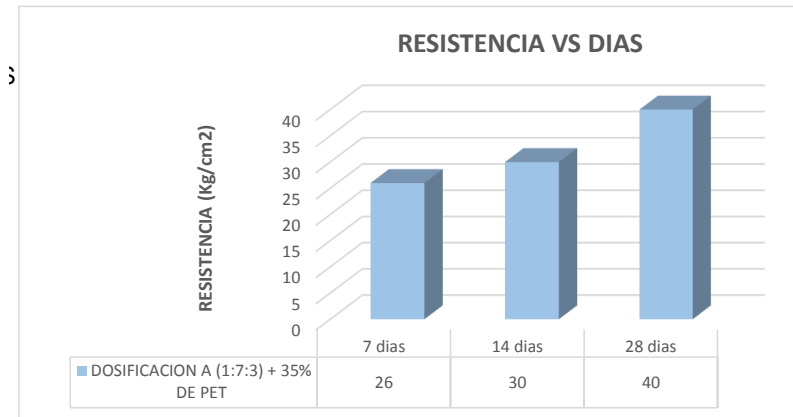
DOSIFICACION B (1:7:3) + 45% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	28	33	43
ladrillo 2	29	32	43
ladrillo 3	33	38	48
	30	34	45

DOSIFICACION C (1:7:3) + 55% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	36	47	58
ladrillo 2	40	44	55
ladrillo 3	38	48	57
	38	46	57

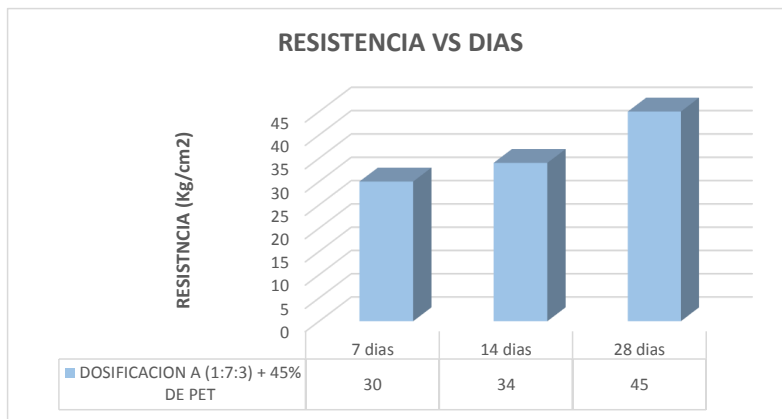
DOSIFICACION D (1:7:3) + 100% DE PET			
RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)			
	7 dias	14 dias	28 dias
ladrillo 1	25	30	35
ladrillo 2	27	32	36
ladrillo 3	26	29	34
	26	30	35

RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL (Kg/cm ²)	
28 dias	
DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET	40
DOSIFICACION B (1:7:3) + 45% DE PET	45
DOSIFICACION C (1:7:3) + 55% DE PET	57
DOSIFICACION D (1:7:3) + 100% DE PET	35

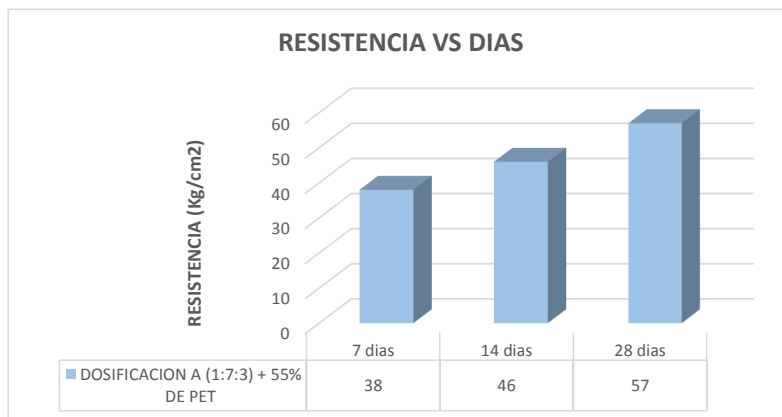
	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET	26	30	40



	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION A (1:7:3) + 45% DE PET	30	34	45

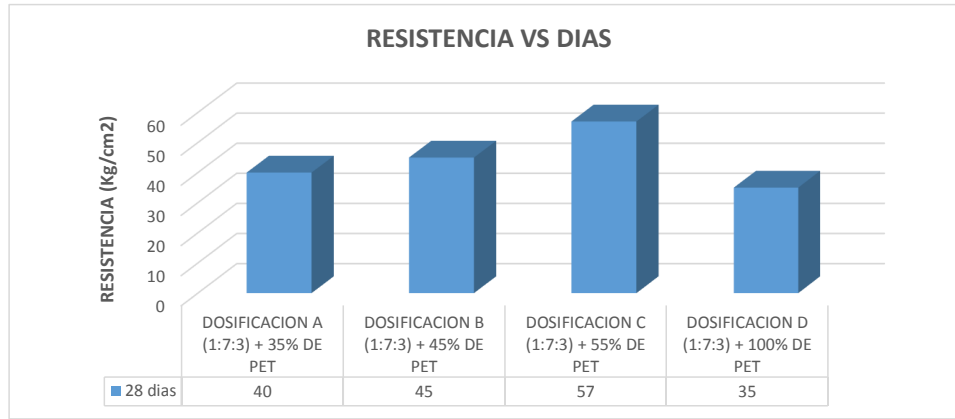


	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION A (1:7:3) + 55% DE PET	38	46	57



	7 dias	14 dias	28 dias
DOSIFICACION A (1:7:3) + 100% DE PET	26	30	35

	28 dias
DOSIFICACION A (1:7:3) + 35% DE PET	40
DOSIFICACION B (1:7:3) + 45% DE PET	45
DOSIFICACION C (1:7:3) + 55% DE PET	57
DOSIFICACION D (1:7:3) + 100% DE PET	35



ANEXOS V

ENSAYOS DE PILAS Y MURETES

ENSAYOS DE PILAS Y MURETES

TESIS UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO

INSTITUCION UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESISTAS BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ENSAYO DE COMPRESION AXIAL

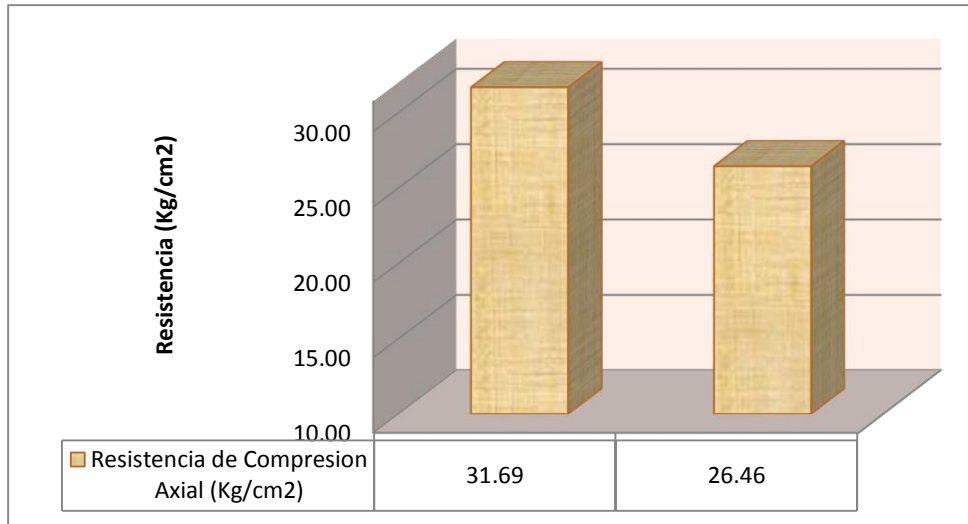
LADRILLOS PATRON

PILAS															
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)			Esbeltez	Area (cm ²)	Carga Maxima (Kg.f)	f' m (Kg/cm ²)	Factor de Correccion	f' m Corregido (Kg/cm ²)
	L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.	A1	A2	A prom.						
P-01	219.70	219.60	219.65	132.60	132.80	132.70	281.00	281.20	281.10	2.12	291.48	11513.28	39.50	0.77	30.22
P-02	219.80	220.00	219.90	133.00	132.90	132.95	281.00	281.00	281.00	2.11	292.36	12542.12	42.90	0.75	31.96
P-03	219.50	219.00	219.25	132.50	132.70	132.60	282.00	281.80	281.90	2.13	290.73	12501.20	43.00	0.77	32.90
f' m Promedio									31.69						
Desviacion Estandar									1.36						
f' m Caracteristica									30.33						
fm									7.58						

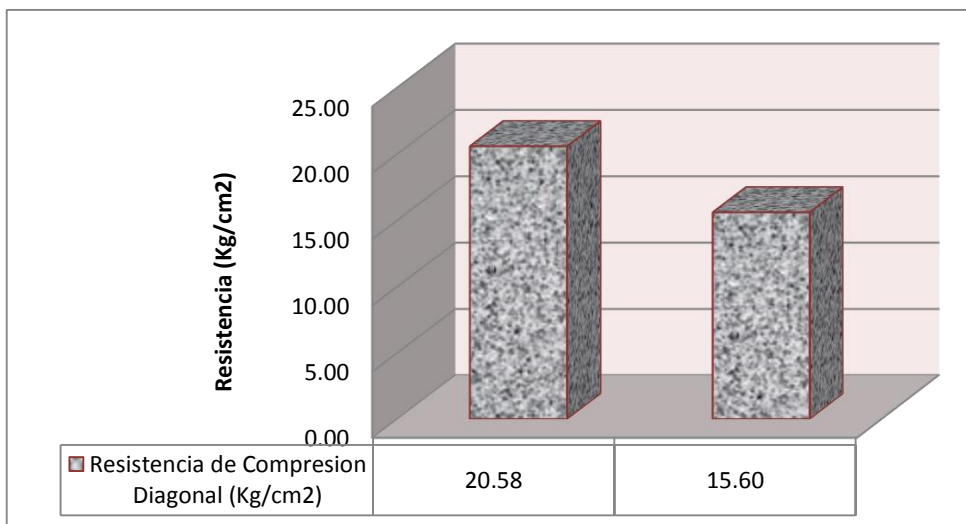
LADRILLOS CON 55% PET

PILAS															
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Alto (mm)			Esbeltez	Area (cm ²)	Carga Maxima (Kg.f)	f' m (Kg/cm ²)	Factor de Correccion	f' m Corregido (Kg/cm ²)
	L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.	A1	A2	A prom.						
P-01	219.80	219.80	219.80	132.80	132.70	132.75	281.90	282.00	281.95	2.12	291.78	10037.39	34.40	0.77	26.32
P-02	219.90	220.20	220.05	132.60	132.50	132.55	281.40	281.50	281.45	2.12	291.68	10529.51	36.10	0.75	26.89
P-03	220.00	219.00	219.50	133.00	133.00	133.00	282.00	282.00	282.00	2.12	291.94	9984.18	34.20	0.77	26.16
f' m Promedio									26.46						
Desviacion Estandar									0.39						
f' m Caracteristica									26.07						
fm									6.52						

	Resistencia de Compresion Axial (Kg/cm ²)
Ladrillo Patron	31.69
Ladrillo con PET	26.46



	Resistencia de Compresion Diagonal (Kg/cm ²)
Ladrillo Patron	20.58
Ladrillo con PET	15.60



ENSAYOS DE PILAS Y MURETES

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO
INSTITUCION : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ENSAYO DE COMPRESION DIAGONAL

LADRILLOS PATRON

MURETES A ESCALA

Especimen	Largo (mm)			Alto (mm)			Espesor (cm2)	Ab (cm2)	Carga Maxima (Kg.f)	f t (Kg/cm2)
	L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.				
M-01	20.20	20.30	20.25	20.20	20.20	20.20	4.30	122.99	2533.61	20.60
M-02	20.30	20.30	20.30	20.30	20.20	20.25	4.30	123.29	2687.83	21.80
M-03	20.20	20.30	20.25	20.30	20.20	20.25	4.30	123.14	2380.83	19.33
f m Promedio						20.58				
Desviacion Estandar						1.23				
f m Caracteristica						19.34				
Vm						4.84				

LADRILLOS CON 55% PET

MURETES A ESCALA

Especimen	Largo (mm)			Alto (mm)			Espesor (cm2)	Ab (cm2)	Carga Maxima (Kg.f)	f t (Kg/cm2)
	L1	L2	L prom.	A1	A2	A prom.				
M-01	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	20.30	4.30	123.45	2012.18	16.30
M-02	20.20	20.25	20.23	20.25	20.20	20.23	4.30	122.99	1850.56	15.05
M-03	20.25	20.30	20.28	20.30	20.2.5	20.30	4.30	123.37	1906.35	15.45
f m Promedio								15.60		
Desviacion Estandar								0.64		
f m Caracteristica								14.96		
Vm								3.74		

ANEXOS VI

DISEÑO DE MORTERO

ENSAYO DEL MORTERO

TESIS : UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBRO COMPACTADO DE CEMENTO

INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

TESISTAS : BACH.ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER - BACH.CANO HERRERA MARX ENGELS

ENSAYO DE COMPRESION AL MORTERO

Cemento: 362.5 gr
Arena Graduada: 1450 gr
Agua: 310.3 ml
r (a/c): 0.856

	Resistencia a la compresion (Kg/cm ²)			
	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
Mortero 1:4 (Cemento Arena)	63.35	94.2	121.67	140.6

ANEXOS VII

CANTIDAD Y COSTOS DE LOS MATERIALES

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 98 LADRILLOS PATRON	
CEMENTO (Kg)	42.5
ARENA GRUESA (Kg)	297.5
CONFITILLO (Kg)	127.5
AGUA (lt)	52.06

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 154 LADRILLOS CON 55% DE PET	
CEMENTO (Kg)	42.5
ARENA GRUESA (Kg)	297.5
CONFITILLO (Kg)	127.5
PET (Kg)	23.375
AGUA (lt)	52.06

CANTIDAD DE MATERIALES PARA 10 MILLARES DE LADRILLOS PATRON				
	Bolsas	Kg	Latas	Baldes
CEMENTO	102.041	4336.735		
ARENA GRUESA		30357.145	1046.798	
CONFITILLO		13010.205	448.628	
AGUA		5312.500		279.605

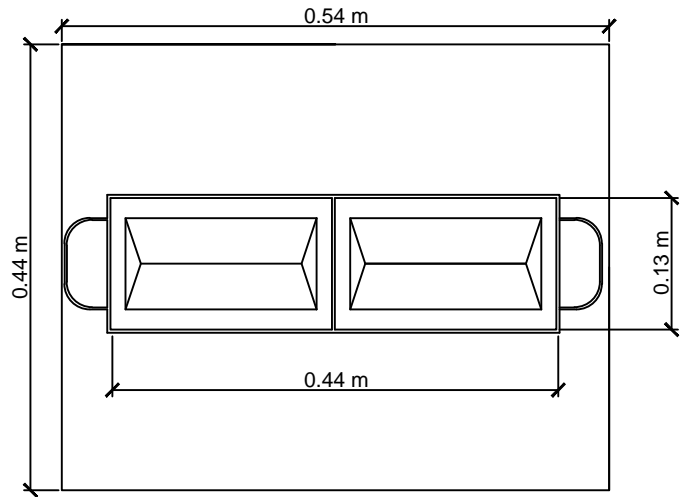
CANTIDAD DE MATERIALES PARA 10 MILLARES DE LADRILLOS CON 55% DE PET				
	Bolsas	Kg	Latas	Baldes
CEMENTO (S/.)	64.103	2724.359		
ARENA GRUESA (S/.)		19070.513	657.604	
CONFITILLO (S/.)		8173.077	281.830	
PET (S/.)		1498.397		
AGUA (S/.)		3337.340		175.649

COSTOS PARA LA FABRICACION DE 10 MILLARES DE LADRILLOS		
	LADRILLO PATRON	LADRILLO CON 55% DE PET
CEMENTO (S/.)	2193.878	1378.205
ARENA GRUESA (S/.)	287.850	180.829
CONFITILLO (S/.)	393.295	247.070
PET (S/.)		1048.878
AGUA (S/.)	16.166	10.156
COSTO TOTAL (S/.)	2891.189	2865.138
AHORRO (S/.)	26.051	

CANTIDAD DE BOTELLAS PARA 10 MILLARES DE LADRILLOS CON PET 55%		
	Kg	Nº BOTELLAS
BOTELLAS DE 1/2 LIT	1498.397	76274.000
BOTELLAS DE 2 1/4 L	1499.397	25586.000
BOTELLAS DE 3 LITR	1500.397	25451.000

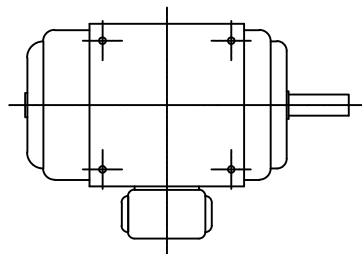
ANEXOS VIII

PLANO DE MESA VIBRATORIA

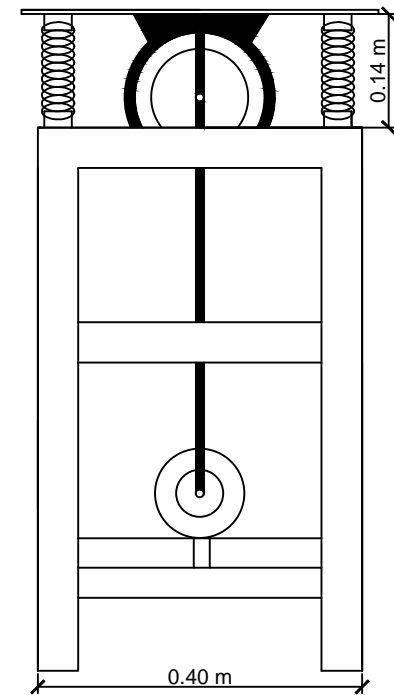
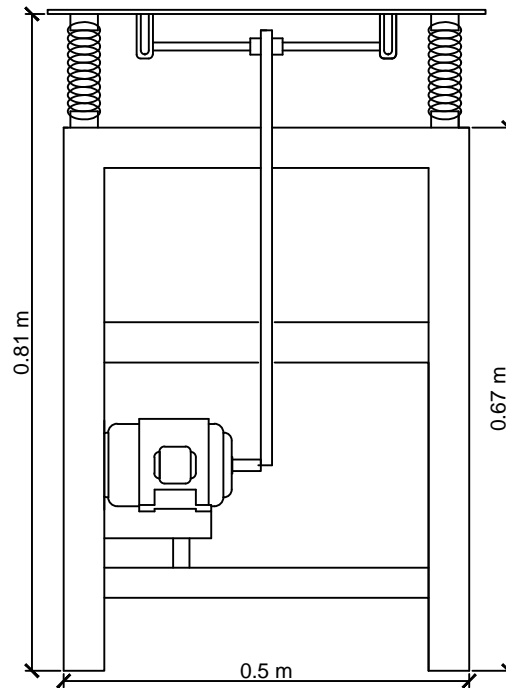
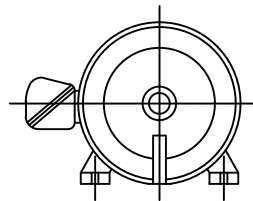
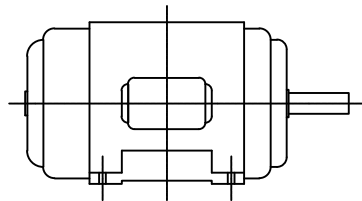


PLANTA

MOTOR MONOFASICO



1 HP
RPM 1680
60 HERTZ



ELEVACION

TESIS : "UTILIZACION DE MATERIALES PLASTICOS DE RECICLAJE COMO ADICION EN LA FABRICACION DE LADRILLOS VIBROCOMPACTADO DE CEMENTO"	
PROYECTO : <p style="text-align: center;">MESA VIBRATORIA</p>	
PLANO : <p style="text-align: center;">PLANTA Y ELEVACIONES</p>	
TESISIAS: BACH. ARRASCUE BAZAN EINER JAVIER BACH. CANO HERRERA MARX ENGELS	LAMINA N° <p style="text-align: center;">P-01</p>
ASESOR: ING. JULIO RIVASPLATA DIAZ	
ESCALA : 1/50	FECHA: OCTUBRE 2016