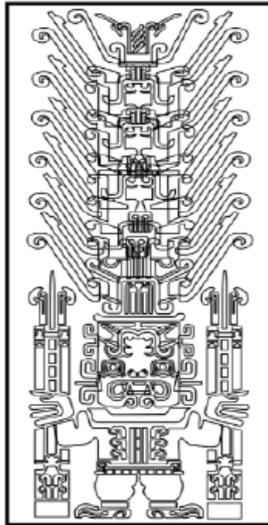


UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA MEZCLA DE CONCRETO CON PET
RECICLABLE, PARA LA PRODUCCION DE LADRILLO DE CONCRETO
COMPUESTO EN LA CONSTRUCCION**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERIA CIVIL

VICTOR HUGO ALIAGA CORDOVA

Lima-Perú

2017

DEDICATORIA

A Dios por ser lámpara a mis pies; su
palabra, lumbrera en mi camino.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a personas e instituciones que me han apoyado en la realización de la tesis, de corazón muchas gracias.

A mi asesor el Ing. Omar Tello Malpartida por sus recomendaciones con el objetivo de culminar satisfactoriamente la tesis.

A mis padres Víctor y Esperanza, por el apoyo económico y espiritual para el logro de mis metas en la etapa de la Universidad de pre grado

A mi novia Almendra Bravo por su apoyo incondicional en la realización de la tesis.

Al Técnico Fredy Villanueva Orosco encargado del laboratorio de Concreto de la Universidad Nacional Federico Villarreal de la Facultad de Ingeniería Civil (UNFV- FIC) por brindarme su apoyo técnico y empírico relacionado al tema de la tesis.

Al Ing. Manuel Cruz Chuyes por sus consejos en relación al tema de tecnología de concreto.

A la Universidad Católica del Perú (PUCP) por facilitar el uso de sus equipos para terminar los últimos ensayos de la tesis.

Finalmente, a todas las personas que de distintas maneras me han apoyado, lo cual sirvió para terminar la tesis.

RESUMEN

En esta investigación desarrollaremos un ladrillo de concreto con polietileno de tereftalato (PET), ladrillo de concreto compuesto (LCC) llamado así desde ahora, esta unidad es evaluada según los requisitos necesarios de la Norma E.070, de acuerdo a los indicadores como son los ensayos clasificados y no clasificando además muros de albañería representativos en pilas y muretes verificando su comportamiento y fallas. La metodología es experimental y en la producción de 100 LLC y 100 KKA (King Kong Arcilla) para su ensayo respectivo.

Se obtuvo en el laboratorio un concreto con resistencia promedio en probetas de $f'c = 171 \text{ kg/cm}^2$, se elabora la unidad de LCC y se clasifica como Ladrillo I y el KKA como ladrillo II, en la representación de muros de albañería. Los resultados fueron beneficiosos es decir la resistencia característica de la compresión axial ($f'm$) y resistencia característica a corte diagonal ($V'm$) tienen como valor: 59 Kg/cm^2 y 7.81 Kg/cm^2 respectivamente, pero el KKA tuvieron resultados inferiores de 41 Kg/cm^2 y 4.69 Kg/cm^2 respectivamente. Verificando que el LCC tiene un buen comportamiento en muros de albañería en fuerza axial y diagonal.

En referencia a costos optaremos el segundo caso: se simula la compra de 1 m^3 de agregados de la Ferretería Sánchez. El costo de los insumos del LCC a 0.25 PET fue de S/0.50 soles. También se verifica que podemos darle un valor al material compuesto añadiendo un sistema de drenaje en adoquines compuestos; ya que la unidad LCC tuvimos una absorción y succión resultaron bajos con valores de 4.12% y $15.4 \text{ gr}/(200 \times \text{cm}^2 \times \text{min})$ respectivamente. Donde optamos con un buen diseño de adoquines con dimensiones adecuadas, económicas y sistemas de drenaje resultaran materiales compuestos que puedan drenar el agua en climas lluviosos. Se concluye para este caso

que el PET y la mezcla de concreto se usará con ciertas restricciones estructurales, pero aplicables para varios materiales compuestos. Es recomendable para futuras investigaciones poder elevar la resistencia, característica en la unidad a fines estructurales, verificando su economía y aplicaciones como material compuesto.

Palabra Clave: Ladrillo de concreto con PET, ladrillo de concreto compuesto (LCC).

Abstract

In this research we will develop a concrete brick with polyethylene terephthalate (PET), composite concrete brick (LCC) called as of now, this unit is evaluated according to the necessary requirements of the Standard E.070, according to indicators such as The tests classified and not classifying besides walls of representative masonry in piles and walls verifying their behavior and failures. The methodology is experimental and in the production of 100 LLC and 100 KKA (King Kong Clay) for their respective trial.

In the laboratory, a concrete with average resistance was obtained in specimens of $f_c = 171 \text{ kg} / \text{cm}^2$, the LCC unit was elaborated and classified as Brick I and KKA as Brick II, in the representation of masonry walls. The results were beneficial ie the characteristic resistance of the axial compression (f_m) and characteristic resistance to diagonal cut (V_m) have as value: $59 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ and $7.81 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ respectively, but the KKA had inferior results Of $41 \text{ kg} / \text{cm}^2$ and $4.69 \text{ kg} / \text{cm}^2$ respectively. Verifying that the LCC has a good behavior in masonry walls in axial and diagonal strength.

In reference to costs we will choose the second case: the purchase of 1 m^3 of aggregates of Ferretería Sánchez is simulated. The cost of the LCC inputs to 0.25 PET was S / 0.50 soles. It is also verified that we can give a value to the composite by adding a drainage system in composite paving stones; Since the LCC unit had an absorption and suction were low with values of 4.12% and $15.4 \text{ gr} / (200 \times \text{cm}^2 \times \text{min})$ respectively. Where we choose with a good design of pavers with adequate dimensions, economic and drainage systems will result in composite materials that can

drain water in rainy climates. It is concluded in this case that the PET and concrete mix will be used with certain structural restrictions, but applicable for various composite materials. It is advisable for future research to be able to raise resistance, characteristic in the unit for structural purposes, verifying its economy and applications as composite material.

Keyword: Concrete brick with PET, composite concrete brick (LCC).

INTRODUCCION

El motivo de la tesis es tener conocimiento técnico en relación a este material compuesto (LCC) esperando encontrar resultados competentes en comparación al mercado peruano.

Capítulo I.- La desintegración de PET tiene un aproximado de 70 años donde zonas de Lima abundan estos plásticos y la solución para el problema es poder usar la botella de plástico en la construcción. En la actualidad los seres humanos, en diferentes lugares de Lima se han poblado ya sea en zona rural o en zona urbanas, y éstos consumen plásticos, exigiendo también la producción de embasamiento para sustancias liquidas, químicos etc. Razón por la cual este es el interés de investigar e indagar si estos plásticos se podrán añadir en los ladrillos de concreto.

Capítulo II.- Existe tesis similares en Perú en la mezcla de pet, cemento y aditivo, pero no con agregados tampoco no existe información técnica. Es por ello que optaremos desarrollar la teoría de diseño de mezcla métodos ACI y ensayos realizados según la Norma E.070 de albañilería para la unidad y llegaremos a obtener conocimiento nuevo.

Capítulo III.- Una posible solución general seria el desarrollar los ensayos mejorando el producto de manera mecánica, económica y dando a conocer que existe nuevos materiales que se puede usar en la construcción. La presente investigación es una contribución de conocimiento óptimo con resultados capaces de igualar los resultados comerciales en ladrillos King Kong de arcilla macizo según la norma E 070 de albañilería donde rige la clasificación de los ladrillos con fines estructurales, también como propiedades mecánicas; esto como pilas, muretes, resistencia de compresión, análisis de costos de insumos en la elaboración de ladrillos de concreto compuesto

donde se buscara un acorde a los precios comerciales y tipos de usos del concreto con PET para formar materiales compuestos.

Capitulo IV.- La muestra de estudio será 100 unidad de LCC y 100 de KKA se analizará la relación, comparación y medición en los campos económicos y propiedades mecánicas obteniendo resultados para una buena toma de decisiones. Dichos parámetros, son importantes porque se concluirá si es recomendable añadir los plásticos triturados de botella en la mezcla de concreto con dimensiones de 23x12.5x9 cm y producidos de manera manufacturada artesanal con un previo de diseño de mezcla.

Capitulo V.-Se realizó los ensayos en agregados obteniendo, sus características para su diseño de mezcla de $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ estos ensayos realizados en la caracterización fueron peso unitario suelto, compactado, pesos específicos, humedad, absorción, TMN y módulo de fineza posteriormente sus roturas de probetas con resultados a la resistencia de rotura en probetas de 171 Kg/cm^2 , con esta resistencia y pesos húmedos de diseño se desarrolló la dosificación de la unidad sin pet y con pet este último con dosificaciones de 0.25pet , 0.375 pet , 0.50 Pet , 0.625 pet y 0.75 pet, una de estas dosificaciones optamos del 0.25Pet por llegar una resistencia alta a las demás y costo bajo. Una vez obtenida la dosificación adecuada se produce los ladrillos de concreto compuesto (LCC) y también se tendrá los ladrillos King kong macizo de arcilla entonces se clasificará según su clase a fines estructurales los ensayos son alabeo, variabilidad y resistencia de compresión $f'b$ respecto a las propiedades mecánicas según comportamiento de muros se hará los ensayos de pilas y muretes.

Capítulo VI. -Finalmente, a partir de los resultados obtenidos se clasifica la unidad compuesta a fines estructural dando conocer que el LCC es de clase I, sus costos de producción permisibles al mercado y aplicación del concreto con PET para diferentes tipos de materiales compuesto teniendo mayor probabilidad de ser viable.

INDICE

CAPÍTULO 1.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. PROBLEMA.....	2
1.2.1. <i>Problema principal</i>	2
1.2.2. <i>Problema secundario</i>	3
1.2.3. <i>Formulación del problema</i>	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	4
1.3.1. <i>Justificación de la investigación</i>	4
1.3.1.1. Teórica	4
1.3.1.2. Practica	4
1.3.1.3. Metodológica.....	5
1.3.1.4. Social.....	5
1.4. LIMITACIONES.....	6
1.4.1. <i>Limitaciones de la investigación</i>	6
1.5. OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	7
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	7
1.5.2. <i>Objetivo específico</i>	7
CAPÍTULO 2	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. ANTECEDENTES	8
2.1.1. <i>Desde cuando existe o se conoce el problema</i>	8
2.1.2. <i>Estudios o investigaciones anteriores</i>	8

2.2.	BASES TEÓRICAS.....	9
2.3.	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	22
2.3.1.	<i>Glosario</i>	22
CAPÍTULO 3		26
3.	HIPÓTESIS	26
3.1.	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	26
3.1.1.	<i>Hipótesis principal</i>	26
3.1.2.	<i>Hipótesis secundario</i>	26
3.2.	VARIABLES	27
3.2.1.	<i>Variable independiente</i>	27
3.2.2.	<i>Variable dependiente</i>	27
3.3.	OPERACIONALIZACION DE VARIABLE	27
CAPÍTULO 4		28
4.	MÉTODO	28
4.1.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	28
4.2.	MATERIAL.....	28
4.2.1.	<i>Unidad de estudio</i>	28
4.2.2.	<i>Población</i>	28
4.2.3.	<i>Muestra</i>	28
4.3.	MÉTODOS.....	29
4.3.1.	<i>Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolecciones de datos</i>	29
4.3.1.1.	Técnica de Investigación:	29
4.3.1.2.	Instrumento	29
4.3.2.	<i>Técnicas de procesamiento de datos</i>	29
4.3.3.	<i>Técnicas de análisis e interpretaciones de la información</i>	30
4.3.3.1.	Análisis de Datos	30
4.3.3.2.	Interpretación de los resultados	30

CAPÍTULO 5	31
5. CASO DE APLICACIÓN	31
5.1. DESCRIPCIÓN DEL CASO.....	31
5.1.1. <i>Diseño de mezcla de concreto</i>	31
5.1.2. <i>Control de calidad del concreto</i>	31
5.1.3. <i>Elaboración de ladrillos de concreto con pet</i>	32
5.1.4. <i>Ensayos de compresión Simple f'c por cada dosificación</i>	32
5.1.5. <i>Clasificación de ladrillos por ensayos clasificados y no clasificados</i>	33
5.1.6. <i>Primas de albañilería para unidades</i>	33
5.2. EVALUACIÓN DEL CASO	33
5.2.1. <i>Características de los materiales</i>	33
5.2.2. <i>Prueba de control de calidad de concreto</i>	43
5.2.3. <i>Dosificaciones de las unidades de albañilería</i>	47
5.2.3.2. <i>Evaluación de medidas del ladrillo concreto</i>	48
5.2.4. <i>Evaluación de ensayos clasificados</i>	50
5.2.5. <i>Evaluación de ensayo no clasificados</i>	57
5.2.6. <i>Evaluación de ensayo prismas de albañearía</i>	63
5.2.6.1. <i>Pilas de albañilería en ladrillo de concreto compuesto (LCC)</i>	63
5.2.6.2. <i>Pilas de albañilería king Kong de arcilla (KKA)</i>	69
5.2.6.3. <i>Muretes de albañilería (LCC)</i>	72
5.2.6.4. <i>Muretes de albañilería (KKA)</i>	76
CAPÍTULO 6	81
6. RESULTADOS	81
6.1. DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS	81
6.1.1. <i>Resultados análisis de ensayos de la unidad</i>	81
6.1.1.1. <i>Ensayos clasificados</i>	81

6.1.1.2.	Ensayos No clasificados.....	82
6.1.1.3.	Ensayos prismas de albañilería en pilas	85
6.1.1.4.	Ensayos prismas de albañilería en muretes	89
6.1.2.	<i>Resultados en análisis de costo de la unidad</i>	93
6.1.2.1.	Listas de insumos tangible previsto por unidad compuesta	94
6.1.2.2.	Análisis de costo.....	94
6.1.3.	<i>Resultados de aplicaciones del concreto con PET en la construcción</i>	97
CONCLUSIONES.....		102
RECOMENDACIONES.....		104
•	FUENTES DE INFORMACION.....	105
•	ANEXOS	107

LISTAS DE FIGURA

FIGURA 1. MOLDE METÁLICOS PARA LA UNIDAD LCC.....	14
FIGURA 2. MÁQUINA TRITURADORA DE PET.....	15
FIGURA 3. PASOS PARA EL CONTROL Y MEDIDA DEL SLUMP.....	17
FIGURA 4. UNIDADES LCC CON REFRENTADO.....	18
FIGURA 5. PESO SECO DE LA HUMEDAD PARA CALCULAS LA HUMEDAD.....	34
FIGURA 6 : PESOS HÚMEDOS Y SECOS DEL AGREGADO.....	35
FIGURA 7. PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA.....	36
FIGURA 8. PESO UNITARIO DEL CONFITILLO.....	37
FIGURA 9. PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA GRUESA.....	38
FIGURA 10. CÁLCULO PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO.....	39
FIGURA 11. LIMITES GRANULOMÉTRICOS DE LA ARENA GRUESA.....	39
FIGURA 12. GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA.....	40
FIGURA 13. CURVA GRANULOMÉTRICA DEL CONFITILLO.....	41
FIGURA 14. FOTOGRAFÍA EN EL PROCESO DE LA GRANULOMETRÍA EN CONFITILLO.....	41
FIGURA 15. SE MUESTRA EL LAVADO DEL PET.....	42
FIGURA 16. FOTOGRAFÍA EN LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE PROBETAS.....	44
FIGURA 17. FOTOGRAFÍA EN LA PRUEBA DEL SLUMP O CONSISTENCIA.....	44
FIGURA 18. ELABORACIÓN DE LA PROBETA.....	45
FIGURA 19. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR EDAD.....	47
FIGURA 20. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN FB (KG/CM ²), EN EL LABORATORIO DE LA FIC.....	50
FIGURA 21. ENSAYO DE VARIABILIDAD EN UNIDADES LCC Y KKA.....	51
FIGURA 22. ALABEO EN UNIDAD CONCRETO COMPUESTO DE 3 MM.....	54

FIGURA 23. ALABEO EN KING KONG ARCILLA DE 2MM	54
FIGURA 24. REFRENTADO EN UNIDADES DE LCC Y KK	55
FIGURA 25. ENSAYOS DE COMPRESIÓN F'B REALIZADOS EN LLC Y KKA.....	56
FIGURA 26. UNIDADES SUMERGIDOS 24 HORAS PARA EL ENSAYO DE ABSORCIÓN	58
FIGURA 27. FOTOGRAFÍA DEL ENSAYO DE SUCCIÓN.....	60
FIGURA 28. PESOS SECOS DEL LADRILLO	61
FIGURA 29. UNIDADES SUMERGIDAS EN AGUA	61
FIGURA 30. MUESTRAS DE PILAS EN UNIDADES DE LCC.....	64
FIGURA 31. MONTAJE DE LA PILAS Y COLOCACIÓN SIMÉTRICA EN BASE DE PILAS	65
FIGURA 32. ENSAYO DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESIÓN F'M	68
FIGURA 33. MUESTRAS DE LAS PILAS EN KKA.....	69
FIGURA 34. FOTOGRAFÍA DE MONTAJE EN PILAS KKA ESPÉCIMEN P1-K.....	70
FIGURA 35 . FOTOGRAFÍA DE ENSAYO DE ROTURAS EN PILAS KKA F'M.....	72
FIGURA 36. CONSTRUCCIÓN DE LOS MURETES LCC 62x62 CM	73
FIGURA 37. MONTAJE DE LOS MURETES LCC	74
FIGURA 38. ROTURA DE ENSAYO EN MURETES CORTE PURO	75
FIGURA 39. CONSTRUCCIÓN DEL MURETE KKA.....	77
FIGURA 40. MONTAJE DE LA MUERTE KKA	78
FIGURA 41. ROTURA DE MURETES KKA EN CORTE PURO.....	79
FIGURA 42. FALLAS FRÁGIL EN PILAS DE LCC POR ESFUERZO CONCENTRADO, ESPÉCIMEN P3-C.....	88
FIGURA 43. FALLAS FRÁGIL EN PILAS DE LCC POR ESFUERZO CONCENTRADO, ESPÉCIMEN P4-C.....	88
FIGURA 44. PILAS DE KKA P1-K FALLA FRÁGIL CONCENTRACIÓN DE ESFUERZO EN LAS CARAS FRONTALES.....	89
FIGURA 45. PILAS DE KKA P2-K FALLA FRÁGIL CONCENTRACIÓN DE ESFUERZO EN LAS CARAS FRONTALES.	89
FIGURA 46. MURETE DE ESPÉCIMEN M3-C FALLA POR DIAGONAL	92
FIGURA 47. MURETE DE ESPÉCIMEN M4-C FALLA POR DIAGONAL	92

FIGURA 48 MURETE DE ESPÉCIMEN M1-K FALLA MIXTA.....	93
FIGURA 49 MURETE ESPÉCIMEN M2-K FALLA POR TRACCIÓN DIAGONAL	93
FIGURA 50. MATERIALES QUE PODRÍAN APLICARSE CON PET	98
FIGURA 51. ADOQUINES QUE SE PODRÍAN USAR LA MEZCLA DEL CON CONCRETO CON PET.....	99
FIGURA 52. ADOQUÍN HEXAGONAL DE CONCRETO CON PET	99
FIGURA 53. TIEMPO TRANSCURRIDO DE RIEGO T=33 SEG	100
FIGURA 54. TIEMPO DE TRANSCURRIDO DE RIEGO T=43 SEG	100
FIGURA 55. GOTAS DE AGUA EN BASE INFERIOR VERIFICACIÓN DE LA PERMEABILIDAD.....	100
FIGURA 56. MATERIAL QUE SE PODRÍAN HACER CON PET PARA REJILLA DE CONCRETO MICHÍ Y OCHO.....	101

LISTAS DE TABLAS

TABLA 1 LIMITES RECOMENDABLES SEGÚN LA NORMA E. 070

TABLA 2 LIMITES GRANULOMÉTRICOS DEL CONFITILLO

TABLA 3 CONSISTENCIA DEL CONCRETO "ASENTAMIENTOS"

TABLA 4. SE MUESTRA LAS DOSIFICACIONES PARA CADA TIPO EN LA MEZCLA.

TABLA 5. HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

TABLA 6. HUMEDAD DEL CONFITILLO

TABLA 7. CUADRO EN EL CÁLCULO DE PESO UNITARIO SUELTO DE LA ARENA

TABLA 8. CUADRO DE CÁLCULO EN PESOS UNITARIO SUELTO DEL CONFITILLO.

TABLA 9. CUADRO DE CÁLCULO PESO UNITARIO COMPACTADO DE LA ARENA GRUESA

TABLA 10. CUADRO DE CÁLCULO PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONFITILLO.

TABLA 11. CUADRO DE CÁLCULOS EN PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA ARENA GRUESA.

TABLA 12. CUADRO DE CÁLCULO EN PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LA ARENA GRUESA.

TABLA 13. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PROBETA A LOS 7 DÍAS

TABLA 14. ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PROBETA A LOS 14 DÍAS

TABLA 15 . ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA PROBETA A LOS 28 DÍAS

TABLA 16. CUADRO DE PROPORCIONES EN PESOS HÚMEDOS DE LA DOSIFICACIÓN DE PRUEBA

TABLA 17. CUADRO DE PROPORCIONES EN PESOS HÚMEDO DE LAS DOSIFICACIONES CON PET

TABLA 18. CUADRO DE DIMENSIONAMIENTO DE LAS UNIDADES POR DOSIFICACIÓN

TABLA 19. CUADRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PROBETAS F'c POR CADA TIPO DE DOSIFICACIÓN

TABLA 20. CUADRO DE CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD EN UNIDADES LCC

TABLA 21. CUADRO DE CÁLCULO DE LA VARIABILIDAD EN UNIDADES KKA

TABLA 22. CUADRO DE CÁLCULOS ENSAYOS DE ALABEO EN UNIDADES DE LCC

TABLA 23. CUADRO DE CÁLCULOS ENSAYOS DE ALABEO EN UNIDADES DE KKA

TABLA 24. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN EN UNIDADES LCC

TABLA 25. RESISTENCIA DE COMPRESIÓN EN UNIDADES LCC

TABLA 26. CUADRO DE CÁLCULOS EN ABSORCIÓN EN UNIDADES LCC

TABLA 27. CUADRO DE CÁLCULOS EN ABSORCIÓN EN UNIDADES LCC

TABLA 28. CUADRO DE CÁLCULO DE SUCCIÓN DE LA UNIDAD LCC

TABLA 29. CUADRO DE CÁLCULO DE SUCCIÓN DE LA UNIDAD KKA

TABLA 30. CUADRO DE CÁLCULO DE LA DENSIDAD EN LCC

TABLA 31. CUADRO DE CÁLCULO DE LA DENSIDAD EN LCC

TABLA 32. CUADRO DEL FACTOR POR EL ESBELTEZ DE LA PILA

TABLA 33. CUADRO DE DIMENSIONAMIENTO DE LAS PILAS LCC

TABLA 34. CUADRO DE CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'_m

TABLA 35. CUADRO DE CÁLCULO DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD

TABLA 36. CUADRO DE CÁLCULO EN LA ESBELTEZ DE LA UNIDAD KKA

TABLA 37. CUADRO DE CÁLCULO DE f'_m DE LA UNIDAD KKA

TABLA 38. CUADRO DE CÁLCULO DE MÓDULO DE ELASTICIDAD E_m EN KKA

TABLA 39. CUADRO DE CÁLCULOS EN LA ABSTENCIÓN DE RESISTENCIA A CORTE PURO

TABLA 40. CUADRO DE CÁLCULO EN LA ABSTENCIÓN DEL MÓDULO DE CORTE EN MURETES DE LCC

TABLA 41. CUADRO DE CÁLCULO EN RESISTENCIA DE CORTE PURO UNIDADES DE KKA

TABLA 42. CUADRO DE CÁLCULO EN LA ABSTENCIÓN DEL MÓDULO DE CORTE PURO

TABLA 43. CUADRO DE CLASIFICACIÓN DEL LADRILLO EN LCC Y KKA

TABLA 44. CUADROS DE RESULTADOS DE ENSAYO NO CLASIFICADOS

TABLA 45. . CUADRO DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE % HUECOS EN LCC

TABLA 46. RESULTADOS DE EVALUACIÓN EN PILAS PARA UNIDADES LCC Y KKA

TABLA 47. RESULTADO DE EVALUACIÓN PARA MURETES EN UNIDADES DE LCC Y KKA

TABLA 48. CUADRO COMPARATIVO DE INSUMOS DE LAS UNIDADES DE CONCRETO SIN PET Y CON PET DE 0.25

TABLA 49. CUADRO COMPARATIVO DE INSUMOS DE LAS UNIDADES DE CONCRETO SIN PET Y CON PET DE 0.25

LISTAS DE GRAFICA

GRAFICA 1. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA APLICADA VS TIEMPO EN PILAS DE LCC.....	87
GRAFICA 2. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA APLICADA VS TIEMPO EN PILAS DE KKA	87
GRAFICA 3. COMPORTAMIENTO DE LA CARGA APLICADA VS TIEMPO EN PILAS DE LCC Y KKA	87
GRAFICA 4. CARGA VS TIEMPO PARA UNIDADES DE LCC PARA ESPÉCIMEN M3-C Y M4-C.....	91
GRAFICA 5. CARGA VS TIEMPO PARA UNIDADES DE KKA PARA ESPÉCIMEN M1-K Y M2-K	91
GRAFICA 6. COMPORTAMIENTO DE CARGA VS TIEMPO EN MURETES PARA UNIDADES DE LCC Y KKA	92

Listas de Abreviaturas

ASTM Sociedad Americana para Ensayos y Materiales

NTP Norma Técnica Peruana

RNE Reglamento Nacional de Edificación

ACI American Concrete Institute

ITINTEC Ley Orgánica del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas
 Técnicas Industriales y de Normas Técnicas

PET Politereftalato de Etileno

LCC Ladrillo de Concreto Compuesto

Capítulo 1

1. Planteamiento del problema

1.1. Realidad problemática

Durante la evolución de la humanidad se ha descubierto muchos materiales entre ellas la cerámicas, metales y polímeros, estos son combinados entre dos o más materiales y se convierte en materiales compuestos. En el Perú en el rubro de la construcción existes materiales compuestos que se usan como: fibras de carbono, hormigón, cerámicas etc. Sin embargo, en Lima las empresas envasadoras producen botellas de bebidas a gran cantidad, según (Ruiz A., 2014) afirma: “que el problema es mayor si se toma en cuenta que en el Perú está prohibido que los desechos reciclados de combinaciones de estas botellas elaborados con PET sirva como insumo para elaborar envases nuevos”, frase anunciada en la reunión de la COP20. Esta prohibición trae la acumulación de cantidades de botellas de PET a distintos distritos de Lima sin tener en cuenta alternativas para su uso como materiales reciclables.

Por otro lado, se desconoce las evaluaciones en propiedades mecánicas, económicas y aplicaciones del concreto con PET para formar materiales compuestos, ya que las empresas ladrilleras de Lima no demanda plásticos debido a la falta de evaluación técnica.

Los materiales más comerciales para la fabricación de ladrillo de concreto son: el cemento, agregado grueso, agregado fino y arcilla, mas no los plásticos. Por lo cual, al concluir este trabajo de investigación se busca obtener un producto de ladrillera a base de concreto con PET y no con arcillas o suelos seleccionados. De aquí en adelante nombramos como “ladrillo de concreto compuesto”.

En la actualidad existe temas de investigación sobre ladrillos ecológicos, tal como se describe en el diario “Correo” (Osorio R. 2012) menciona:

“Los ladrillo denominado Petra Block permiten la construcción de viviendas a un bajo costo y en tiempo reducido, haciendo que tenga un acabado elegante por ser cara vista. Asimismo, su composición es de 90% de tierra seleccionada y 10 % de cemento mezclado con polímero (compuesto químico que busca la durabilidad)”.

También la tesis de (MOLINA R., VIZCAINO C., & RAMÍREZ S., 2007, págs. 84,86) afirma: “Utiliza una combinación de 70% de PET Y 30% de polietileno de alta densidad ... la máquina moldeó el material a altas temperatura de manera continua y lo empujó un tornillo sinfín que termina en una boquilla la cual inyectó a un molde de hierro fundido de 2m de largo por 11,05cm de ancho y 5,1cm de alto”.

Estas investigaciones acotadas en la tesis se obtiene el ladrillo ecológico aplicando solamente materiales de granos de PET y PEED por otro lado el PETRA BLOCK en Huancayo se analizó con tierra seleccionada, polímeros y cemento; mas no se realizó la aplicación de ladrillos de concreto con PET. Así podemos evaluar las ventajas del ladrillo a base de concreto también como sus aplicaciones como material compuesto y si es útil en las construcciones. Nuestra investigación debe analizar y estudiar el comportamiento mecánico, económicas del ladrillo realizando ensayos respectivos con los requerimientos necesarios según la Norma Técnica E 070 Albañilería.

1.2. Problema

1.2.1. Problema principal

En la actualidad se desconoce la evaluación de las propiedades mecánicas, económicas y la aplicación del concreto con PET para la producción como material compuesto en la construcción.

1.2.2. Problema secundario

- Se desconoce la evaluación de ensayos clasificados del ladrillo de concreto añadido con granos de PET, para la producción como material compuesto en la construcción.
- Se desconoce la evaluación de los ensayos no clasificados del ladrillo de concreto añadido con granos de PET, para la producción como material compuesto en la construcción.
- Se desconoce la evaluación del comportamiento de los muros pilas y muretes de ladrillo de concreto con PET reciclable y el ladrillo king Kong de arcilla, para la producción como material compuesto en la construcción.
- Se desconoce el análisis económico de un ladrillo de concreto con PET, para la producción como material compuesto en la construcción.
- Se desconoce las características de concreto con granos de PET como materiales compuestos innovadores, para la producción como material compuesto en la construcción.

1.2.3. Formulación del problema

Según (Mansilla P. & Ruiz R. , 2009, pág. 123) afirma :”Obtenidas el PET se transforma en fibras cortas de poliéster ... y combinados con otras en proporciones pertinentes, puede usarse para la fabricación de ropa, relleno de cojines, alfombras, cortinas, etcétera”, así mismo en la ciudad de Lima no existe ladrilleras que demanda la compra de PET para ladrillos compuestos,

posiblemente se debe al desconocimiento de la evaluación mecánicas, económica y aplicaciones de ladrillos de concreto con PET reciclable como material compuesto en las construcciones?

1.3. Justificación

1.3.1. Justificación de la investigación

1.3.1.1. Teórica

No existe investigación con formación científica sobre ladrillos de concreto con PET basados y guiados a la Norma E. 070 de albañilería que nos sirva como conocimiento técnico. En Perú-Huancayo solo se verifica estudios con ladrillos ecológicos publicadas en el diario Correo (Osorio R. 2012) menciona:

“Los ladrillo denominado Petra Block permiten la construcción de viviendas a un bajo costo y en tiempo reducido, haciendo que tenga un acabado elegante por ser cara vista. Asimismo, su composición es de 90% de tierra seleccionada y 10 % de cemento mezclado con polímero (compuesto químico que busca la durabilidad)”.

Esta investigación se realiza con el propósito de aportar conocimiento y sustento científico, el cual será competente a nivel del mercado nacional y tipos de estrategias que se le puede dar como un material compuesto en la construcción.

1.3.1.2. Practica

Esta investigación de estudio se busca desarrollar ayuda y/o solución el problema por falta de información técnica, económica y aplicaciones como material compuesto dando estrategias constructivas. En este caso verificamos que los materiales compuestos pueden ayudar y motivar en aumentar el reciclaje de las botellas PET logrando realizar material a base de concretos ladrillos

también como bloques, adoquines rectangulares, cajas de concreto de agua, cajas de concreto de luz, Block tipo rejillas MICHI y OCHO no necesariamente de concreto sino también añadiendo granos de PET. Solo basta estudiar el comportamiento del concreto y su estructura.

1.3.1.3. Metodológica

Esta investigación de estudio busca proponer nueva técnica o una estrategia para generar un nuevo conocimiento de proceso constructivo ya sea reducir tiempo, reducir insumos que podría ser confiable a partir del concreto fresco con granos de PET, este material compuesto para uso en la construcción verificando la trabajabilidad y características morf--ológicas de este concreto con PET. Además, se realizará un ladrillo de concreto compuesto dando a conocer conocimiento las relaciones con sus propiedades mecánicas, costo de producción en insumos, tipos de materiales compuestos que se puede formar para uso en la construcción.

1.3.1.4. Social

El estudio del LCC es primordial porque los plásticos de tipo PET son materiales en abundancia en nuestro planeta y que podemos reciclarlos, según (Ruiz R. & Mansilla P., 2009) en una Revista señala: "Las botellas de PET (tereftalato de polietileno) pueden ser recuperadas y recicladas, a fin de obtener nuevos productos. Dado que, los envases de bebidas gaseosas son elaboradas mayoritariamente de PET “, estos PET son desechados a las calles por los usuarios sin conocer la importancia de su valor; se puede obtener otros productos compuestos. Tampoco las empresas ladrilleras tienen interés en usar el PET como ladrillos compuestos. Los principales interesados son beneficiarios como la familia recicladora (Ruiz, 2014) explica:” las 108 mil familias de recicladores han visto reducidos sus ingresos, debido a que no hay mercado para el PET reciclado”.

Facilitaremos información y alternativas solución para este problema con evaluaciones ladrillo de concreto con PET para empresas ladrilleras para uso en la construcción.

Es menester que con el aporte técnico podamos crear políticas municipales e incentivar el recojo de basuras por su clasificación orgánica, residuos sólidos, plásticos, vidrios, etc. Dando un valor agregado a la importancia de reciclar.

1.4. Limitaciones

1.4.1. Limitaciones de la investigación

En este estudio de investigación se tiene límites o fronteras que el investigador puede llegar están son:

- Los valores de ensayos clasificados pueden tener resultados negativos en la calidad a fines estructurales.
- Los valores de ensayos no clasificados pueden tener resultados negativos en la calidad a procedimientos constructivos malos.
- Las características en los primos de pilas y muretes del ladrillo concreto con PET pueden tener comportamientos de muros inferiores al king Kong de arcilla macizo.
- Los costos a nivel de materiales en la producción de un ladrillo concreto con PET pueden ser inferior al costo por unidad del KKA.
- El concreto con PET no necesariamente se puede usar en fabricar el ladrillo sino en otros materiales e usos en la construcción.

1.5. Objetivo de la Investigación

1.5.1. Objetivo general

Analizar en qué medida la evaluación del ladrillo de concreto con PET, permitirá la producción como material compuesto en la construcción

1.5.2. Objetivo específico

- Evaluar los ensayos clasificados del ladrillo de concreto con PET reciclable que permitirá incorporarse a la Tabla de clasificaciones estructurales de la unidad en la Norma E.070 de albañilería.
- Evaluar los ensayos no clasificados del ladrillo de concreto con PET que definirá el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.
- Evaluar las características de los prismas como en pilas y muretes de concreto con PET reciclable que permitirá tener buen comportamiento en muros de albañilería con esfuerzo axial y corte mayores que el King kong de arcilla macizo.
- Analizar los costos de los insumos para la producción del ladrillo de concreto con PET que permitirá establecer su costo de la unidad compuesta, para la iniciativa de estudio para la manufactura industrial.
- Investigar las características del concreto con granos de PET, que permitirá innovar nuevos materiales compuestas implementando su aplicación en la construcción.

Capítulo 2

2. Marco teórico

2.1. Antecedentes

2.1.1. Desde cuando existe o se conoce el problema

En 2015, el CONICET Centro Experimental de la Vivienda Económica (CEVE, CONICET-AVE) - Argentina afirma que “usamos PET procedente de envases descartables de bebidas y cemento pórtland como ligante, más un aditivo químico que mejora la adherencia de las partículas plásticas al cemento”. Esta institución desarrollo con un grupo de colaboradores las etapas para el uso de plásticos reciclados en la elaboración de materiales para uso constructivos.

El centro de investigaciones del estado peruano no existe una investigación de estudio sobre estos materiales compuestos, lo cual dificulta que las empresas nacionales ladrilleras produzcan estos ladrillos de concreto con PET, incluso no se sabe las ventajas las propiedades mecánicas, económicas y usos que le podemos dar al concreto con PET como material compuesto utilizados en la construcción basados en la Norma E. 070 de la Albañilería.

2.1.2. Estudios o investigaciones anteriores

En 2015, el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) planteo que uso el PET de granos triturados y cemento portland como ligante además un aditivo químico que mejora la adherencia de las partículas mejorando el peso del ladrillo a 1.4 kg, son cinco veces más aislantes térmicos que los convencionales e indican los ladrillos de PET y cemento tienen buena resistencia al fuego y los ensayos indica de clase RE 2. En otros estudios realizados en Lima

la participante Construye Perú Malpica M. 2010 menciona “Este tipo de ladrillos podría reconstruir Ica ya que se puede moldear el plástico y un poco de cemento hacer ladrillos dar solución de la auto conducción y la eliminación del plástico”, el análisis experimental proporciona las cantidades de 1 ½; 1; 1 (PET; cemento; agua), en la cual no interviene los agregados: la arena gruesa y confitillo.

2.2. Bases Teóricas

a. Agregado

Los agregados son compuestos de materiales geológicos tales como la piedra, la arena y la grava, se utilizan en todas las construcciones. Se pueden aprovechar en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños.

b. Humedad

Contenido de humedad es el líquido contenido en el agregado es una relación expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de la arena, al peso de las partículas sólidas. El secado en horno siendo a temperaturas (a 110°C), nos da resultado confiable y con muestra de menos de 200 g, según la norma ASTM C566/NTP 339.185.

A mayor humedad del agregado menor cantidad de agua añadida en la mezcla y para determinar el procedimiento del porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino y grueso.

c. Peso Unitario Suelto

Es el peso de la unidad de volumen del material a granel en las condiciones de material suelto natural y humedad. Para su determinación será con agregados finos y gruesos, se colocará en el recipiente hasta el punto de derrame luego se nivela a ras con la varilla, este concepto es importante porque se trata para el manejo, transporte y almacenamiento del concreto, los pesos unitarios para el agregado fino y grueso utilizados fueron determinados con la norma ASTM C29 / NTP 400.017 donde las muestras son con pesos secos, limpios de las impurezas.

d. Peso Unitario Compactado

Es el peso de la unidad de volumen del material a condiciones de humedad natural y compactadas incrementando así las partículas del agregado en consecuencia aumentara la masa unitaria, la determinación volumen unitario y el valor es necesario para el diseño de mezcla en la cual con ello se obtendrá el volumen absoluto de los agregados, los pesos unitarios para el agregado fino y grueso utilizados fueron determinados con la norma ASTM C29 / NTP 400.017 donde las muestras son con pesos secos, limpios de las impurezas.

e. Granulometría

Agregado Fino: Se define como la distribución de tamaño de sus partículas y se determina haciendo pasar una muestra representativa de agregado fino por una serie de tamices ordenados, por aberturas de mayor a menor. El agregado fino se le considera partículas limpias, prejuicioso de polvos, terrones, partículas escamosas, blandas o material orgánicos.

Es necesario en tamizarlo para su verificación de la calidad del agregado que deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la Norma E. 070 (Capítulo 3, Artículo 6.2, Tabla 3) afirma: “no deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas, el módulo

de fineza estará comprendida entre 1.6 y 2.5”, también recomendado como procesos en la NTP 400.037 o ASTM C33. En la Tabla 1 se verifica los límites de la granulometría según lo indicado en la Norma E.070 de albañilería.

Tabla 1 *Límites recomendables según la Norma E. 070*

TABLA 3 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA GRUESA	
MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 8 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Dato obtenido en la Norma E. 070 Albañilería (Fuente: Artículo 6, Capítulo 3).

El módulo de finura de la arena se calcula sumando los porcentajes acumulados en las mallas siguientes: Numero 4, 8, 16, 30, 50 y 100 inclusive; dividiendo el total entre cien, en este caso tenemos un módulo de fineza de 2.97.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado desde el Tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

Agregado Grueso: Se debe tener una granulometría continua, no tener más de 5% retenido en la malla 1 ½”, no más del 6% del agregado que pasa la malla de ¼” y no deberá tener partículas perjudiciales en el agregado grueso como arcillas, partículas blandas, carbón, etc.

La granulometría del agregado grueso debe estar bien gradada entre los límites de las especificaciones indicadas en la Norma NTP 400.037 y las curvas Granulométricas de la Norma E 070 se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2 *Limites granulométricos del confitillo*

TABLA 5 GRANULOMETRÍA DEL CONFITILLO	
MALLA ASTM	% QUE PASA
½ pulgada	100
3/8 pulgada	85 a 100
Nº 4 (4,75 mm)	10 a 30
Nº 8 (2,36 mm)	0 a 10
Nº 16 (1,18 mm)	0 a 5

Dato obtenido en la Norma E. 070 Albañilería (Fuente: Artículo 7.3, Capítulo 3).

f. Peso específico y absorción del agregado fino

El peso específico es una propiedad física de los agregados y está definida por la relación entre el peso y el volumen de una masa determinada lo que significa que depende directamente de las características de los granos del agregado. Con este ensayo también obtenemos el porcentaje de absorción o contenido de agua exacto que requiere el agregado para saturar todos sus vacíos.

Este peso específico es importante ya que indica la calidad del agregado, con valores elevados corresponden a materiales de buen comportamiento, en el caso contrario de bajos valores generalmente se considera agregados absorbentes y débiles. El peso específico y absorción de agregado fino se determinará de la Norma ASTM C-128 y NTP 400.022 y peso específico y absorción de agregado grueso se determinará de la Norma ASTM C-127 y NTP 400.021.

g. Cemento

El cemento es hidráulico producido mediante la pulverización del clinker, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda. Usaremos el Cemento Portland de tipo I Marca Sol destinado a obras de concreto general con peso específico de 3.12gr/cm³.

h. Pet

El PET es un tipo de materia prima plástica derivada del petróleo, el PET polietilén tereftalato perteneciente al grupo de los materiales sintéticos denominados poliésteres. Según (Cadillo. D. 2013) menciona “Las Botellas de plásticos son las más rebeldes a la hora de transformarse. Al aire libre pierden su tonicidad, se fragmentan y se dispersan enterradas duran más. La mayoría está hecha de tereftalato de polietileno (PET), un material duro de degradar. Los microorganismos no tienen mecanismos para atacarlos”. Además, su tiempo de vida es de 70 a 100 años.

i. Equipos para la reproducción de la unidad

i.1. Fabricación de molde metálico para el ladrillo

El molde metálico está fabricado de manera artesanal para fines práctico, las planchas laterales tienen un espesor de 3/16” para mayor solidez, la dimensión de caras lateral externas es de 23x9 y 12.5 x9. En el interior del molde existe 4 tacos metálicos con dimensiones de 7.5x2x9cm que fueron repartidos al interior del molde de manera equidistante es un molde ladrillo con dimensiones parecidas a lo tradicional, en la Figura 1 se muestra la presentación del molde metálico para la reproducción de ladrillos de concreto.



Figura 1. Molde Metálicos para la Unidad LCC

i.2. La máquina ISVE trituración de pet

La trituradora ISVE permite con bajo gasto de inversión y de ejercicio eliminar el problema de la recuperación de residuos de gran volumen, el procedimiento de trituración de PET son las siguientes:

- Para la trituración no es necesario aplicar ningún “empujador”.
- Inmediatamente al arranque de la maquina los discos de introducción facilitan la trituración del PET forjando para introducir en el grupo de corte.
- La construcción de los dientes, facilitan una acción continua de enganche del material
- Las piezas trituradas que no han alcanzado las medidas deseadas son reportadas para su nueva trituración. El triturador permite obtener material triturado hasta 3-5mm.

Los tamaños de los motores como el molino picadora de PET es de 50 HP, cámara de molino de 500x800 mm, a continuación, a continuación, se presenta la Figura 2 la máquina trituradora de botellas de plásticos.



Figura 2. Máquina Trituradora de PET

j. Diseño de mezcla

j.1. Método ACI:

Determinación de proporciones de insumos a bases de tablas del método ACI para obtener una mezcla adecuada.

Parámetro básico:

- Principios de volúmenes absolutos
- Granulometría de agregados y el Tamaño Máximo de la Piedra
- Resistencia en compresión y la relación agua/cemento
- Trabajabilidad de la mezcla

Pasos Generales:

- Establecer cantidad de agua por m³
- Definición de la relación Agua/cemento
- Calculo de la cantidad de cemento

- Estimación de porcentaje de aire por m³
- Determinación de volumen de agregado grueso
- Sumatoria de volúmenes parciales
- Cálculos de volumen de arena
- Cálculos de pesos parciales
- Corrección por humedad
- Diseño final

j.2. Prueba de slump

Este ensayo se hace al concreto fresco para determinar su consistencia o fluidez se le hace mediante el uso de cono de Abrams tal manera debe estar en una superficie horizontal, llenar el cono con tres capas de concreto fresco cada capa con 25 golpes de la varilla para su compactación, retirar el exceso de hormigón con la varilla metálica donde el cono quede perfectamente lleno y enrasado, sacar el molde con cuidado levantándose verticalmente, al final se medirá el asentamiento la diferencia de alturas entre el hormigón y el cono de Abrams parte superior como se muestra en la Figura 3.

Tabla 3 Consistencia del Concreto “Asentamientos”

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥5" (125mm)

Dato obtenido en la Norma ACI Concreto (Fuente: Pagina Web).

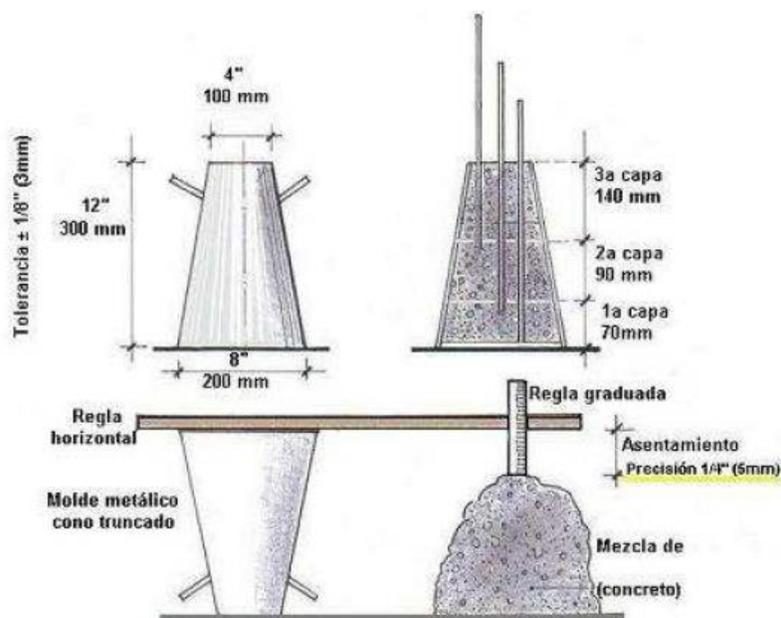


Figura 3. Pasos para el control y medida del Slump

j.3. Prueba de resistencia de compresión del concreto

La resistencia a la compresión se puede diseñar de tal manera los requerimientos solicitados dependiendo de la durabilidad y propiedades mecánicas, el equipo de compresión será de manera axial y la resistencia se medirá con la unidad kg/cm^2 . Se tomará probetas cilíndricas de concreto 10x 20cm luego se colocará en una máquina de ensayo de compresión, tanto el resultado es dividir entre la carga aplicada entre el área de la sección circular de la probeta.

k. Preparación del caspping para la unidad de albañilería

La unidad LCC tiene un dimensionamiento 23x12.5x9 cm, existiendo en la cara superior e inferior irregularidades en la unidad. Para una mayor precisión en los ensayos de compresión se tendrá que tapar las aberturas y uniformizar la superficie inferior y superior, proceso llamado refrentado en la unidad, con una mezcla de cemento y agua proporciones en 1:1 respectivamente,

rica de cemento; por el motivo de fragua es corto. Una vez terminado el refrentado superior el día siguiente se continuará refrentado la cara inferior, estas capas son de espesores de 3-5 mm con las mismas dimensiones de largo y ancho de la unidad, en la Figura 4 se muestra los procesos terminados del Casping en las unidades.

La capa superior e inferior de la unidad deben ser paralelos, además el espesor promedio de la capa de revestimiento no excedió a 5 mm, según la norma NTP 339.605 “Método de Ensayo para la Determinación de la Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería”.



Figura 4. Unidades LCC con refrentado

I. Unidades de albañería de concreto y pet:

I.1. Ensayos clasificados

se producen las unidades compuesta con las proporciones de pesos húmedos de diseño, añadiendo el pet con 0.25. Con ello se produce y se elabora las unidades de prueba de ensayos, están son variabilidad, Alabeo y residencia a la compresión $f^{\prime}b$. Este ensayo nos mostrara su clasificación de tipo de ladrillo para fines estructurales, es decir, con la finalidad de medir la unidad desde el punto de vista estructural.

Variabilidad normas NTP 399.613 y 399.604: Consiste en medir todas las aristas de las caras: largo, ancho y alto obteniendo, cuatro medidas en milímetros el resultado es el promedio. Dicha variabilidad es una propiedad física del ladrillo influye al comportamiento resistente del muro, a mayor variación dimensional mayor espesor de la junta y menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

Alabeo norma NTP 399.613: Para realizar este ensayo de alabeo, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, requiriendo 5 unidades de ladrillo compuesto previamente limpios eliminado cualquier resto de suciedad se extenderá en una superficie lisa y plana. Usaremos una regla metálica rígida mayor de 30 cm de largo y una herramienta tipo cuña con una precisión de 0.1 mm y calibrada. Se colocará la regla metálica de manera diagonal a la cara de mayor área y se medirá la flecha respectiva. Su unidad es en (mm) mayor alabeo de la unidad por consiguiente mayor espesor en la junta así mismo puede disminuir la adherencia con la pasta en las zonas de la base donde afectara a la resistencia y la fuerza cortante del muro de albañilería.

Resistencia a la compresión $f^{\prime}b$: Se obtendrá 10 unidades para cada tipo de ladrillo verificando la resistencia a la compresión previamente debe estar secas y enteras, los ladrillos es refrentado para uniformizar y tener un mejor contacto a las caras superiores e inferiores con la plancha metálica de la maquina a comprimir, se guía la norma NTP 399.613 Y NTP 339.604 indicando que se deberá restar una desviación estándar de las unidades con el valor promedio de las muestras para obtener la característica a la compresión axial.

1.2. Tipos de ladrillo según la norma E. 070 del RNE

El criterio principal es la resistencia a la compresión f^b , como también la variabilidad y el alabeo para clasificar el tipo de ladrillo para fines estructurales, según esta norma se clasifica en:

Tipo I: Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy bajas; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencia mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

Tipo II: En esta categoría clasifican los ladrillos que tienen baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse en condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con lluvia, agua o el suelo).

Tipo III: Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad; aptos para ser usados en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.

Tipo IV: Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio moderado. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

Tipo V: Estos ladrillos son de muy alta resistencia y durabilidad; aptos para ser usados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de servicio riguroso, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.

1.3. Ensayos no clasificados

Son ensayos que no sirven para su clasificación a fines estructurales, sino son válidos para definir el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.

Absorción: Definida como el entre el peso del agua que absorbe y su propio peso cuando está seco, se tendrá consideración cuando mayor será la absorción tendremos una baja resistencia a la acción de la intemperie, De acuerdo a la Norma E 070 para la aceptación de las unidades arcillas y silicios calcáreos no superaran el 22%, en bloque de concreto portantes tendrá una absorción no mayor que 12% y en los bloques de concreto NP, no será mayor que 15%. Los especímenes serán 5 unidades para su verificación y comprobación y se sumergirán en el agua 24 horas obtendremos el agua absorbida entre el peso seco de las unidades en LCC y KKA, su expresión en tanto por ciento.

La absorción se halla mediante la expresión:

$$\%Abs = \frac{(W_a - W_s) \times 100\%}{W_s}$$

Donde

W_a = Peso de la unidad saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr)

W_s = Peso seco de la unidad (gr)

Succión: Es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería. Cuando se presenta una alta succión, el agua del mortero es absorbida rápidamente por la unidad de albañilería inferior, produciendo la deformación y el endurecimiento del mortero, lo que impide un contacto completo e íntimo con la cara de la unidad superior. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. La Norma

Técnica de Edificación E.070 Albañilería (SENCICO 2004) recomienda que: “la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 10 y 20 gramos por minuto en un área de 200 cm²”; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado. El ensayo de succión emplea testigos secados al horno cuando se trata de ensayos de investigación, y unidades en su estado natural cuando se trata de ensayos de campo.

m. Prisma pila

El prisma en Pilas es un modo representativo de un muro de albañilería a forma axial $f'm$, la altura entre el largo de la pila se conoce como esbeltez en la cual en la Tabla N° 10 de la Norma E. 070 de albañilería se encuentra el factor de esbeltez. Para la anotación del formato para registro de datos de ensayos a compresión axial del prisma las dimensiones externas del prisma se medirá las cuatro aristas de cada lado y obtener su promedio respectivo además con una velocidad de ensayo de 40 KN/s.

n. Prisma murete

El prisma en muretes es un modo representativo de un muro sometido en fuerza cortante (diagonal), llamado resistencia de corte puro $V'm$, el formato de registro de datos de ensayo de compresión diagonal de murete de albañilería se tomará en cuenta en medir el diagonal (d) incluye el capping del murete, la velocidad de ensayo será 2KN/s

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Glosario

a. Ladrillo de concreto compuesto (LCC)

Es un ladrillo tubular con componentes de agregados, cemento, agua y PET, es decir una mezcla de concreto y granos de PET o granos de botellas de plásticos.

b. Ladrillo King Kong Arcilla (KKA)

Es un ladrillo llamado King Kong de arcilla es macizo con dimensiones de 20x12x8.5 cm.

c. Adherencia

Es una propiedad de la materia que se unen dos superficies de sustancias iguales o diferentes entre ellas se juntan por fuerzas intermoleculares por ejemplo la adhesión del ladrillo con el mortero.

d. PET

El PET llamado también tereftalato de polietileno, politereftalato de etileno, polietilentereftalato o polietileno tereftalato (más conocido por sus siglas en inglés PET, polyethylene terephthalate) es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

e. Trituración

La trituración tiene un proceso para reducir el tamaño de las partículas de una sustancia por la molienda, como por moler los polvos en un mortero con un mazo. La trituración, además, se refiere a la producción de un material homogéneo a través de la mezcla, en el caso del PET son granos finos de 3 a 4 mm de espesor.

f. Lavado

Permite eliminar las impurezas (cola, etiqueta y restos del producto).

g. Flotación

Esta etapa separa las partículas en función de sus composiciones (ciertos plásticos son incompatibles entre sí).

h. Granulación.

Transforma las partículas en granulado (forma más adaptada a ciertos modos de transformación en productos acabado, como la botella plástica).

i. Unidades

También conocido como ladrillo es un material más antiguo en la construcción siendo esta la unidad de albañilería fabricada de arcilla o concreto moldeada, extruida o prensada en forma de prisma rectangular.

j. Ladrillos macizo

Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente al 75% o más de área bruta de la misma sección se le considera al LCC y KKA, según la Norma NTP 331.017, ITENTEC.

k. Ladrillo perforado

Es el ladrillo en que cualquier sección paralela a la superficie de asiento tiene un área neta equivalente a menos de 75% del área bruta de la misma sección, según la Norma NTP 331.017, ITENTEC.

l. Manufactura

Artesanal: Es un ladrillo fabricado de manera manual hecho con mano o con maquina elemental, este el caso del ladrillo que estudiaremos.

Industrial: Son ladrillo fabricados con maquinaria su producción es en masa yn se caracteriza por tener una uniformidad.

m. Área Bruta

Es el área total de la superficie del asiento, se obtiene en multiplicar el largo por ancho.

n. Área Neta

Es el área bruta que se descuenta por los vacíos.

o. Peso unitario de C° fresco

Es el peso que tiene el concreto (kg) compactado por tres capas por unidad de volumen (m³) verificando la capacidad del peso por unidad m³.

p. Peso unitario de C° con pet

Es el peso que tiene el concreto más el PET por unidad de volumen dato para comparar si se redujo el peso del concreto tradicional su unidad es kg/m³.

Capítulo 3

3. Hipótesis

3.1. Formulación de hipótesis

3.1.1. Hipótesis principal

La evaluación del ladrillo de concreto con PET con resultados satisfactorios, entonces permitirá la aplicación del material compuesto a la construcción.

3.1.2. Hipótesis secundario

H1: Los ensayos clasificados de ladrillo de concreto con PET reciclable, permitiendo incorporarse a la Tabla de clasificación estructurales de la unidad en la Norma E.070 de albañilería.

H2: Los ensayos no clasificados de ladrillo de concreto con PET reciclable, definirá la calidad del procedimiento constructivo de los muros de albañilería.

H3: Las características en prismas como en pilas y muretes de concreto con PET reciclable que permitirá tener buen comportamiento en muros de albañilería con esfuerzo axial y corte mayores que el king kong de arcilla macizo.

H4: Los costos de los insumos para la producción del ladrillo de concreto con PET que permitirá establecer su costo de la unidad compuesta, para la iniciativa de estudio para la manufactura industrial.

H5: Las características del concreto con granos de PET, que permitirá innovará nuevos materiales compuestas implementando su aplicación en la construcción.

3.2. Variables

3.2.1. Variable independiente

La variable independiente o causa de origen de la investigación es el concreto con granos de PET que se mezclaran de acuerdo a las proporciones en pesos húmedos obtenido de diseño de mezcla.

3.2.2. Variable dependiente

La variable dependiente o efecto es el ladrillo de concreto compuesto que se obtuvo de la mezcla de agregados, cemento, agua y PET de acuerdo a la dosificación en pesos húmedos de diseño.

3.3. Operacionalizacion de variable

Los indicadores que se medirá la variable dependiente son las pruebas o ensayos clasificados: resistencia a compresión simple f^b (kg/cm²), Alabeo (mm) y Variabilidad (%). Ensayos no clasificados: succión (gr/ (200xcm²x min), absorción (%), Pesos específico gr/cm², porosidad (%). Ensayos de prisma: Resistencia de compresión axial f^b (kg/cm²), Modulo de Elasticidad (Em), Resistencia al Corte Puro (V'm) y Modulo de Corte (Gm), fallas presentadas y comportamiento grafica de la carga (KN) vs Tiempo (s).

Capítulo 4

4. Método

4.1. Diseño de la investigación

La presente investigación se emplea el diseño experimental con el objetivo de estudiar el fenómeno del ladrillo de concreto compuesto empleando el razonamiento-analítico, separando muestras representativas con ciertas cantidades de PET con el objetivo de analizar cada una de las muestras en relación al ladrillo de concreto compuesto.

4.2. Material

4.2.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio o unidad de análisis se basa a la mezcla de concreto con PET para uso en ladrillos compuestos derivando sus características en propiedades mecánicas, producción económica por consumo de insumos y aplicaciones como materiales compuestos que se le puede dar en la construcción.

4.2.2. Población

Para nuestro estudio se considera como población de estudio básicamente ladrillos de concreto compuesto (LCC) y ladrillos de King Kong de arcillas macizo.

4.2.3. Muestra

La muestra de estudio corresponde a la producción de 100 LCC con agregados de cemento, arena gruesa, confitillo, agua y PET específicos. También con 100 unidades de ladrillo King Kong arcilla macizo para su estudio.

4.3. Métodos

4.3.1. Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolecciones de datos

4.3.1.1. *Técnica de Investigación:*

Observación experimental. - Se elabora las características de agregado para un diseño de mezcla para elaborar el ladrillo de concreto con PET para llevarlo a pruebas experimentales por el investigador.

4.3.1.2. *Instrumento*

Investigación documental. - Estuvo referida principalmente al conocimiento obtenido en otras investigaciones como archivos y registros con la intención de constatar la veracidad de datos obtenidos por otras fuentes respecto a acciones ejecutadas en el pasado, basaremos a la Norma E. 070 de la Albañilería.

La observación directa. - Este instrumento nos permite el ladrillo de concreto con PET reciclado, como se ejecuta realmente y cómo repercute en la prevención de desastres sísmicos, mediante si la unidad es confiable por parámetros de ensayos clasificados, no clasificados, fallas y ensayos de prisma.

4.3.2. Técnicas de procesamiento de datos

Describe las distintas operaciones a las que serán sometidos los datos mediante una clasificación de registros comparando la propiedad mecánica de la unidad LCC y KKA. Se define las normas que se emplearan para descifrar lo que revelan los datos recolectados.

- **Recolección de Datos:** Implica elaborar las características de los agregados para un plan de diseño de mezcla método ACI con ello conduzca a reunir los datos con un propósito específico.
- **Procesamiento de la Información:** Proceso en la cual los datos individuales se agrupan y estructuran allí tenemos el diseño de mezcla en la elaboración de LCC utilizando el método analítico con el propósito de responder al problema de investigación, objetivos e hipótesis de estudio.
- **Presentación y publicación de resultados:** Se presentará mediante gráficos, tablas y su interpretación respectiva.

4.3.3. Técnicas de análisis e interpretaciones de la información

4.3.3.1. *Análisis de Datos*

- **Datos cuantificados:** Son ensayos clasificados, no clasificados y prisma en las cuales depende de los objetivos de la investigación y de la hipótesis formulada.

4.3.3.2. *Interpretación de los resultados*

- **Interpretación de resultados positivos respecto a las hipótesis:** Cuando los resultados obtenidos permiten la verificación de la hipótesis, también es conveniente relacionar los resultados obtenidos con otros estudios sobre el mismo ensayo realizado en otros materiales.
- **Interpretación de los resultados negativos respecto a las hipótesis formuladas:** Cuando los resultados no confirman las hipótesis del investigador, sin embargo, aceptarlos como tales puesto que en esa condición tendrán su propio significado y valor.

Capítulo 5

5. Caso de aplicación

5.1. Descripción del caso

5.1.1. Diseño de mezcla de concreto

Este diseño de mezcla tiene la finalidad de tener una base de la calidad del concreto obteniendo una resistencia teorica y experimental. En el caso teórico se opto una resistencia a compresión de un concreto ni mínima y ni máxima ($f'c=140 \text{ kg/cm}^2$), sino un valor promedio tal que debemos controlar los costos de insumos de la unidad compuesta. De acuerdo a la calidad de agregados: arena gruesa, confitillo, cemento y agua se obtuvo una resistencia a la compresión experimental de $f'c= 171 \text{ kg/cm}^2$ (ver Anexo J) ya en los ensayos desarrollados y con proporciones en pesos húmedos de: 1; 3.6; 2.14; 27.2 lts/bolsa (ver Anexo 1).

5.1.2. Control de calidad del concreto

Es un procedimiento técnico cuya práctica permite que el concreto cumpla con los requisitos especificados como: slump consistencia, curado, resistencia a la compresión verificando que el diseño realizado fue satisfactorio.

Concreto Fresco: Es verificar de manera cuantitativamente si el concreto cumple con las especificaciones dadas en Asentamiento (NTP 339.035 ASTM C 143), Densidad (peso Unitario NTP 339.046 ASTM C 138) y elaboración y curado de probetas cilíndricas en obra (NTP 339.033 ASTM C 31).

Concreto Endurecido: Solamente nos basaremos a verificar la resistencia de compresión en probetas (NTP 339.034 ASTM C 39), obteniendo roturas de probetas promedio experimental de $f'c=171 \text{ kg/cm}^3$ a los 28 días (Ver Anexo J).

5.1.3. Elaboración de ladrillos de concreto con pet

Con el diseño de mezcla ya realizados previamente se elabora los ladrillos de concreto de prueba sin adicinante y ladrillos de concreto con adicinante de pet con diferentes proporciones en peso. En la Tabla 4 nos muestra los pesos húmedos para la producción de ladrillo de concreto sin adicinante y con adicinante de PET. Primero se realizó una dosificación de prueba si adicinante de acuerdo a las proporciones en pesos húmedos de diseño, la segunda dosificación con adicinante de 0.25PET en proporción de pesos húmedos, la tercera dosificación con adicinante de 0.375PET así hasta 0.75PET, se optó estas proporciones en pesos húmedos que no superen al cemento por motivo de resistencia y costos.

Tabla 4. *Se muestra las dosificaciones para cada tipo en la mezcla.*

Proporcion en Pesos Humedo	
N° DOSIFICACION	PET
Prueba	-
1	0.25
2	0.375
3	0.5
4	0.625
5	0.75

Dato obtenido de manera deductiva (Fuente: Tesista).

5.1.4. Ensayos de compresión Simple $f'b$ por cada dosificación

Se realiza este ensayo de compresión simple $f'b$ a la unidad de concreto con PET y sin PET, logrando saber si el PET al agregarlo al concreto es un material a fines estructurales, cabe decir si

el concreto con el PET es una mezcla directamente o inversamente proporcionales a la resistencia a la compresión f^c , escogeremos una de estas dosificaciones para la producción de 100 LCC y compararlos con 100 unidades KKA.

5.1.5. Clasificación de ladrillos por ensayos clasificados y no clasificados

Para clasificar la unidad LCC y KKA por fines estructurales según su Clase debemos plantear los ensayos de variabilidad, alabeo y resistencia de compresión simple f^b , los resultados serán importante para clasificar la unidad según la Tabla N° 1 de la Norma de Albañilería (Artículo 5, Capítulo 3). También los ensayos no clasificados esenciales para optar el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.

5.1.6. Primas de albañilería para unidades

Describiremos los prismas con pilas y muretes que serán sometidos a resistencia a compresión axial f^m obtenido el módulo de elasticidad E_m y la resistencia de corte Puro (V^m) obteniendo el módulo de Corte (G_m) respectivamente, estos E_m y G_m se obtiene según la Tabla 9 de la Norma E. 070 de albañilería (Artículo 13, Capítulo 5),

fórmulas de ensayos ya experimentados en otras ocasiones.

5.2. Evaluación del caso

5.2.1. Características de los materiales

5.2.1.1. Humedad

Contenido de humedad del agregado es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada del agregado entre el peso de las partículas sólidas.

- **Agregado Fino**

El agregado fino con un secado en horno siendo a temperaturas (a 110°C), nos da resultado confiable y con muestra de (menos de 200 g), guiados con la norma ASTM C566 / NTP 339.185. A continuación, se muestra los cálculos de la humedad agregado fino en la Tabla 5 con una humedad de 2.91% (Ver Anexo A) y Figura N° 5 la muestra el agregado fino en peso seco.

Tabla 5. Humedad del agregado fino

ENSAYO N°	1
Nro. DE TARA	J-20
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	847.8
PESO TARA + SUELO SECO gr.	828.0
PESO DE LA TARA gr.	147.2
PESO DEL AGUA gr.	19.8
PESO SUELO SECO gr.	680.8
HUMEDAD %	2.91
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	2.91%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 5. Peso seco de la humedad para calcular la humedad

- **Agregado Grueso**

La humedad del agregado grueso, para este ensayo nos guiaremos con la norma ASTM C566 / NTP 339.185 para determinar el procedimiento del porcentaje total de humedad evaporable en una

muestra de agregado grueso. A continuación, se muestra los cálculos para la determinación de la humedad en el Tabla 6 con una humedad de 0.35% (Ver Anexo E) y en la Figura 6 las muestras en agregados gruesos en pesos húmedos y secos.

Tabla 6. Humedad del confitillo

ENSAYO N°	1
Nro. DE TARA	LO-7
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	924.4
PESO TARA + SUELO SECO gr.	922.0
PESO DE LA TARA gr.	239.0
PESO DEL AGUA gr.	2.4
PESO SUELO SECO gr.	683.0
HUMEDAD %	0.351
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	0.35%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 6 : Pesos Húmedos y secos del agregado

5.2.1.2. Peso unitario suelto

Para la determinación será con materiales secos y se colocara en el recipiente hasta el punto de derrame luego se nivela a ras con la varilla, este concepto es importante porque se trata para el manejo, transporte y almacenamiento debido ya que se hace con material suelto, los pesos unitarios para el agregado fino y grueso utilizados fueron determinados con la norma ASTM C29 / NTP 400.017 donde las muestras son pesos secos, limpios de las impurezas.

- **Agregado Fino:** A continuación, se muestra el peso unitario de la arena Tabla 7 con un valor de 1475 kg/m³ (Ver Anexo B) y en la Figura 7 la muestra de agregado fino con el molde metálico.

Tabla 7. Cuadro en el cálculo de peso unitario suelto de la arena

Peso del Molde (Kg)	Peso del Molde + Arena (Kg)	Peso de la Arena (Kg)	Volumen Molde (m ³)	Peso Unitario Suelto Arena (kg/m ³)
2.834	7.003	4.169	0.00283	1475

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 7. Peso unitario suelto de la arena

- **Agregado grueso:** A continuación, se muestra el peso unitario del agregado grueso Tabla 8 con un valor de 1345 kg/m³ (Ver Anexo F) y en la Figura 8 la muestra del agregado grueso con el molde metálico.

Tabla 8. Cuadro de cálculo en pesos unitario suelto del confitillo.

Peso del Molde (Kg)	Peso del Molde + Arena (Kg)	Peso de la Arena (Kg)	Volumen Molde (m ³)	Peso Unitario Suelto Confitillo (kg/m ³)
2.834	6.635	3.801	0.00283	1345

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 8. Peso unitario del confitillo

5.2.1.3. *Peso unitario compactado*

El PUC cuando los agregados han sido sometidos a tres capas y cada uno con 25 golpes incrementándose así el grado de acomodamiento de las partículas del agregado, entonces aumentara el valor de la masa unitaria, según el diseño de mezcla método ACI podemos determinar los volúmenes absolutos de los agregados, nos guiaremos con la norma ASTM C29 / NTP 400.017 donde las muestras son pesos secos, limpios de las impurezas.

- **Agregado fino:** A continuación, se muestra el peso unitario del agregado Fino compactado en la Tabla 9 con un valor de 1865 kg/m³ (Ver Anexo B) y en la Figura 9 la muestra del agregado fino compactado.

Tabla 9. Cuadro de cálculo peso unitario compactado de la arena gruesa

Peso del Molde (Kg)	Peso del Molde + Arena (Kg)	Peso de la Arena (Kg)	Volumen Molde (m3)	Peso Unitario Compactado Arena (kg/m3)
2.834	8.107	5.273	0.002827	1865

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 9. Peso unitario compactado de la arena gruesa

- **Agregado grueso:** A continuación, se muestra el peso unitario compactado del agregado grueso Tabla 10 con un valor de 1461 kg/m³ (Ver Anexo F) y en la Figura 10 la muestra del agregado grueso compactado realizando el proceso de varillado y pesaje.

Tabla 10. Cuadro de cálculo peso unitario compactado del confitillo.

Peso del Molde (kg)	Peso del Molde + Piedra (kg)	Peso de la Piedra (kg)	Volumen Molde (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
2.834	6.965	4.131	0.002827	1461

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

módulo debe estar en un rango recomendable de 1.6 a 2.5 (Norma E.070 Capítulo 3, Artículo 6.2) para fines de la calidad de la mezcla.

$$MF = \frac{\sum \% \text{Retenido Acumulado desde el Tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

$$Mf = \frac{6.46 + 23.01 + 42.32 + 59.8 + 75.12 + 90.52}{100}$$

$$Mf = \frac{297.23}{100} = 2.97$$



Figura 12. Granulometría de la arena gruesa.

- **Agregado grueso:** Para tener una mayor economía y durabilidad, el agregado debe estar bien graduado con esto el concreto será más denso, fuerte e impermeable con un contenido de menor cemento. Según la Tabla N° 3 de la Norma E. 070 (Capítulo 3, Artículo 7.3) nos muestra unos límites granulométricos (Ver Anexo H).

El tamaño máximo es el menor tamiz por el que se pasa toda la muestra (100%) $TM=1/2''$ y el tamaño máximo nominal es la malla inmediata inferior $TMN= 3/8''$, tal como se muestra en la Figura 13.

- **Absorción:** Es la capacidad para admitir y sustraer agua en los espacios internos constituidos en los poros. En Tabla 11 y 12 se verifican la absorción del agregado fino 1.379% (Ver Anexo C) y agregado grueso 0.909% (Ver Anexo G) respectivamente.

Tabla 11. Cuadro de cálculos en peso específico y absorción de la arena gruesa.

DESCRIPCION	AGREGADO FINO
Peso Específico	2.562 gr/cc
Absorción	1.379 %

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 12. Cuadro de cálculo en peso específico y absorción de la arena gruesa.

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO
Peso Específico	2.691 gr/cc
Absorción	0.909 %

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

5.2.1.6. *Cemento*

Para el proyecto se utilizó Cemento Portland Tipo I (Cemento Sol), proveniente de la Ferretería Sánchez y Peso Específico de 3.12 Kg/m³

5.2.1.7. *PET*

Este PET son hojuelas que previamente serán lavadas con de manera manual a temperaturas normales así separar las impurezas, se secan luego y se pasaran por granulometría su tamaño promedio es de 3 mm. A continuación, se muestra en la Figura 15 el lavado del PET.



Figura 15. Se muestra el lavado del PET

5.2.2. Prueba de control de calidad de concreto

5.2.2.1. Preparación del molde de la probeta

Para la elaboración de las probetas de concreto se utilizaron moldes cilíndricos de lámina rígida, con dimensiones de 4" de diámetro y 8" de altura, se limpiaron de tal forma que se quitara los residuos para evitar la contaminación del concreto, así como las imperfecciones que puedan generar en las probetas. De tal manera con la preparación de los moldes se le aplica aceite en el interior del molde para facilitar el desmolde y evita la adherencia entre la lámina y el concreto.

5.2.2.2. Elaboración de la mezcla y colocado de las probetas

Se elabora la mezcla de concreto sin adionante con proporciones en pesos húmedos de diseño para la obtención de probetas, los materiales previamente caracterizados y resguardados en envases para no contaminar las características iniciales de los materiales, y para tener un mejor control en la calidad de la mezcla. Se humedece el interior de batea para evitar alterar el contenido de agua efectiva, se agrega los materiales primero el agregado grueso, el agregado fino y el cemento mezclándose entre sí y por último el agua entre ellas se dejó unos minutos luego se mezcla de manera manual.

Las herramientas con la que se contó para realizar la mezcla fue una batea de capacidad 25 kg y se realiza la mezcla de manera manual utilizando badilejo. luego se humedeció el interior de batea para evitar alterar el contenido de agua de la mezcla, se procede a incorporar



Figura 16. Fotografía en la preparación de la muestra de probetas

5.2.2.3. *Ensayo de slump de la mezcla*

Es una medición de la consistencia de un hormigón fresco por medio del cono de Abrams, no requiriendo equipo costoso ni personal especializado y proporcionando resultados satisfactorios. En este ensayo el hormigón se coloca en un molde metálico troncocónico de 30 cm de altura y de 10 y 20 cm de diámetro, superior e inferior respectivamente. El procedimiento se explica ampliamente en la norma NTP 339.035 y ASTM C143-78 “Slump of Portland Cement Concrete”. Los valores de asentamiento, dados en las Tablas confeccionada por el comité 211 de ACI para concretos sin aire incorporado la cual se diseñó un slump correspondiente en 1” a 2”, según la mezcla a prueba nos arrojó un slump de 1 1/2”. Este slump y cantidad de agua de prueba será para poder trabajar y producir unidades de albañilería. A continuación, se muestra el Slump de 1 1/2” en la Figura 17.



Figura 17. Fotografía en la prueba del slump o consistencia

5.2.2.4. *Elaboración y curado de probeta cilíndrica en obra*

Este procedimiento se aplica para cilindros de 4" x 8" usando concretos con un asentamiento 11/2". Los moldes deben estar limpios y cubiertos con aceite llenando y compactar simultáneamente en tres capas con 25 golpes cada uno y con varilla. Se establecerá con la norma ASTM C 31 y NTP 339.033. Respecto a su curado es sumergirse a un pozo de agua las probetas por 28 días, a continuación, se muestra las tres probetas con la mezcla de concreto realizado en la Figura 18.



Figura 18. Elaboración de la probeta

5.2.2.5. *Control de la calidad de concreto endurecido ensayo de resistencia a la compresión f'_c*

Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para evaluar el cumplimiento de durabilidad del concreto suministrando su resistencia especificada f'_c . El ensayo de compresión se establecerá con la norma NTP 339.034 y ASTM C 39.

Se emplearon moldes cilíndricos de 4" x 8" la rotura de ensayó de 3 cilindros por cada edad a continuación, se muestra el Tabla 13, 14 y 15 donde se muestra los cuadros de resistencia en probetas de edad 7 días, 14 días y 28 días respectivamente.

Tabla 13. Ensayos de resistencia a la compresión de la probeta a los 7 días

Nº	IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	DIAM. PROM. (cm)	CARGA MAX (kg)	SECCION (m ²)	RESISTENCIA f'c (kg/cm ²)
1	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	10.640	10.639	10620	89	119
					10.638				
2	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	10.636	10.638	10870	89	122
					10.639				
3	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	10.636	10.623	12400	89	140
					10.610				
Promedio F'c =									127

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 14. Ensayos de resistencia a la compresión de la probeta a los 14 días

Nº	IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	DIAM. PROM. (cm)	CARGA MAX (kg)	SECCION (m ²)	RESISTENCIA f'c (kg/cm ²)
4	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	10.620	10.629	11310	89	127
					10.638				
5	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	10.480	10.450	13240	86	154
					10.420				
6	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	10.652	10.650	11410	89	128
					10.648				
Promedio F'c =									137

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 15. Ensayos de resistencia a la compresión de la probeta a los 28 días

Nº	IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	DIAM. PROM. (cm)	CARGA MAX (kg)	SECCION (m ²)	RESISTENCIA f'c (kg/cm ²)
7	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	10.712	10.675	18620	90	208
					10.638				
8	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	10.670	10.665	15390	89	172
					10.660				
9	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	10.656	10.648	11920	89	134
					10.640				
Promedio F'c =									171

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

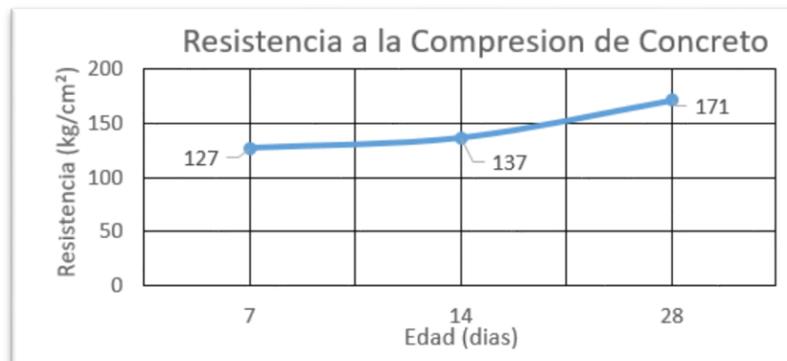


Figura 19. Resistencia a la compresión por edad

5.2.3. Dosificaciones de las unidades de albañilería

5.2.3.1. Dosificaciones de las unidades de concreto con adicinante y sin adicinante

Para desarrollar la producción masiva del ladrillo y tener muestra de unidad compuesto para ellos antes debemos realizar el ensayo de resistencia característica a la compresión de una unidad f^b con proporciones de prueba sin adicinante y con adicinante este ultimo las dosificaciones son: 0.25PET, 0.375PET, 0.50PET, 0.625PET y 0.75PET. Ciertamente escogemos una dosificación factores que influyen a su costo y resistencia del concreto (norma NTP 550 y 673) este último tendremos tener en cuenta:

- La relación de agua / cemento en cuanto menor la relación mayor resistencia del concreto con o sin aire incorporado.
- El contenido de cemento se reduce en cuanto la resistencia disminuye
- La condición de curado es importante para mantener la humedad en el concreto durante un periodo determinando, y así pueda incrementarse su resistencia con el tiempo este curado consiste en sumergir la unidad al pozo por unos segundos.

A continuación, se muestra los cuadros con dosificaciones de PET que usaremos para la fabricación del ladrillo compuesto. En la Tabla 16 se muestra las proporciones en pesos húmedos de Diseño de Mezcla Método ACI y en la Tabla 17 las dosificaciones N° 1 al 6 donde la primera no se añade ningún PET (sin adiconante) y partir de la segunda unidad con PET (incluye adiconante). La dosificación se tiene en cuenta las proporciones de peso húmedos de la mezcla de diseño más el PET, buscando a verificar la adecuada dosificación optima respectiva.

Tabla 16. Cuadro de proporciones en pesos húmedos de la dosificación de prueba

MATERIAL	CEMENTO	ARENA	CONFITILLO	PET	AGUA
DOSIFICACION	1	3.6	2.14	-	27.2 lt/bol

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 17. Cuadro de proporciones en pesos húmedo de las dosificaciones con PET

c

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Propio del tesista)

5.2.3.2. Evaluación de medidas del ladrillo concreto

Se desarrollaron dosificaciones de diferentes cantidades de PET y cada dosificación con tres muestras de ladrillos de concreto compuesto para la prueba en rotura f^b , A continuación, se muestra el Tabla 18 las dimensiones ancho y largo del ladrillo para obtener el área bruta y se mide de manera milimétricamente a puntos medios de las aristas que limitan cada cara de manera procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. Todos los ladrillos de concreto se realizó un solo molde de diseño sin interrupción de otros moldes, la producción diaria fue de 10 ladrillos por día.

Tabla 18. Cuadro de dimensionamiento de las unidades por dosificación

DOSIFICACIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE LA UNIDAD							
Dosificación	Unidad	Largo (cm)		Prom (cm)	Ancho (cm)		Prom (cm)
Sin adicinante: Prueba	P1 - A	23.300	23.100	23.200	12.910	12.778	12.844
	P1 - B	23.200	23.100	23.150	12.552	12.526	12.539
	P1 - C	23.000	23.000	23.000	12.592	12.534	12.563
0.25PET	P2 - A	23.000	23.000	23.000	12.522	12.540	12.531
	P2 - B	23.000	22.900	22.950	12.500	12.576	12.538
	P2 - C	23.000	22.900	22.950	12.578	12.528	12.553
0.375PET	P4 - A	23.000	23.000	23.000	12.530	12.600	12.565
	P4 - B	23.000	23.000	23.000	12.630	12.530	12.580
	P4 - C	23.000	22.900	22.950	12.580	12.638	12.609
0.50PET	P3 - A	22.900	23.000	22.950	12.534	12.432	12.483
	P3 - B	23.000	23.000	23.000	12.318	12.368	12.343
	P3 - C	23.000	23.000	23.000	12.500	12.542	12.521
0.625PET	P5 - A	23.000	23.000	23.000	12.442	12.500	12.471
	P5 - B	23.000	23.000	23.000	12.420	12.500	12.460
	P5 - C	23.000	23.000	23.000	12.520	12.540	12.530
0.75PET	P6 - A	22.900	22.900	22.900	12.612	12.520	12.566
	P6 - B	23.000	23.000	23.000	12.588	12.452	12.520
	P6 - C	23.000	23.000	23.000	12.608	12.568	12.588

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio).

5.2.3.3. Evaluación en resistencia a la compresión $f'b$

La resistencia a compresión $f'b$ se obtiene mediante la siguiente formula descrita en la norma E 070 de albañilería, se efectuó los ensayos en el laboratorio de la UNFV de acuerdo a la Norma NTP 399.613 y 339.604. La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ($f'b$) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra, la prueba de compresión proporciona una medida cualitativa de las unidades. en el Tabla 19 se muestra la resistencia $f'b$ (kg/cm²) por tipo de dosificación.

$$fb = \frac{\text{Carga maxima}}{\text{Area bruta}} \quad f'b = fb - \text{dev estándar}$$

Tabla 19. Cuadro de resistencia a la compresión en probetas $f'c$ por cada tipo de dosificación

Dosificacion	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	fb (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	fb' (kg/cm ²)
PET PRUEBA	P1 - A	23.200	12.844	297.981	39180	131.485	139.32	13.25	126
	P1 - B	23.150	12.539	290.278	45860	157.987			
	P1 - C	23.000	12.563	288.949	37130	128.500			
0.25PET	P2 - A	23.000	12.531	288.213	26100	90.558	92.66	3.14	90
	P2 - B	22.950	12.538	287.747	27940	97.099			
	P2 - C	22.950	12.553	288.091	26020	90.319			
0.375PET	P4 - A	23.000	12.565	288.995	18310	63.357	52.59	16.08	37
	P4 - B	23.000	12.580	289.340	18680	64.561			
	P4 - C	22.950	12.609	289.377	8640	29.857			
0.50PET	P3 - A	22.950	12.483	286.485	11390	39.758	36.48	2.92	34
	P3 - B	23.000	12.343	283.889	10510	37.022			
	P3 - C	23.000	12.521	287.983	9410	32.676			
0.625PET	P5 - A	23.000	12.471	286.833	12910	45.009	42.60	1.83	41
	P5 - B	23.000	12.460	286.580	11630	40.582			
	P5 - C	23.000	12.530	288.190	12168	42.223			
0.75PET	P6 - A	22.900	12.566	287.761	5830	20.260	29.67	7.16	23
	P6 - B	23.000	12.520	287.960	8970	31.150			
	P6 - C	23.000	12.588	289.524	10890	37.613			

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 20. Resistencia a la compresión fb (kg/cm²), en el laboratorio de la FIC

5.2.4. Evaluación de ensayos clasificados

Según la Norma E-070 clasificaremos la unidad de albañilería para fines estructurales, requerimientos básicos para definir el tipo de ladrillo de concreto compuesto (LLC) y el King Kong macizo (KKA). Los ensayos clasificados son la siguiente variación dimensional Normas

NTP 399.613 y 399.604, alabeo indicada en la Norma NTP 399.613, Resistencia a la Compresión f^b indicado en las Normas NTP 399.613 y 339.604.

5.2.4.1. Variabilidad dimensional Vd

Consiste en medir todas las aristas de las caras obtenido largo, ancho y alto obteniendo cuatro medidas en milimétricas el resultado es el promedio, esta variabilidad de la propiedad mecánicas ladrillo influye al comportamiento del muro, a mayor variación dimensional mayor espesor de la junta y menor será la resistencia a compresión también la fuerza cortante del muro de albañilería en la Figura 20 las tomas de las medidas de variabilidad.



Figura 21. Ensayo de variabilidad en unidades LCC y KKA

La Variabilidad dimensional está dada por la formula expresada en la siguiente relación:

$$V = \frac{ME - MP}{ME} \times 100$$

Donde:

V= Variabilidad Dimensional (%)

ME=Medida especificada por el fabricante (mm)

MP=Medida Promedio (mm)

El ladrillo de concreto compuesto (LCC), en la Tabla 20 se calcula la variabilidad para las dimensiones en largo, ancho, altura (-0.3%, -0.1%, -2.0%) según la Norma Técnica E 070.

Tabla 20. Cuadro de cálculo de la variabilidad en unidades LCC

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	L1	L2	L3	L4	Lp	L1	L2	L3	L4	Lp
1	232.2	231	231.4	233.6	232.04	125.5	124.4	124.2	124.6	124.64	90.1	91.85	93.1	93.45	92.13
2	230.4	230.1	231.6	231.2	230.81	124.3	124.3	126.2	124.2	124.74	91.5	90.25	91.2	90.4	90.84
3	229.9	228.3	228	230.6	229.16	126	125.4	126.5	128.1	126.46	95.1	93.6	92.3	92.45	93.36
4	230.3	230.8	231.4	230.7	230.78	124.4	124.5	126.5	124.7	125.01	92.05	88.85	91	92.3	91.05
5	231.5	230	231.3	232.1	231.23	124.6	124.4	124.8	124.6	124.59	92.4	90.05	89.9	90.75	90.78
				MP	230.80										
				ME	230.00										
				V%	-0.3%										
									MP	125.09					
									ME	125.00					
									V%	-0.1%					
														MP	91.63
														ME	90.00
														V%	-2%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

El ladrillo de King Kong macizo arcilla, en la Tabla 21 se calcula la variabilidad para las dimensiones en largo, ancho, altura (1. %, -0.3%, -4.0%) según la Norma Técnica E 070.

Tabla 21. Cuadro de cálculo de la variabilidad en unidades KKA

Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lp	L1	L2	L3	L4	Lp	L1	L2	L3	L4	Lp
1	210.1	210.5	207.7	206.4	208.63	117.8	120.1	121.3	122	120.28	89.05	86.4	85.75	89.65	87.71
2	206.4	208.3	204.4	208.5	206.88	126.8	123.7	120.3	120.5	122.80	91.1	91.95	88.9	90.95	90.73
3	206	205.3	208.9	207.7	206.95	121.7	119.2	118.9	117.2	119.23	86.25	87.3	87.4	86.85	86.95
4	206.5	206	208.9	208.5	207.44	123.6	122.1	117.7	116.2	119.88	89.7	87.1	87.6	88.85	88.31
5	206	206.8	208.2	207.5	207.11	120.5	121.5	118.5	117.7	119.53	88.55	89.7	88.5	88.7	88.86
				MP	207.40										
				ME	210.00										
				V%	1%										
														MP	88.51
														ME	85.00
														V%	-4%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio).

5.2.4.2. Alabeo

Para realizar este ensayo de alabeo, se seguirá el procedimiento indicado en la Norma NTP 399.613, requiriendo 5 unidades de ladrillo compuesto previamente limpios eliminado cualquier resto de suciedad se extenderá en una superficie lisa y plana. Usaremos una regla metálica rígida mayor de 30 cm de largo y un equipo de tipo cuña con una precisión de 0.1 mm. Se colocará la

regla metálica de manera diagonal a la cara de mayor área y se medirá la flecha respectiva, en la Tabla 22 se muestra el máximo alabeo de 3.0 mm en la unidad compuesta (LCC).

Tabla 22. Cuadro de cálculos ensayos de alabeo en unidades de LCC

Especimen N°	CONVEXIDAD					CONCAVIDAD							
	CARA SUP (mm)		CARA INF (mm)		PROM	CARA SUP (mm)		CARA INF (mm)		PROM			
L-1	6	6	1		4.33				1	1.00			
L-2	2	4			3.00			1	1	1.00			
L-3	3	3			3.00			1	2	1.50			
L-4	4	3			3.50			1	0	0.50			
L-5	2	4			3.00			1	0	0.50			
					CONVEXIDAD PROM (mm) =	3						CONCAVIDAD PROM (mm) =	1

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

En la Tabla 23 se muestra el alabeo de la unidad de KKA macizo de tipo convexa y cóncava se opta el mayor valor alabeo de 2 mm.

Tabla 23. Cuadro de cálculos ensayos de alabeo en unidades de KKA

Especimen N°	CONVEXIDAD					CONCAVIDAD							
	CARA SUP (mm)		CARA INF (mm)		PROM	CARA SUP (mm)		CARA INF (mm)		PROM			
K-1				1	1.00	1	0	1		0.67			
K-2	1		1	2	1.33	3	2			2.50			
K-3			2	2	2.00								
K-4	1		1	2	1.33	2				2.00			
K-5		2	4	2	2.67								
					CONVEXIDAD PROM (mm) =	2						CONCAVIDAD PROM (mm) =	2

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 22. Alabeo en unidad concreto compuesto de 3 mm



Figura 23. Alabeo en King Kong arcilla de 2mm

5.2.4.3. Resistencia a la compresión $f'b$

El LCC y KKA se tednra 10 unidades de cada ladrillo para verificación a la resistencia a la compresión previamente debe estar secas y enteras, los ladrillos se refrendaron para uniformizar y tener un mejor contacto las caras superiores e inferiores con la plancha metálica de la maquina a comprimir se guio la norma NTP 399.613 y NTP 339.604 indicando que se deberá restar una desviación estándar de las unidades con el valor promedio de las muestras para obtener la resistencia característica a la compresión de la unidad, en la Figura 23 se muestra los trabajos de refrentado o camping en LCC y KKA. En general para unidades de ladrillo de todo tipo los valores

altos de resistencia a la compresión $f'b$ señalan una buena calidad estructural también nivel de resistencia de intemperie a cualquier causa de deterioro. Los valores bajos, en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable.



Figura 24. Refrentado en unidades de LCC y KK

La resistencia a compresión $f'b$ se obtiene mediante la siguiente formula descrita en la norma E 070 de albañilería del RNE.

$$f'b' = \frac{\text{Carga maxima}}{\text{Area bruta}} - \text{Dev. Estandar}$$

En la Tabla 24 se muestra la resistencia de compresión de la unidad LCC con una proporción de 0.25 PET, se concluye que tenemos una resistencia de $f'b=65.00 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 24. Resistencia de compresión en unidades LCC

LADRILLOS DE CONCRETO COMPUESTO (LCC)									
Dosificación	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	fb (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	fb' (kg/cm ²)
0.25 PET	1-C	23.00	12.50	287.50	24430	84.97	78.237	12.99782	65
	2-C	23.00	12.50	287.50	18900	65.74			
	3-C	22.90	12.40	283.96	20190	71.10			
	4-C	23.00	12.60	289.80	17090	58.97			
	5-C	22.90	12.50	286.25	21350	74.59			
	6-C	23.00	12.50	287.50	29120	101.29			
	7-C	23.00	12.50	287.50	23240	80.83			
	8-C	22.90	12.50	286.25	26450	92.40			
	9-C	22.90	12.50	286.25	24190	84.51			
	10-C	23.00	12.50	287.50	19540	67.97			

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

En la Tabla 25 se muestra la resistencia de compresión de la unidad KKA maciza, se concluye que tenemos una resistencia de compresión $f^b=81 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 25. Resistencia de compresión en unidades LCC

LADRILLOS DE KING KONG MACIZO ARCILLA (KKA)									
Dosificación	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	fb (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	fb' (kg/cm ²)
KING KONG ARCILLA	K-1	20.950	12.100	253.50	23210	91.560	87.56	6.29	81
	K-2	20.950	12.150	254.54	22730	89.297			
	K-3	21.000	12.200	256.20	20350	79.430			
	K-4	20.700	11.950	247.37	21140	85.461			
	K-5	20.500	12.000	246.00	23540	95.691			
	K-6	20.450	12.000	245.40	23120	94.214			
	K-7	20.600	12.050	248.23	22530	90.763			
	K-8	21.000	12.000	252.00	22820	90.556			
	K-9	21.000	12.500	262.50	20740	79.010			
	K-10	21.000	12.050	253.05	20140	79.589			

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 25. Ensayos de compresión f^b realizados en LLC y KKA

5.2.5. Evaluación de ensayo no clasificados

5.2.5.1. Absorción

El LCC y el ladrillo KKA se medirá la absorción definida entre el peso del agua que absorbe y su propio peso cuando está seco, se tendrá consideración cuando mayor será la absorción tendremos una baja resistencia a la acción de la intemperie, De acuerdo a la Norma E 070 para la aceptación de las unidades arcillas y silicios calcáreos no superaran el 22%, en bloque de concreto portantes tendrá una absorción no mayor que 12% y en los bloques de concreto NP, no será mayor que 15%. Los especímenes serán 5 unidades para su verificación y comprobación y se sumergirán en el agua 24 horas obtendremos el agua absorbida entre el peso seco de las unidades en LCC y KKA, en la Tabla 26 se encuentra la evaluación del LCC con valor de absorción de 4.12% y en la Tabla 27 se encuentra la evaluación del KKA con valor de absorción de 12.79%, su expresión en tanto por ciento.

La absorción se halla mediante la expresión:

$$\%Abs = \frac{(W_a - W_s) \times 100\%}{W_s}$$

Donde

W_a = Peso de la unidad saturada luego de 24 horas de inmersión en agua (gr)

W_s = Peso seco de la unidad (gr)

Tabla 26. Cuadro de cálculos en absorción en unidades LCC

Absorcion de Ladrillo Concreto Compuesto				
Orden	Especimen Nº	Peso saturado (wa)	Peso Seco (ws)	Absorcion %
1	L-1	4279.8	4086.4	4.73%
2	L-2	4164.1	4003.9	4.00%
3	L-3	4236.9	4070.5	4.09%
4	L-4	4114.2	3953.5	4.06%
5	L-5	4348.4	4193.3	3.70%
			Prom. =	4.12%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 27. Cuadro de cálculos en absorción en unidades LCC

Absorcion de Ladrillo King Kong Arcilla				
Orden	Especimen Nº	Peso saturado (wa)	Peso Seco (ws)	Absorcion %
1	K-1	4173.5	3672	13.66%
2	K-2	4526.6	4056.8	11.58%
3	K-3	4121.6	3664.9	12.46%
4	K-4	4221.6	3722.8	13.40%
5	K-5	4177.4	3700.9	12.88%
			Prom. =	12.79%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 26. Unidades sumergidos 24 horas para el ensayo de absorción

5.2.5.2. *Succión*

La succión es la medida de la rapidez con la que el ladrillo absorbe agua del mortero y es la característica fundamental para definir la adherencia mortero-unidad en la albañilería. Esta

propiedad define tanto la resistencia a tracción como la resistencia a fuerza cortante de la albañilería. Cuando se presenta una alta succión, el agua del mortero es absorbida rápidamente por la unidad de albañilería inferior produciendo la deformación y el endurecimiento del mortero, lo que impide un contacto completo e íntimo con la cara de la unidad superior. El resultado es una adhesión pobre e incompleta, dejando uniones de baja resistencia y permeables al agua. La Norma Técnica de Edificación E.070 Albañilería (SENCICO 2004) recomienda que la succión al instante de asentarse esté comprendida entre 10 y 20 gramos por minuto en un área de 200 cm²; debido a esta recomendación es indispensable en el proceso constructivo, que las unidades de arcilla sean regadas durante 30 minutos, entre 10 y 15 horas antes del asentado por tener una succión alta. El ensayo de succión emplea testigos secados al horno cuando se trata de ensayos de investigación, y unidades en su estado natural cuando se trata de ensayos de campo. La succión se halla mediante

la expresión:
$$Succion = \frac{(P.suc - P.sec)}{A} \times 200$$

Donde:

P.suc = Peso sumergido en el agua en 1min (gr)

P.sec = Peso seco de la unidad de albañilería (gr)

A = Área Bruta de contacto de la unidad con el agua (cm²)

En la Tabla 28 se muestra la succión del ladrillo concreto compuesto con 5 especímenes con un promedio de succión en 15 gr/(200xcm²xmin) y en la Tabla 29 se muestra la succión del ladrillo King Kong con 5 especímenes con un promedio de succión en 80 gr/(200xcm²xmin).

Tabla 28. Cuadro de cálculo de succión de la unidad LCC

Succión de Ladrillo Concreto Compuesto							
Orden	Especimen Nº	P.Sec (gr)	P.Suc. (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Succión (gr)
1	L-1	4086.4	4119.6	23.2	12.5	289.2	23.0
2	L-2	4003.9	4026.4	23.1	12.5	287.9	15.6
3	L-3	4070.5	4085.6	22.9	12.6	289.8	10.4
4	L-4	3953.5	3982.7	23.1	12.5	288.5	20.2
5	L-5	4193.3	4204.1	23.1	12.5	288.1	7.5
Prom. Succion (gr/(200*cm ² x min))							15.4

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 29. Cuadro de cálculo de succión de la unidad KKA

Succión de Ladrillo King Kong Arcilla							
Orden	Especimen Nº	P.Sec (gr)	P.Suc. (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Succión (gr)
1	K-1	3672	3790.3	20.9	12.0	250.9	94.29
2	K-2	4056.8	4134.3	20.7	12.3	254.0	61.01
3	K-3	3664.9	3789.8	20.7	11.9	246.7	101.24
4	K-4	3722.8	3814.4	20.7	12.0	248.7	73.67
5	K-5	3700.9	3786.4	20.7	12.0	247.6	69.08
Prom. Succion (gr/(200*cm ² x min))							79.9

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Encima del recipiente existe dos varillas y el agua sobre sale 3 mm de la parte superior de la varilla y encima de esta se coloca el ladrillo dejarlo por un minuto, luego sacarlo y secar con un paño, pesarlo tal como se muestra en la Figura 27.



Figura 27. Fotografía del ensayo de succión

5.2.5.3. Densidad

Para definir la densidad se aplica la siguiente formula:
$$\text{Densidad} = \frac{P_{seco}}{V}$$

Donde:

P. seco = peso del espécimen seco (gr)

V= Peso del espécimen saturado sumergido (gr)

El valor será tomado con tres especímenes luego su promedio para cada tipo de ladrillo LCC y KKA, en la Figura 28 se muestra la medición de los pesos secos.



Figura 28. Pesos secos del Ladrillo

En la Figura 29 se sumerge los ladrillos al agua para su cálculo de pesos saturado sumergidos en ladrillo de concreto compuesto y ladrillo King Kong.



Figura 29. Unidades sumergidas en agua

Como se puede observar la muestra del LCC tiene un peso específico menor que el ladrillo KKA, en la Tabla 30 la densidad del LCC de 2.18 gr/cm³ y En la Tabla 31 se muestra la densidad del KKA es de 2.23 gr/cm³.

Tabla 30. Cuadro de cálculo de la densidad en LCC

DENSIDAD DEL LADRILLO DE CONCRETO COMPUESTO					
Orden	Especimen	Peso (gr)	Seco	Volumen	Densidad
	Nº	Sumerg. H2O		cm ³	gr/cm ³
1	L-1	2214	4107	1893	2.17
2	L-2	2190	4011	1821	2.20
3	L-3	2285	4229	1944	2.18
Prom. gr/cm³					2.18

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Tabla 31. Cuadro de cálculo de la densidad en LCC

DENSIDAD DEL LADRILLO DE CONCRETO COMPUESTO					
Orden	Especimen	Peso (gr)	Seco	Volumen	Densidad
	Nº	Sumerg. H2O		cm ³	gr/cm ³
1	M-1	2100	3772	1672	2.26
2	M-2	2075	3783	1708	2.21
3	M-3	2066	3748	1682	2.23
Prom. gr/cm³					2.23

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

5.2.5.4. Porcentaje de huecos

Este ensayo se realizó solamente en la unidad de concreto compuesto con PET, como su producción y forma fue mediante un molde metálico con las mismas medidas de manera uniforme, este volumen se compara con el volumen de vacíos entre el volumen total, según la NTP 331.017 un ladrillo macizo se considera cuando cumple esta condición el área neta equivale al 75% o más del área bruta y para un ladrillo perforado se considera cuando cumple esta condición el área neta equivalente a menos del 75% del área bruta.

$$\% \text{ Huecos} = \text{Vol. Vacíos} / \text{Vol. Total}$$

Área Bruta = largo x ancho (cm²)

Área Neta = Área bruta – Área Huecos (cm²)

Área Huecos = área de secciones de las aberturas (cm²)

Vol. Vacíos = Volumen de vacíos 7.50x2x9 (4 aberturas) cm³

Vol. Total = Volumen total de la muestra (LCC) cm³

5.2.6. Evaluación de ensayo prismas de albañería

Para obtener las propiedades mecánicas de un ladrillo y someterlo, esta unidad se fabricaron muros de albañería llamada pilas y muretes de albañilería determinaremos su resistencia característica compresión axial f'_m , resistencia corte puro V'_m , Sin duda esta característica nos llevara a tener un resultado de sus propiedades mecánicas, en el caso del ensayo de compresión axial nos ayuda obtener el f'_m y en la norma E-070 Artículo 24 ANALISIS ESTRUCTURAL el módulo de elasticidad (E_m) se considera como $E_m = 700f'_m$ si son unidades de concreto vibrado, el cálculo del módulo de corte G_m de acuerdo a la Norma E 070 artículo 24 para todo tipo de unidad de albañilería $G_m=0.4xEm$ estos cálculos son de forma indirecta (experimental).

5.2.6.1. Pilas de albañilería en ladrillo de concreto compuesto (LCC)

a. Procedimiento de construcción

Las cantidades de pilas compuestas a construir fueron dos en unidades compuestas (LCC) y ladrillos macizos (KKA), estos especímenes no fueron extraídos en un conjunto de edificios sino ladrillos elaborados y producidos para obtener las características de resistencias de la albañilería con materiales de plásticos PET, en la Figura 30 se muestra la construcción de la pila compuesta.

Debido a la succión que presentaba el LCC no era necesario dejar este ladrillo en el agua por un día solo se optó en remojarlo unos segundos, las medidas de fabricación en la unidad fue 23x12.5x9 cm, se mencionara algunas características de las pilas compuestas.

- La altura de la pila compuesta 62 cm
- La junta de los ladrillos fue 15 mm con proporciones de 1:4 cemento y arena
- Antes de construir las pilas el ladrillo compuesto se sumergió al agua por unos segundos.
- El asentado será de sogas controlando la altura con un escantillo y plomada para su posición vertical
- La fragua será de 28 días después de construir las pilas
- Según la norma E 070 se hará el refrentado para uniformizar la superficie de contacto entre la plancha de compresión y la unidad, se menciona las proporciones de 1: 1.



Figura 30. Muestras de Pilas en unidades de LCC

b. Montaje de Pilas y Recolección de Datos

La translación y montaje de las pilas compuesta fue de manera cuidadoso de manera que la celda de la carga sea simétrica en ambos lados para tener una carga uniforme sin probabilidad de error, se utilizó una gata hidráulica de 200 toneladas de capacidad que nos permite en levantar grandes cargas mediante una bomba hidráulica a través de un fluido que es impulsado permitiendo tener mayor valor de fuerza para la compresión, en este caso la bomba hidráulica eléctrica de 600 BAR de capacidad.

En la recolección de datos carga aplicada vs tiempo se apoyó con el programa LABVIEW se traduce a una computadora el voltaje registrado por la celda de carga, esta se encontraba conectada a un amplificador y caja de conexiones, finalizando nos registra la fuerza en kilo Newtons, la velocidad del ensayo se usó 40 KN/min para las pilas de concreto compuesto.



Figura 31. Montaje de la pilas y colocación simétrica en base de pilas

**c. Cálculos de Ensayos en Pilas Compuestas: Resistencia a la Compresión Axial ($f'm$),
Modulo de Elasticidad (E_m)**

- **Resistencia a la compresión Axial**

Los pasos para los cálculos y tener el resultado del ladrillo son las siguientes:

- Se halla la resistencia a compresión axial f_m (kg/cm²)
- Se realiza la corrección de f_m por esbeltez según la Norma E 070
- Se obtiene el f_m corregido
- Se obtiene el $f'm$ cálculo en la resta del f_m corregido y desviación estándar

Para obtener la resistencia a compresión axial de las pilas f_m se utiliza la siguiente formula:

$$f_m = \frac{P_{\text{máx}}}{\text{Área}_{\text{bruta}}}$$

Este valor de f_m obtenido en las dos pilas se corrige por la esbeltez, proporcionado por la Norma E 070 ver Tabla 32 se muestra los factores por esbeltez

Tabla 32, Cuadro del factor por el esbeltez de la pila

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

Dato Obtenido la Norma E.070 (Fuente: Artículo 13, Capitulo 6)

A continuación, se obtendrá los cálculos para obtener $f'm$ resistencia de compresión de las pilas compuestas.

$$f'm = f_m - \sigma$$

Donde:

f_m = Resistencia a compresión (kg/cm²)

$f'm$ = Resistencia característica a compresión (kg/cm²)

σ = desviación estándar

En la Tabla 33 se anota las dimensiones externas de las pilas compuestas (P3-C y P4-C) y su respectiva esbeltez obtenido por la división entre los valores de la altura (H) y ancho (A).

Tabla 33. Cuadro de dimensionamiento de las pilas LCC

Especimen	Dimensiones Externas de Primas LCC (cm)									Esbeltez
	L1/L3	L2/L3	Lprom	A1/A3	A2/A4	Aprom	H1/H3	H2/H4	Hprom	
P3-C	23	23.1	23.05	12.5	12.4	12.45	62	62	62	4.98
	23	23.1		12.5	12.4		62	62		
P4-C	23	23.1	23.05	12.5	12.4	12.45	62	62	62	4.98
	23	23.1		12.5	12.4		62	62		

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Se considera en la Tabla 34 la carga aplicada en toneladas, f_m prom, factor de correlación y por último el $f'm$ corregido obtenido al multiplicar f_m por factor de correlación finalmente se obtiene un $f'm$ de 59 kg/cm².

Tabla 34. Cuadro de cálculo de resistencia a la compresión $f'm$

Especimen	P max.		Area Bruta cm ²	fm kg/cm ²	Factor Correccion	f'm (kg/cm ²) corregido
	KN	Tn				
P3-C	205.12	20.92	286.97	72.89	0.999	72.83
P4-C	173.37	17.68	286.97	61.60	0.999	61.56
fm prom (kg/cm ²)						67.19
Desv. Estandar						7.97
f'm (kg/cm²)						59

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 32. Ensayo de resistencia característica a la compresión $f'm$

- **Módulo de Elasticidad (E_m)**

En la Norma E 070 de Albañearía (Artículo 24, Capítulo 7) se obtiene de manera experimental los valores E_m debido a los numerosos experimentos ya realizadas:

- Para Unidad de Concreto Vibrado $E_m = 700 f'm$

Tabla 35. Cuadro de cálculo del módulo de elasticidad

Módulo de Elasticidad E_m	Unidad LCC	
	$E_m = 700 \times 59$	
	$E_m = 41\,300 \text{ kg/cm}^2$	

Dato Obtenido en la Norma E. 070 (Fuente: Artículo, Capítulo 7)

5.2.6.2. Pilas de albañilería king Kong de arcilla (KKA)

a. Procedimiento de construcción

Las cantidades de pilas de KKA a construir fueron dos, en la Figura 33 se muestra la construcción de la pila de KKA macizo. Debido a la succión que presentaba el KKA era necesario dejar este ladrillo por un día en remojarlo, las medidas de la unidad a compra fueron 21x12x8.5 cm, se mencionara algunas características de las pilas KKA.

- La altura de la pila KKA 60 cm
- La junta de los ladrillos fue 15-18 mm con proporciones de 1:4 cemento y arena
- Antes de construir las pilas el ladrillo KKA se sumergió por un día
- El asentado será de soga controlando la altura con un escantillo y plomada para su posición vertical
- La fragua será de 28 días después de construir las pilas
- Según la norma E 070 se hará el refrentado para uniformizar la superficie de contacto entre la plancha de compresión y la unidad, se menciona las proporciones de 1: 1.

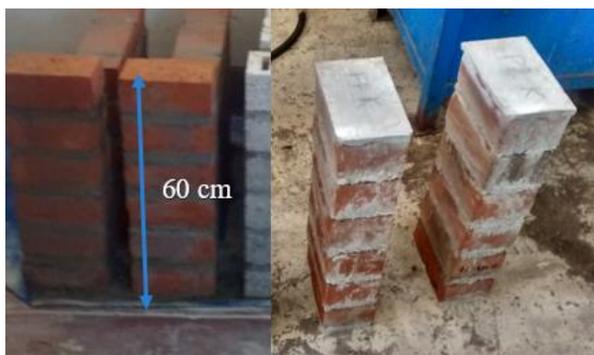


Figura 33. Muestras de las pilas en KKA

b. Montaje de pilas y recolección de datos

La translación y montaje de las pilas KKA fue de manera cuidadoso cuidando que la celda de la carga sea simétrica en ambos lados para tener una carga uniforme. Se permite la recolección de datos mediante el programa de LABVIEW y se optó la velocidad del ensayo en 40 KN/min, los especímenes de las pilas KKA son P1-K y P2-K, Figura 34 se muestra la colocación de la pila KKA espécimen P1-K.



Figura 34. Fotografía de montaje en pilas KKA espécimen P1-K

c. Cálculos de ensayos en pilas KKA: Resistencia a la compresión axial, módulo de elasticidad

- Resistencia a la compresión axial

Para obtener la resistencia a compresión axial de las pilas f_m se utiliza siguiente

$$f'_m = f_m - \sigma$$

Donde:

f_m = Resistencia a compresión (kg/cm²)

f'_m = Resistencia característica a compresión (kg/cm²)

θ = desviación estándar

Para hallar el factor correlacional del ladrillo KKA se interpola el valor H/A valor de la Tabla 36.

Tabla 36. Cuadro de cálculo en la esbeltez de la unidad KKA

Especimen	Dimensiones Externas de Primas LCC (cm)									Esbeltez H/A
	L1/L3	L2/L3	Lprom	A1/A3	A2/A4	Aprom	H1/H3	H2/H4	Hprom	
P1-K	20.6	20.4	20.58	11.9	12	11.95	60	60	60	5.02
	20.8	20.5		11.9	12		60	60		
P2-K	20.5	20.5	20.5	12	12	12.05	60	60	60	4.98
	20.6	20.4		12.2	12		60	60		

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

Se considera en la Tabla 37 la carga aplicada en toneladas, f_m prom, factor de correlación y por último el f'_m corregido obtenido al multiplicar f_m por factor de correlación finalmente se obtiene un f'_m de 41 kg/cm².

Tabla 37. Cuadro de cálculo de f'_m de la unidad KKA

Identificación	P max.		Area Bruta	f_m	Factor	f'_m
	KN	Tn	cm ²	kg/cm ²	Correccion	(kg/cm ²) corregido
P1-K	112.85	11.51	245.87	46.80	1.001	46.84
P2-K	102.65	10.47	247.03	42.37	0.999	42.34
fm prom (kg/cm ²)						44.59
Desv. Estandar						3.18
f'm (kg/cm²)						41

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)



Figura 35 . Fotografía de ensayo de roturas en pilas KKA f'm

- **Módulo de elasticidad (Em)**

En la Norma E 070 de Albañería (Artículo 24, Capítulo 7) se obtiene de manera experimental los valores (Em) debido a los numerosos experimentos ya realizadas:

- Para Unidad de Arcilla $E_m = 500 \text{ f'm}$

Tabla 38. Cuadro de cálculo de módulo de elasticidad E_m en KKA

	Unidad KKA
Módulo de	$E_m = 500 \times 41$
Elasticidad E_m	$E_m = 20\,500 \text{ kg/cm}^2$

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV-FIC (Fuente: Laboratorio Propio)

5.2.6.3. Muretes de albañería (LCC)

a. Procedimiento de construcción

Las cantidades de muretes de LCC a construir fueron dos, en la Figura 36 se muestra la construcción de muretes de LCC se mencionará algunas características de muretes LCC.

- Las dimensiones del murete fue 62x62 cm
- La junta de los ladrillos fue 15 mm con proporciones de 1:4 cemento y arena
- Antes de construir los muretes el ladrillo LCC se remojo por unos segundos
- El asentado será de soga controlando la altura con un escantillo y plomada para su posición vertical.
- La fragua será de 28 días después de construir los muretes
- Según la norma E 070 se hará el refrentado en las zonas de la esquina en dirección diagonal porque existirá un contacto en la zona del prisma con los cabezales metálicos del equipo de ensayo el grosor de la capa es de 3mm.
- En la Norma E 070 de Albañilería (Artículo 3.25 y 3.27 del Capítulo 2), los muretes contruidos en ladrillo huecos o tubulares se debe colocar y tapar un mortero de 1:3 para evitar fallas locales como trituración.



Figura 36. Construcción de los muretes LCC 62x62 cm

b. Montaje de pilas y recolección de datos

La translación y montaje de los muretes de LCC fue de manera cuidado acomodando la simetría de manera diagonal en ambos lados para tener una carga uniforme sin probabilidad de error. Se permite la recolección de datos mediante el programa de LABVIEW y se optó la velocidad del ensayo en 2 KN/min, en la Figura 36 se muestra la colocación de los muretes LCC espécimen M3-C y M4-C.



Figura 37. Montaje de los muretes LCC

c. Cálculos de ensayos en murete compuesto: Resistencia característica a corte puro ($V'm$) y módulo de corte (Gm)

- **Resistencia característica a corte puro ($V'm$)**

Para obtener la resistencia de corte puro en muretes y resistencia características a compresión en muretes se muestra en la siguiente formula:

$$V_m = \frac{P_{max.diagonal}}{Area.diagonal} \quad V'm = Vm - S$$

Donde:

V_m = Resistencia a corte puro en muretes a 28 días (kg/cm^2)

$V'm$ = Resistencia característica corte puro a 28 días (kg/cm²)

S = desviación estándar

En la Tabla 39 se recolecta las dimensiones en muretes compuestos con simbología de especímenes M3-C y M4-C, además la resistencia de corte puro V_m para cada murete dando a conocer la resistencia característica de compresión $V'm$ en 7.81 kg/cm².

Tabla 39. Cuadro de cálculos en la abstención de Resistencia a corte puro

Especimen	Edad (días)	Dimensiones (cm) Murete LCC				Area de Corte (cm ²)	Pmax		Vm (kg/cm ²)	
		L (cm)	H (cm)	t (cm)	d (cm)		KN	Tn		
M3-C	28	62	62	12.25	88.5	1084.13	84.74	8.64	7.97	
M4-C	28	62	62	12.1	88.7	1073.27	92.06	9.39	8.75	
									Vm (kg/cm ²)	8.36
									Desv. Estandar	0.55
									V' m (kg/cm ²)	7.81

Dato Obtenido en el Laboratorio PUCP-FIC (Fuente: Norma E.070)

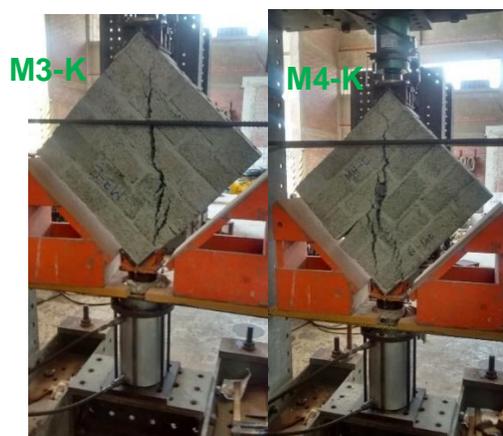


Figura 38. Rotura de ensayo en muretes corte puro

- **Módulo de corte (Gm)**

En la Norma E 070 de Albañería (Artículo 24, Capítulo 8) se obtiene de manera experimental los valores G_m debido a los numerosos experimentos ya realizadas:

- Para todo tipo de Unidad el cálculo del módulo de corte $G_m = 0.4E_m$

Tabla 40. Cuadro de cálculo en la abstención del módulo de corte en muretes de LCC

Módulo de Elasticidad E_m	Unidad LCC
	$E_m = 41\ 300\ \text{kg/cm}^2$
Módulo de Corte G_m	$G_m = 0.4 \times 41\ 300$
	$G_m = 16\ 520\ \text{kg/cm}^2$

Dato Obtenido en el Laboratorio PUCP-FIC (Fuente: Norma E.070 artículo 24, Capítulo 8)

5.2.6.4. Muretes de albañería (KKA)

a. Procedimiento de construcción

Las cantidades de muretes de LCC a construir fueron dos, en la Figura 39 se muestra la construcción de muretes de LCC, se mencionará algunas características de muretes LCC.

- Las dimensiones del murete fue 52x52 cm
- La junta de los ladrillos fue 15-17 mm con proporciones de 1:4 cemento y arena gruesa
- Antes de construir los muretes el ladrillo KKA se sumergió por un día debido al alto succión de 80 gr
- El asentado será de soga controlando la altura con un escantillo y plomada para su posición vertical
- La fragua será de 28 días después de construir los muretes

- Según la norma E 070 se hará el refrentado en las zonas de la esquina en dirección diagonal porque existirá un contacto en la zona del prisma con los cabezales metálicos del equipo de ensayo el grosor es de 3mm.
- En la Norma E 070 de Albañilería (Artículo 3.25 y 3.27 del Capítulo 2), los muretes contruidos en ladrillo huecos o tubulares se debe colocar y tapar un mortero de 1:3 para evitar fallas locales como trituración.



Figura 39. Construcción del murete KKA

b. Montaje de pilas y recolección de datos

La translación y montaje de los muretes de KKA fue de manera cuidado acomodando la simetría de manera diagonal ambos lados para tener una carga uniforme sin probabilidad de error. Se permite la recolección de datos mediante el programa de LABVIEW y se optó la velocidad del ensayo en 2 KN/min, en la Figura 40 se muestra la colocación de los muretes KKA espécimen M1-K y M2-K.



Figura 40. Montaje de la muerte KKA

c. Cálculos de ensayos en murete KKA: Resistencia característica a corte puro ($V'm$) y módulo de corte (Gm)

- **Resistencia corte puro ($V'm$)**

Para obtener la resistencia de corte puro en muretes y resistencia características a compresión en muretes se muestra en la siguiente formula:

$$V_m = \frac{P_{max.diagonal}}{Area.diagonal} \quad V'm = Vm - S$$

Donde:

V_m = Resistencia a corte puro en muretes a 28 días (kg/cm^2)

$V'm$ = Resistencia característica corte puro a 28 días (kg/cm^2)

S = desviación estándar

En la Tabla 41 se recolecta las dimensiones en muretes compuestos con simbología de especímenes M1-K y M2-K, además la resistencia de corte puro V_m para cada murete dando a conocer la resistencia característica de compresión V'_m en 4.69 kg/cm^2 .

Tabla 41. Cuadro de cálculo en resistencia de corte puro unidades de KKA

Especimen	Edad (días)	Dimensiones (cm) Murete KKA				Area de Corte (cm ²)	Pmax		Vm (kg/cm ²)	
		L	H	t	d		KN	Tn		
M1-K	28	52	52	12.25	74.9	917.53	43.83	4.47	4.87	
M2-K	28	52	52	12.1	74.4	900.24	50.83	5.18	5.76	
									Vm (kg/cm²)	5.31
									Desv. Estandar	0.63
									V' m (kg/cm²)	4.69

Dato Obtenido en el Laboratorio PUCP-FIC (Fuente: Norma E.070)



Figura 41. Rotura de muretes KKA en corte puro

- **Módulo de corte (Gm)**

En la Norma E 070 de Albañearía (Artículo 24, Capítulo 7) se obtiene de manera experimental los valores (Gm) debido a los numerosos experimentos ya realizadas:

- Para todo tipo de Unidad el cálculo del módulo de corte $G_m = 0.4E_m$

Tabla 42. Cuadro de cálculo en la abstención del módulo de corte puro

		Unidad KKA
Módulo de Elasticidad Em		$E_m = 20\ 500\ \text{kg/cm}^2$
		$G_m = 0.4 \times 20\ 500$
Módulo de Corte Gm		$G_m = 8\ 200\ \text{kg/cm}^2$

Dato Obtenido en el Laboratorio PUCP-FIC (Fuente: Norma E.070 artículo 24, Capítulo 8)

Capítulo 6

6. Resultados

6.1. Descripción de resultados

6.1.1. Resultados análisis de ensayos de la unidad

6.1.1.1. Ensayos clasificados

Según la Norma E 070 del RNE (Artículo 5.2, Tabla 1, Capítulo 3) se muestra el cuadro donde la unidad se clasifica de cinco tipos de ladrillo para efecto de calidad, fines estructural y exposición para ello debemos comparar los ensayos de variabilidad de la dimensión, alabeo y resistencia a compresión $f'b$ para cada unidad LCC y KKA. Se evalúa la unidad donde el ladrillo de concreto compuesto fue un ladrillo I y el King Kong de arcilla fue un ladrillo II. En la Tabla 43 se muestra su clasificación de la unidad del LCC y KKA para fines estructurales

Tabla 43. Cuadro de clasificación del ladrillo en LCC y KKA

Ensayo	Ladrillo concreto compuesto LCC	Clase	King Kong Arcilla KKA	Clase	Anexo
Variabilidad de la dimensión (%)	V% (-0.3%,-0.1%,-2.0%)	Ladrillo I,II,III y IV	V% (1.0%,-0.3%,-4.0%)	Ladrillo I y II	Anexo I, M
Alabeo (mm)	3 mm	Ladrillo I,II,III y IV	2 mm	Ladrillo I,II,III,IV y V	Anexo N, O
Resistencia de compresión $f'b$ (kg/cm ²)	65 kg/cm ²	Ladrillo I	81 kg/cm ²	Ladrillo II	Anexo P, Q

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Norma E.070)

Variabilidad: La variabilidad V% de la unidad del LCC fue (-0.3%, -0.1%, -2%) menor que el KKA (1%, -0.3%, -4%) ver Anexo I, M. A mayor variabilidad, mayor espesor en las juntas en consecuencias menor resistencia a compresión y fuerza cortante del muro de albañilería respectivamente. Esta variabilidad del LCC se debió al molde metálico fabricado por el estudiante con medidas uniforme mientras en el caso del KKA macizo la compra de estos ladrillos en la ferretería Rosita.

Alabeo: La parte superior e inferior del LCC no se plancho para obtener una superficie lisa o suave de esta manera tenemos un alabeo mayor de 3 mm (ver Anexo N) en cambio la unidad KKA con menor alabeo de 2 mm (ver Anexo O). A mayor alabeo conduce a mayor espesor en las juntas en consecuencia menor adherencias del mortero con la unidad, menor resistencia a compresión y fuerza cortante en muros de albañilería.

Resistencia a la compresión f'_b : El diseño de mezcla fue a 140 kg/cm² (ver Anexo I) donde el control de rotura en las probetas fue: un valor promedio de 171.39 Kg/cm² a los 28 días (ver Anexo J). En el caso de la resistencia de compresión f'_b para LCC es 65 Kg/cm² (ver Anexo P) menor que el KKA con valor de 81kg/cm² (ver Anexo Q). En consecuencia, la baja resistencia del LCC se debió a la relación de agua y cemento

6.1.1.2. Ensayos No clasificados

En los ensayos no clasificado son: absorción, succión y peso específico nos sirve para elegir y optar el procedimiento constructivo de los muros de albañilería. En la Tabla 44 se comparará los resultados obtenidos en su evaluación.

Tabla 44. Cuadros de resultados de ensayo no clasificados

ENSAYOS NO CLASIFICADOS			
Ensayo	Ladrillo concreto compuesto (LCC)	Ladrillo King Kong Arcilla (KKA)	Anexo
Absorción %	4.12%	12.79%	Anexo N, O
Prom. Succión (gr/(200*cm ² x min))	15	80	Anexo T,U
Densidad (gr/cm ³)	2.18	2.23	Anexo V,W
% Huecos	21%	-	Anexo X

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Norma E.070)

Absorción: Es una medida de la permeabilidad la capacidad de pasar el agua o sustancia líquida a través de su poro, este es el % porcentaje de la cantidad de agua atrapada en el material, en la Norma E 070 (Artículo 5.5, Capítulo 3) para un ladrillo de concreto se tendrá una absorción no mayor que 12% en este caso LCC tenemos una absorción de 4.12% (ver Anexo N) aceptado para nuestra unidad, en el caso de la unidad de arcilla no será mayor que 22% y el resultado obtenido para el KKA es de 12.79% (ver Anexo O) aceptado según la Norma.

Estos ladrillos LCC y KKA no son porosos porque no superan al 22% de absorción, en el caso de LCC tiene poca absorción que el KKA ya que el plástico ayuda que el material de concreto sea permeable dejando pasar el agua y tenga poca absorción, y este no absorberá el agua del mortero donde llegara una adherencia perfecta entre la unidad compuesta y mortero.

Succión: En la Norma E. 070 (Artículo 10.4, Capítulo 4) la succión se recomienda tener un rango comprendida entre 10 a 20 gr/ (200 cm²-min) en el caso del LCC y no es necesario sumergirlo la unidad por varios minutos ya que cuando se asienta no absorberá tanta agua del mortero porque tiene una succión de 15 gr/(200 cm²-min) ver Anexo T, en el caso de la unidad KKA tiene una succión de 80 gr/(200 cm²-min) ver Anexo 81 donde excede a la recomendación de la Norma E070 y se sugiere antes de asentar el ladrillo sumergirlo en al aguas por media hora en el caso contrario la unidad KKA absorberá agua del mortero donde la residencia del mortero

bajara; en consecuencia una succión alta donde el mortero perderá su agua que será absorbida por la unidad y perderá el contacto o adherencia de la unidad-mortero resultando una adhesión pobre.

Densidad: Se define como la masas por unidad de volumen, división entre el peso seco entre la diferencia del peso seco y peso sumergido en agua, en el Tabla 45 el ladrillo concreto compuesto (LCC) tiene una densidad de 2.18 gr/cm³ (ver Anexo V) y el KKA con una densidad de 2.23 gr/cm³ (ver Anexo W) dándonos a conocer la unidad de LCC es menos denso que la unidad KKA en 2.3%.

Porcentaje de huecos: Para considerar el tipo de ladrillo según su unidad de albañilería podría ser un ladrillo macizo o perforado analizaremos los cálculos respectivos para sus análisis siendo estos el LCC y KKA ladrillos macizo respectivamente:

- Cuando ladrillo LCC

Ladrillo Macizo → área neta $\geq 75\%$ área bruta → $23 \times 12.5 - 4 \times 7.5 \times 2 \geq 75\% \times (23 \times 12.5)$

$$227.5 \text{ cm}^2 \geq 215.62 \text{ cm}^2 \quad \text{Ok}$$

Ladrillo perforado → área neta $< 75\%$ área bruta → $23 \times 12.5 - 4 \times 7.5 \times 2 < 75\% \times 23 \times 12.5$

$$227.5 \text{ cm}^2 < 215.6 \text{ cm}^2 \quad \text{falso}$$

- Cuando ladrillo KKA

Ladrillo Macizo → área neta $\geq 75\%$ área bruta → $21 \times 12 - 0 \geq 75\% \times (21 \times 12)$

$$1 \text{ cm}^2 \geq 0.752 \text{ cm}^2 \quad \text{Ok}$$

Ladrillo perforado → área neta $< 75\%$ área bruta → $21 \times 12 - 0 < 75\% \times 21 \times 12$

$$1 \text{ cm}^2 < 0.75 \text{ cm}^2 \text{ falso}$$

También en construcción, un ladrillo perforado es un ladrillo con perforaciones en la cara de mayor superficie cuyo volumen total de huecos es entre el 25% y el 45% del volumen total del ladrillo. Cuando el volumen es inferior al 25% se considera ladrillo macizo.

Como la fabricación de la unidad compuesta fue realizados por un molde metálicos sus medidas son estandarizadas por ello tenemos un porcentaje de vacíos en 21% (ver Anexo X).

Tabla 45. . Cuadro de cálculo para ensayo de % huecos en LCC

% HUECOS LADRILLO DE CONCRETO COMPUESTO (LCC)			
Especimen	Volumen Total	Volumen de	%
Nº	cm3	Vacios cm3	Huecos
1	2587.5	540	21%

Dato Obtenido en el Laboratorio UNFV- FIC (Fuente: Elaborado por el Tesista)

6.1.1.3. Ensayos prismas de albañilería en pilas

Las pilas se construyen para pronosticar el comportamiento de muros en carga axial de albañilería calculando su resistencia a compresión axial, Modulo de elasticidad (E_m) y tipos de fallas. El objetivo del prisma es sustituir a los muros en la edificación en las cuales el proceso constructivo e insumos deben ser iguales, entre ellos los resultados son:

- a) Resistencia compresión axial (f'_m) y módulo de elasticidad (E_m):** La velocidad de ensayo en pilas es de 40 KN/min mostrando cargas máximas aplicables $P_{max} = 205.12 \text{ KN}$ y 175.37 KN (ver Anexo Y) en unidades compuestas de espécimen P3-C y P4-C respectivamente, también en unidades de pilas KKA con cargas máximas $P_{max} = 112.95 \text{ KN}$ y 107.65 KN (ver Anexo Y) con especímenes de P1-C y P2-C respectivamente En la Tabla 46 se desarrolla los cálculos en resistencia característica a compresión y el módulo

de elasticidad reconociendo que la unidad de LCC son mejores que la unidad KKA, verificando el buen comportamiento en muros de albañilería a compresión.

Tabla 46. Resultados de evaluación en pilas para unidades LCC y KKA

Resistencia característica de la Unidad			
LCC		KKA	
fm Prom (kg/cm ²)	67.19	fm Prom (kg/cm ²)	44.59
Dev. Estandar	7.97	Dev. Estandar	3.18
f'm (kg/cm ²)	59	f'm (kg/cm ²)	41
Em (kg/cm ²)	41 300	Em (kg/cm ²)	20 500

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Norma E.070)

b) Comportamiento carga vs tiempo: La grafica obtenida mediante el equipo de compresión axial y el programa LABVIEW nos muestra el comportamiento de roturas en pilas compuestas y KKA

- **Caso 1 pila de ladrillo de concreto compuesto (LCC).** - En la Grafica 1 se muestra el comportamiento de la carga axial en el transcurrir del tiempo:

P3-C → t(s) = 106 s Carga límite superior = 95.22 KN

t(s) = 122 s Carga límite inferior = 88.78 KN

t(s) = 200 s Carga máxima = 205.12 KN

P4-C → t(s) = 272 s Carga límite superior = 106.52 KN

t(s) = 289.6 s Carga límite inferior = 103.01 KN

t(s) = 353.2 s Carga máxima = 173.38 KN

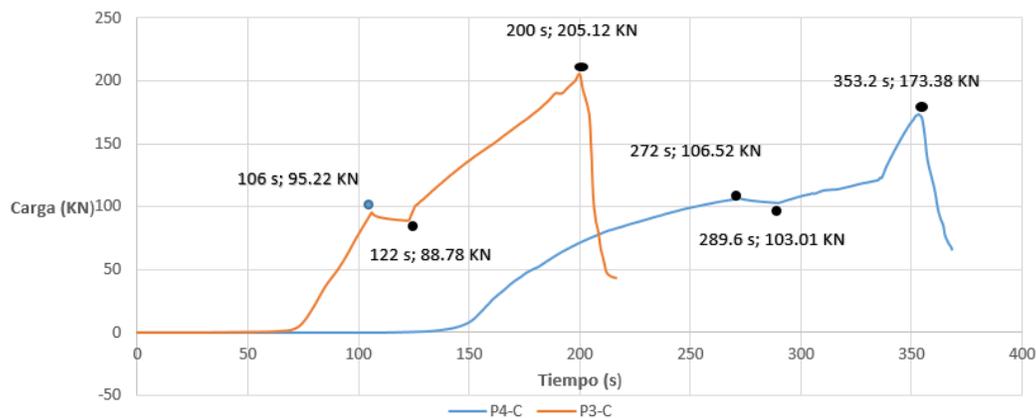
- **Caso 2 pila de ladrillo King Kong de arcilla (KKA).** - En la Grafica 2 se verifica el comportamiento de la carga axial (KN) en el transcurrir con el tiempo:

P1-K → $t(s) = 212.4$ s Carga máxima = 112.85 KN

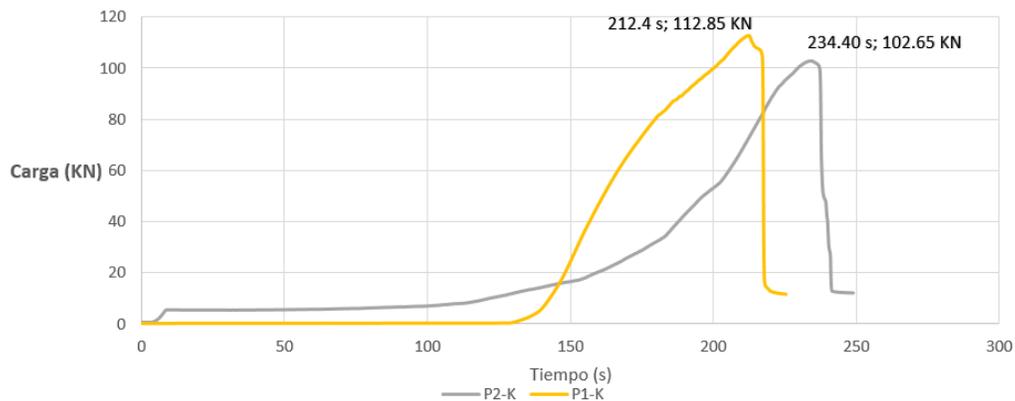
P2-K → $t(s) = 234.40$ s Carga máxima = 102.65 KN

En el proceso del ensayo a compresión axial en la pila compuestas al incluir los granos de pet nos ayuda a obtener una plasticidad en las pilas compuestas causando menos desmoronamiento que las pilas de KKA donde este explosiona.

Grafica 1. Comportamiento de la carga aplicada vs tiempo en pilas de LCC



Grafica 2. Comportamiento de la carga aplicada vs tiempo en pilas de KKA



Grafica 3. Comportamiento de la carga aplicada vs tiempo en pilas de LCC y KKA



c) Fallas en las pilas

En la Figura 42 se presenta la pila **P3-C** compuesta en la hilada cinco y seis las caras laterales tienden a des-laminarse por falla frágil, concentrándose esfuerzo en zonas laterales. En la Figura 43 se presenta la pila compuesta **P4-C** produciéndose la falla frágil por concentración de esfuerzos en zonas laterales, sin explosión por la plasticidad que presentar el concreto.



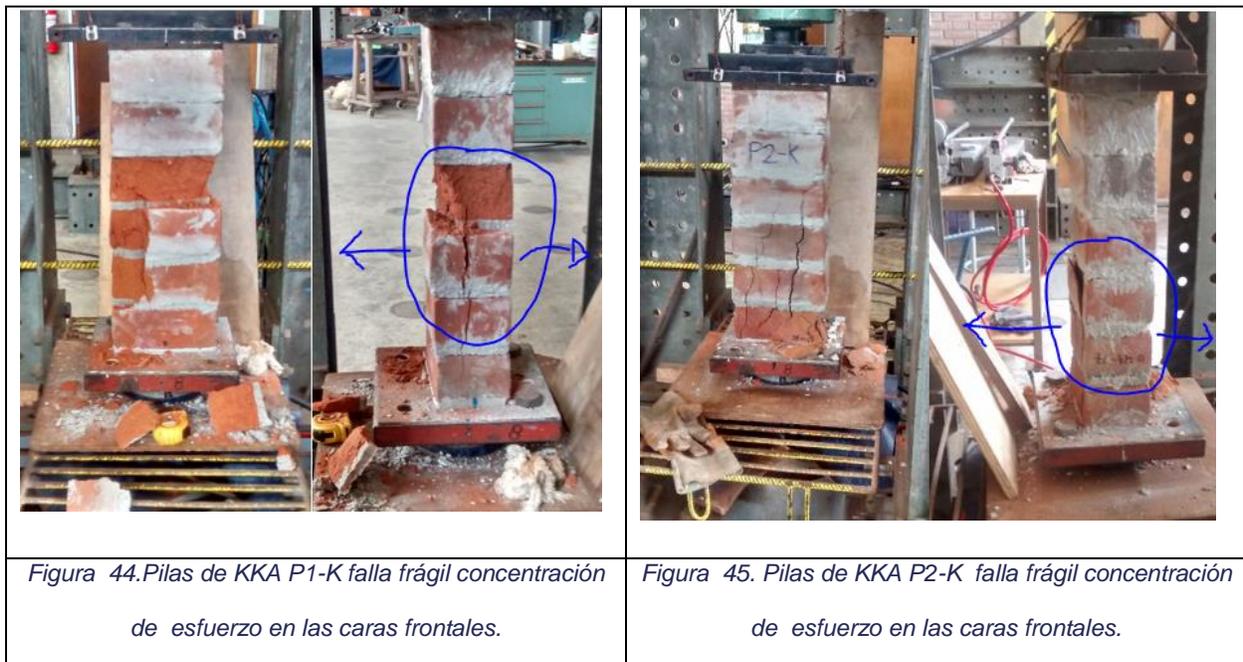
Figura 42. Fallas frágil en pilas de LCC por esfuerzo concentrado, espécimen P3-C



Figura 43. Fallas frágil en pilas de LCC por esfuerzo concentrado, espécimen P4-C

En la Figura 44 se muestra la pila de arcilla P1-K se verifica la falla frágil, concentración de esfuerzos en las caras laterales de las pilas donde este causo a deslaminarse, también se observa al

trascorrir del ensayo la falla tiende a explosionar por ser un ladrillo macizo sin plasticidad. En la Figura 45 se muestra fisuras casi verticales además en la 1era hasta la 3era hilada una alta concentración de esfuerzos que tienden a deslaminarse las caras laterales, presenta una explosión de ruidos cuando tiende a fallar llamada como falla frágil.



6.1.1.4. Ensayos prismas de albañilería en muretes

Los resultados en muretes son representados como muros de albañilería para verificar su comportamiento obteniendo su resistencia de Corte Puro ($V'm$) y Modulo de Corte (Gm) y forma de fallas.

- a) **Resistencia de corte puro ($V'm$) y módulo de corte (Gm):** La velocidad de ensayo en muretes es 2 KN/min, mostrando cargas máximas en: Murete de LCC $P_{max} = 84.74$ KN y 92.06 KN, también muretes de KKA $P_{max} = 43.83$ KN y 50.83 KN (ver Anexo Z). En la

Tabla 47 la resistencia característica a corte puro ($V'm$) y el Modulo de Corte (Gm) en muretes de LCC son mayores que las unidades de murete KKA mostrados se observa la unidad de LCC tiene mayor valor que la unidad KKA, verificando el buen comportamiento en muros de albañilería a diagonal de corte.

Tabla 47. Resultado de evaluación para muretes en unidades de LCC y KKA

LCC		KKA	
fm Prom (kg/cm ²)	67.19	fm Prom (kg/cm ²)	44.59
Dev. Estandar	7.97	Dev. Estandar	3.18
f'm (kg/cm ²)	59	f'm (kg/cm ²)	41
Em (kg/cm ²)	41 300	Em (kg/cm ²)	20 500
Gm (kg/cm ²)	16 520	Gm (kg/cm ²)	8 200
V'm (kg/cm ²)	7.81	V'm (kg/cm ²)	4.69

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Norma E.070)

b) Comportamiento carga vs tiempo: La grafica obtenida mediante el equipo de compresión axial y el programa LABVIEW nos muestra el comportamiento de roturas en muretes.

- **Caso 1 murete de ladrillo concreto compuesto (LCC).** - En la Grafica 4 se muestra el comportamiento de la carga diagonal P_{max} (KN) en el transcurrir del tiempo:

$$\mathbf{M3-C} \rightarrow t(s) = 195.20 \text{ s } P_{max} = 84.75 \text{ KN}$$

$$\mathbf{M4-C} \rightarrow t(s) = 266.40 \text{ s } P_{max} = 92.06 \text{ KN}$$

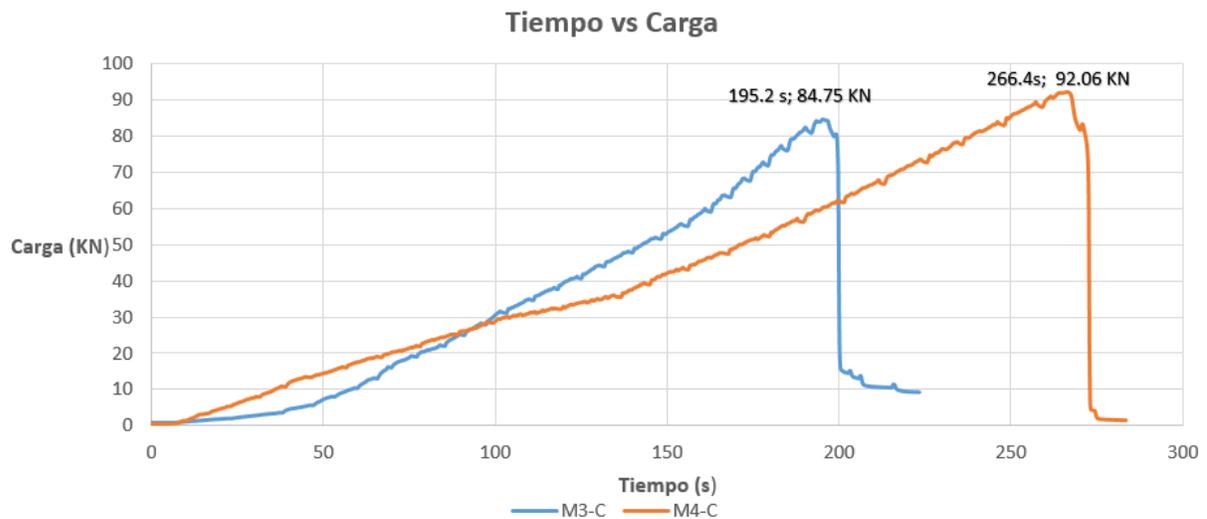
- **Caso 2 murete de ladrillo King Kong arcilla (KKA).** - En la Grafica 5 se muestra el comportamiento de la carga diagonal P_{max} (KN) en el transcurrir del tiempo:

$$\mathbf{M1-K} \rightarrow t(s) = 158.4 \text{ s } P_{max} = 43.83 \text{ KN}$$

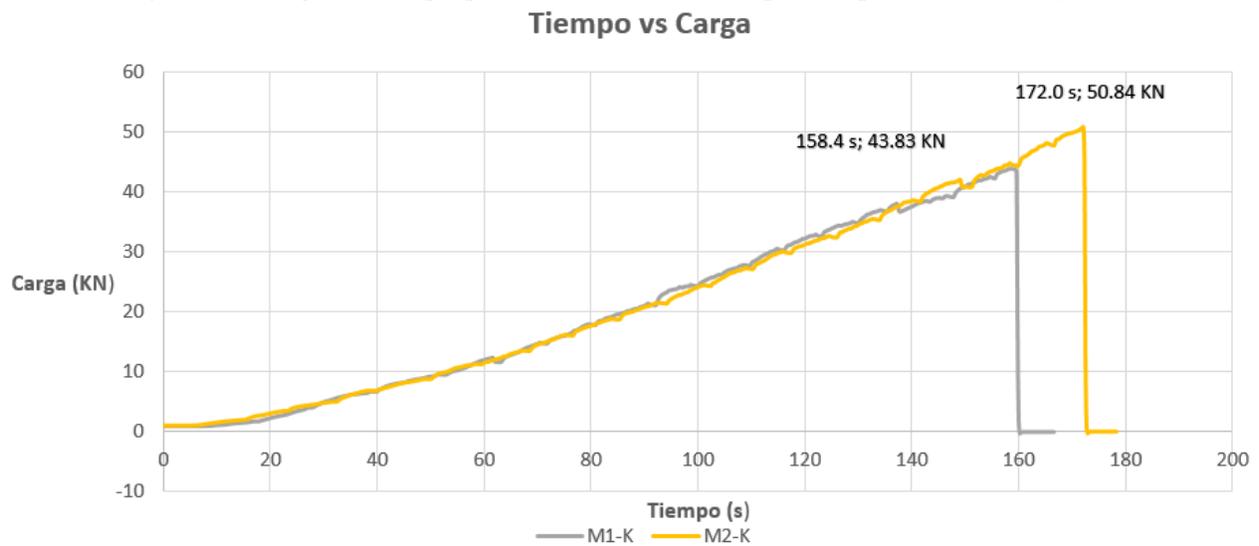
$$\mathbf{M2-K} \rightarrow t(s) = 172.0 \text{ s } P_{max} = 50.84 \text{ KN}$$

En el transcurrir del ensayo, el murete construido con unidades LCC, desarrollo un alto modulo que las unidades de KKA y debido al pet agregado al concreto se obtiene una plasticidad al murete dando como efectos fisuras en tiempos mayores que los muretes de KKA.

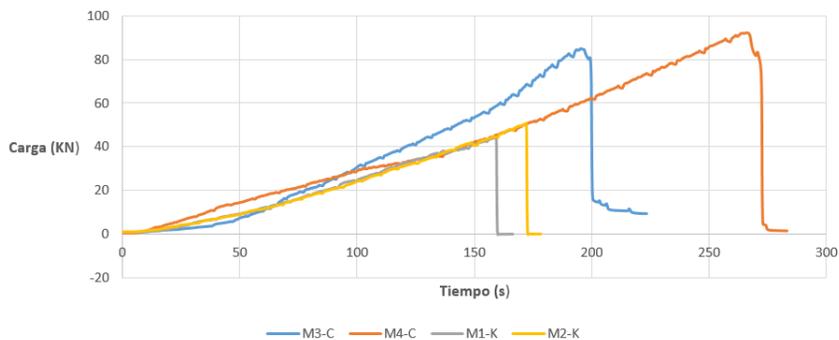
Grafica 4. Carga vs tiempo para unidades de LCC para espécimen M3-C y M4-C



Grafica 5. Carga vs tiempo para unidades de KKA para espécimen M1-K y M2-K

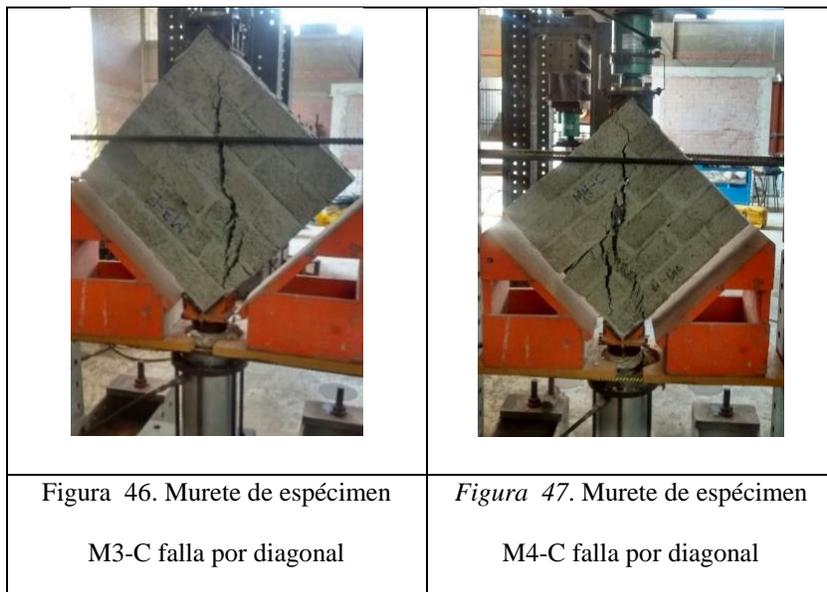


Grafica 6. Comportamiento de carga vs tiempo en muretes para unidades de LCC y KKA

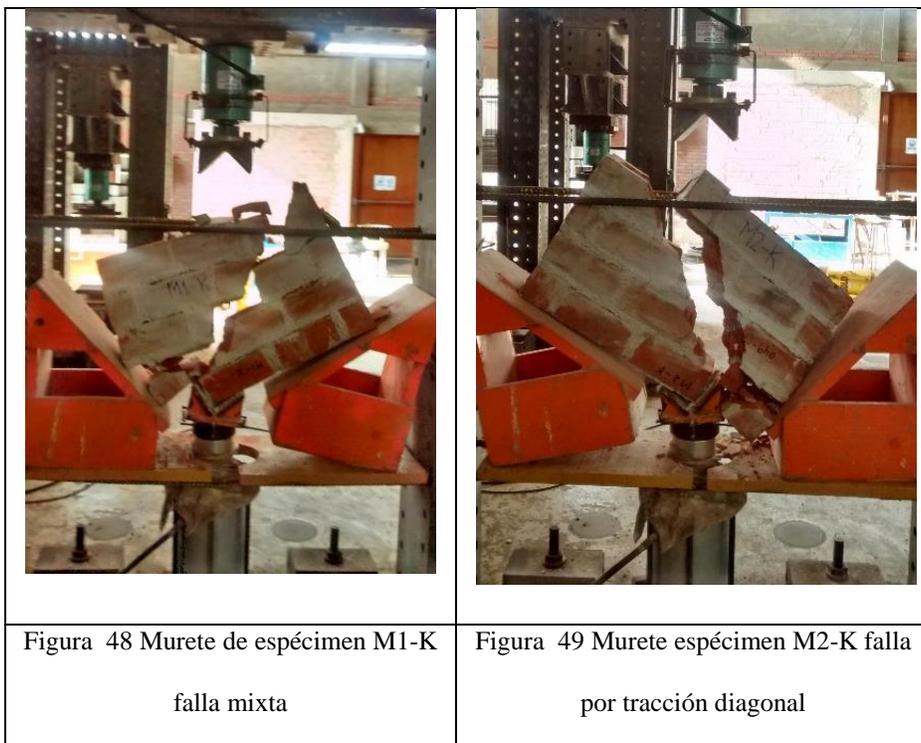


c) Fallas en los muretes

Se pudieron identificar dos tipos de fallas en los muretes de concreto compuesto espécimen M3-C y M4-C, en el caso del espécimen M3-C presento falla por tracción diagonal de manera explicativa lo que fallaron son los ladrillos ya que en la Figura 46 muestra la grieta se extendió toda la diagonal, esta falla se concluye que tuvo una buena adherencia el mortero y la unidad compuesta. En el espécimen M4-C tuvo una falla mixta, ya que presento una falla por tracción diagonal con una pequeña tendencia de falla adherencia mortero – unidad tal como se muestra en la Figura 47.



Los especímenes en muretes de KKA son: M1-K y M2-K, en la Figura 48 el espécimen M1-K presenta una falla mixta es decir presenta una falla tracción (fallaron los ladrillos) también una falla por adherencia mortero-unidad este último ubicado en un asiento del KKA tercera hilada tal como se muestra en la Figura 49. El espécimen M2-K tuvo una falla por tracción diagonal, donde la unidad KKA se agrieto conjuntamente con el mortero.



6.1.2. Resultados en análisis de costo de la unidad

El análisis de costo es una descripción detallada de todos los insumos que incluirá por unidad de ladrillo compuesto dando el resultado del precio total de todos los insumos en la producción de una unidad compuesta. Para obtener el resultado debemos plantear dos casos están son: Precios de

insumos por bolsa de agregados de la Ferretería Sánchez y precios de insumos por 1m³ de agregados de la Ferretería Sánchez.

6.1.2.1. Listas de insumos tangible previsto por unidad compuesta

Esta lista de insumos es importante ya que se requiere investigar detalladamente y exhaustiva los precios de los insumos, estos deben basar en precios del mercado actuales del proveedor Ferretería Sánchez. A continuación, se muestran los insumos que debemos incluir en la producción por unidad de concreto compuesto.

- Precio de arena por unidad de LCC
- Precio del confitillo por unidad de LCC
- Precio de cemento por unidad de LCC
- Precio de PET por unidad de LCC
- Precio de KKA por unidad
- Precio de arena gruesa para uso del mortero
- Precio de cemento para uso de mortero

No se presentará materiales intangibles como el tiempo y la energía que se requiere para completar el proyecto en este caso para una mayor sencillez en el análisis.

6.1.2.2. Análisis de costo

Tendremos dos casos el primero son los precios por bolsa de agregado solicitado y el segundo caso es el precio por 1 m³ de agregado solicitado.

a) Caso N° 01: Precios por bolsa de agregado

Para elaborar la unidad compuesta se compró de la Ferretería Sánchez ubicados en Jr. Echenique, Distrito de Magdalena del Mar. los materiales por bolsa de agregado en confitillos, arena gruesa, Cemento y PET a continuación se muestra los precios por bolsa de agregados (**ver Anexo N° 1**).

Precios por bolsa de agregados:

Cemento bolsa = 42.5 kg → S/. 20.60

Arena Gruesa x bolsa = 33 kg → S/. 3.00

Confitillo x bolsa = 33kg → S/. 6.00

PET x bolsa = 30kg → S/. 20.00

Precios por kg de agregados:

Cemento bolsa x kg → S/. 0.48

Arena Gruesa x bolsa x kg → S/. 0.08

Confitillo x bolsa x kg → S/. 0.16

PET x bolsa x kg → S/. 0.67

Los pesos por unidad ladrillo en kilogramos fueron obtenidos por la proporción de peso húmedo de diseño de mezcla, para la unidad de prueba sin Pet es 1: 3.6: 2.14 (cimento: arena: confitillo) y para unidad LCC con 0.25PET es 0.25: 1: 3.6: 2.14 (PET; cemento; arena; confitillo), una vez obtenidos los pesos de agregado por unidad se multiplica los precios x kg obteniendo el costo total

de los insumos por unidad, en la Tabla 48 el costo de la unidad prueba sin pet es S/ 0.71 soles y el costo de la unidad LCC S/ 0.75 soles.

Tabla 48. Cuadro comparativo de insumos de las unidades de concreto sin pet y con pet de 0.25

Precios x bolsa de agregados					
Precio por Kg de agregado		Costo x Unidad de Prueba		Costo x Unidad LCC	
MATERIAL	Precio x Kg	Peso Agregados x Unidad de Prueba (kg)	Total x Unidad Prueba	Peso Agregado x Unidad LCC (kg)	Total x Unidad LCC
CEMENTO	S/. 0.48	0.64	S/. 0.31	0.58	S/. 0.28
FINO	S/. 0.08	2.32	S/. 0.19	2.1	S/. 0.17
GRUESO	S/. 0.16	1.38	S/. 0.22	1.25	S/. 0.20
PET	S/. 0.67	0	S/. 0.00	0.15	S/. 0.10
		Total	S/. 0.71	Total	S/. 0.75

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Tesista)

b) Caso N° 02: Precios por 1 m³ de agregado

Precios por 1 m³ de agregados:

Cemento bolsa = 42.5 kg → S/. 20.60

Arena Gruesa x bolsa Pus= 1475 kg/m³ → S/. 39.00

Confitillo x bolsa Pus= 1345 kg/m³ → S/. 55.00

PET x bolsa = 30kg → S/. 20.00

Precios por kg de agregados:

Cemento bolsa x kg → S/. 0.48

Arena Gruesa x bolsa x kg → S/. 0.03

Confitillo x bolsa x kg → S/. 0.04

PET x bolsa x kg → S/. 0.67

En el caso N° 2 la arena y el confitillo por un m³ de agregado pesa 1475 kg y 1345 kg respectivamente obtenidas en las características del agregado, en la Tabla 49 se verifica el costo por unidad de prueba es S/ 0.43 soles y el costo por unidad de LCC es S/ 0.49 soles.

Tabla 49. Cuadro comparativo de insumos de las unidades de concreto sin pet y con pet de 0.25

Precios x 1 m ³ de agregados					
Precio por Kg de agregado		Costo x Unidad de Prueba		Costo x Unidad LCC	
MATERIAL	Precio x Kg	Peso Agregados x Unidad de Prueba (kg)	Total x Unidad Prueba	Peso Agregado x Unidad LCC (kg)	Total x Unidad LCC
CEMENTO	S/. 0.48	0.64	S/. 0.31	0.58	S/. 0.28
FINO	S/. 0.03	2.32	S/. 0.07	2.1	S/. 0.06
GRUESO	S/. 0.04	1.38	S/. 0.06	1.25	S/. 0.05
PET	S/. 0.67	0	S/. 0.00	0.15	S/. 0.10
		Total	S/. 0.43	Total	S/. 0.49

Dato Obtenido por cuenta propia (Fuente: Norma E.070)

6.1.3. Resultados de aplicaciones del concreto con PET en la construcción

En el proceso de elaboración del concreto con PET el diseño de mezcla la resistencia teórica fue: $f^c=140$ kg/cm², pero el experimental fue: $f^c=171$ kg/cm² y con esta mezcla se trabajó la unidad compuesta tuvo una resistencia a la compresión simple de f^b de 65 kg/cm² en la cual se consideró como de Clase I el ladrillo de concreto compuesto y además los ensayos no clasificados como : absorción y succión nos verifica que existe una capacidad de ser permeable el material y además puede pasar el agua con facilidad en sus poros, y este es el caso que podemos formar otros materiales compuestos utilizados en la construcción realizando un diseño con un valor agregado para drenar agua en zonas lluviosas:

a.1. Enchape de concreto: Este es un material para uso como enchape arquitectónico en fachadas y/o elemento decorativo en el interior o exterior en este caso no es necesario su clasificación o clase a fines estructurales del ladrillo ya que va actuar como enchape a nivel arquitectónico. Su dimensión se podría diseñar en 20x10x3 (largo, ancho, alto). El ladrillo de concreto con PET tiene un aspecto peculiar en su base áspero con acabado, en la Figura 50 muestra los enchapes de concreto y el acabado del material compuesto.



Figura 50. Materiales que podrían aplicarse con PET

a.2. Adoquines de concreto: Este material tiene forma rectángula o Estriado sus usos para su aplicación podría ser en pavimentos peatonales de poca resistencia como veredas, plazas, parques etc. La clase de ladrillo no importa además la absorción 4% y succión 15 gr/(200xcm²x min) del ladrillo compuesto favorece las condiciones de lluvia facilitando el descenso del agua en sus vacíos , se muestra en la Figura 51 los adoquines de concreto, sus dimensiones podrían ser:

- **Adoquines de concreto rectangular:** Ancho 10cm Largo 20 cm Espesor 4,6,8 cm
- **Adoquines de concreto estriado:** Ancho 11.25 cm Largo 22.5 cm Espesor 4,6 cm

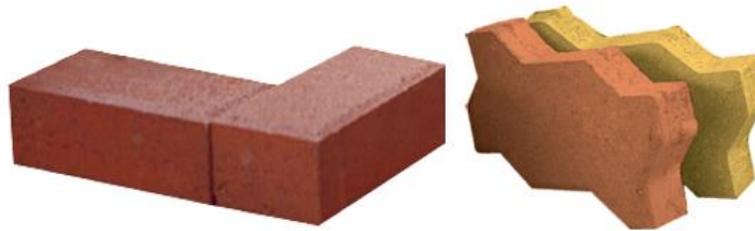


Figura 51. Adoquines que se podrían usar la mezcla del con concreto con PET

- **Adoquines de concreto hexagonal con 0.25 Pet 15 de ancho y 10 de altura**

En el laboratorio de concreto se elaboró un adoquín hexagonal de concreto con PET lado 15 cm y altura 10 cm verificando un buen drenaje de agua de pérdida de agua en el material por ser un material compuesto con succión muy bajo y una absorción muy bajo, en la Figura 52 se muestra este material.



Figura 52. Adoquín hexagonal de concreto con PET

Se realizó una prueba para ver si es permeable el adoquín hexagonal regándolo agua en la base superior con una pequeña manguera con botella de agua, en el tiempo $t= 33$ s y $t=43$ s no existe flujo de agua que se deslice al lado de las aristas.



Figura 53. Tiempo transcurrido de riego $t=33$ seg



Figura 54. Tiempo de transcurrido de riego $t=43$ seg

Se observa en la base inferior de adoquín hexagonal existe gotas de agua por la cual se verifica el material del adoquín hexagonal es permeable, este se puede concluir por la succión de 15 gr/(200xcm2x min) y absorción de 4.12 % del ladrillos de concreto con pet.



Figura 55. Gotas de agua en base inferior verificación de la permeabilidad

a.3. Rejillas de concreto: Este material se puede dar como usos en estacionamiento vehiculares, patios residenciales y vías de accesos. Por tener áreas vacías tiene una resistencia

al desgaste, económico y muy arquitectónico los tipos de fabricación se puede en MICHÍ “#” y OCHO “8”. En la Figura N° 50 se muestra los materiales.

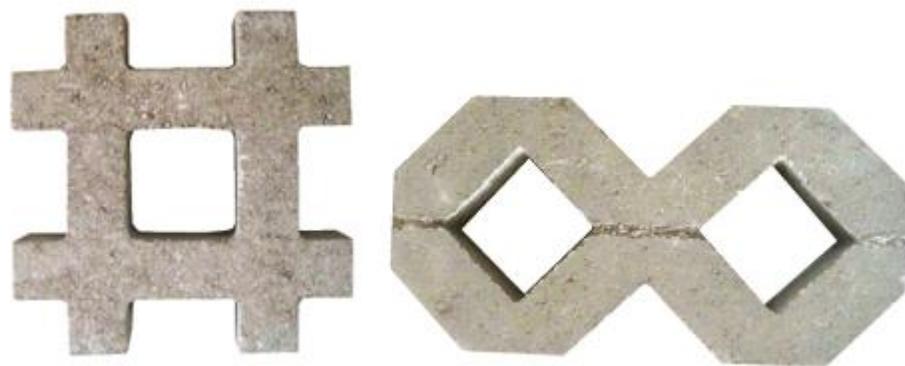


Figura 56. Material que se podrían hacer con PET para rejilla de concreto MICHÍ y OCHO

CONCLUSIONES

- Se evaluaron los ensayos clasificados de la unidad de concreto compuesto (LCC) con resultados de variabilidad dimensional de -0.3%, -0.1%, -2.0%, alabeo de 3mm y resistencia a la compresión de la unidad compuesta $f^b = 65 \text{ kg/cm}^2$, alcanzando una clasificación de ladrillo I, logrando incorporar el LCC en la tabla de clasificación con fines estructurales en la Norma E.070 (Capítulo 3, Artículo 5.2).
- Se evaluaron los ensayos no clasificados para los ladrillos de concreto compuesto (LCC), donde se obtuvo que la absorción es 4.12% y según los parámetros aceptables de la Norma E.070 para unidades de concreto (Capítulo 3, Artículo 5.5) esta no debe superar al 12% (siendo aceptable), también se evalúa el ensayo de succión, obteniéndose un valor de 15 gr/(200 cm²-min) en unidades LCC, donde el parámetro de la Norma E.070 (Capítulo 4, Artículo 4.4) sugiere estar entre 10 a 20 gr/ (200 cm²-min), dando a conocer el buen uso y la eficacia del concreto con PET en el procedimiento constructivo de los muros de albañilería.
- La resistencia característica a compresión axial de concreto con PET en pilas es $f^m = 59 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia característica a corte puro en muretes es $V^m = 7.81 \text{ kg/cm}^2$, en cambio en el ladrillo de king Kong de arcilla macizo se tuvo un $f^m = 41 \text{ kg/cm}^2$ y $V^m = 4.69 \text{ kg/cm}^2$, concluyendo que la unidad de concreto con PET tiene buen comportamiento en muros de albañilería en esfuerzo axial y corte puro, mayor que el king Kong de arcilla.
- Se determinó en el caso 2, (ver Tabla 49), si compramos la arena fina y arena gruesa por m³ el costo de la unidad incluido utilidad e IGV es S/0.70 soles descomponiéndose:
 - Insumos de arenas gruesa, confitillo, cemento y PET valor de S/. 0.49 soles

- Utilidad 20% (S/. 0.10 soles)
- IGV 0.18% (S/. 0.11 soles).

En cambio, el adoquín recto de 10x20x4 cm su precio de S/. 0.70 soles y el king Kong su precio en la distribuidora fue S/. 0.70 soles verificando los precios de ambos materiales no varían.

- Se pudo verificar de manera experimental que el adoquín hexagonal de concreto con PET al agregarle agua en la parte superior de su base tiene la capacidad de ser permeable, es decir, a través de este material compuesto puede pasar el agua y fluir en sus vacíos debido a su descomposición de grano de PET agregado induciéndose características de permeabilidad (por el bajo valor de la absorción de 4.12%) y succión de 15 gr/ (200 cm²-min) en unidades de concreto compuesto (LCC),
- La proporción teórica en pesos húmedos en el diseño de mezcla de concreto fue 1: 3.6 : 2.14 : 27.2 lts/bls con una resistencia a la compresión de manera experimental de $f'_c=171$ kg/cm², con ello se elaboró el ladrillo de concreto con PET con los siguientes pesos proporcionales de : 0.25PET, 0.375PET, 0.50PET, 0.625PET y 0.625PET con una resistencia característica a compresión a la unidad f'_b (kg/cm²) de 90 kg/cm², 37 kg/cm², 34 kg/cm², 41kg/cm² y 23 kg/cm² respectivamente verificando que son inversamente proporcionales, y que el PET no tiene fines estructurales pero si propiedades de permeabilidad en el material compuesto.

RECOMENDACIONES

- Para una mejora continua del presente proyecto se recomienda a futuros estudiantes en disminuir la relación de a/c y obtener $f'c$ experimental mayor a 170kg/cm^2 con el fin de obtener una unidad compuesta con clasificación de ladrillo tipo V, verificando también ensayos no clasificados, comportamiento de muros y fallas.
- Diseñar un adoquín de concreto con PET, con la función de obtener un sistema de drenaje debido a los valores menores de succión y absorción que presenta el material de concreto con PET y por tener una capacidad de permeabilidad, así daremos un valor agregado al producto compuesto justificando su costo.
- Se recomienda al mezclar la arena gruesa, confitillo, cementos, PET y agua con un equipo mezclador de 180 lt y motor de 800W, que nos sirva el aseguramiento de la buena combinación de estos insumos para un mezclado con eficiencia.
- Diseñar la mezcla de concreto con un slump de 2"-3" para tener una mayor trabajabilidad y manejo en la elaboración de ladrillos compuestos, sin tener un concreto con PET de consistencia seca.
- Producir un material de rejilla de concreto con PET (forma de # y 8) tratando de indagar su relación respecto a costo, durabilidad, resistencias, comportamiento de fallas y ensayos no clasificados; mostrando así sus beneficios como material compuesto.
- Tener una mesa vibratoria para uniformizar y acomodar la arena gruesa, confitillo, cemento, PET y agua desapareciendo las cangrenas en el concreto con PET para una mejor calidad del material compuesto.

- **FUENTES DE INFORMACION**

Ruiz, A (2014, 04 de diciembre.). La COP20 inundara la ciudad de botellas de plásticos. *El Comercio*. Recuperado el día 02.05.2017 de <http://elcomercio.pe/economia/peru/cop20-inundara-ciudad-botellas-plastico-noticia-1776237>

Osorio P. (2012, 02 de diciembre.). Ladrillo ecológico logra medalla de creatividad. *Diario Correo*. Recuperado el 02.05.2017 de <http://diariocorreo.pe/ciudad/ladrillo-ecologico-logra-medalla-a-la-creat-206531/>

Molina, A., Vizcaino A., Ramírez F. (2017). *Estudio de las Características físico-mecánica de ladrillos elaborados con plásticos reciclados en el municipio de acacias (meta)*. (Tesis Titulo, Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Civil). Recuperado el 05 de mayo de 2017, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/15143/40002085.pdf;jsessionid=F0138E95B6A8021548F3D43534E986BC?sequence=2>

Comité Especializado de la NTE E.070. (2006). Norma E.070 de Albañilería. Lima: Macro

Mansilla P., Ruiz Marcos. (2009) Reciclaje de botellas de PET para obtener fibras de poliéster. Recuperado el 25 de agosto de 2016 de <http://www.redalyc.org/pdf/3374/337428493008.pdf>

Gaggino R. (2015). *Botellas descartables para casas sustentables*. República de Argentina. Recuperado el día 02 de octubre 2016 de <http://www.conicet.gov.ar/botellas-descartables-para-casas-sustentables/>

Malpica Ines M. (16 de feb. 2010). Ladrillos Plásticos Reciclados [Archivo de Video] .
Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=qJ1-LxbA2oE&feature=youtu.be>

Cadillo. D. (22 de junio de 2013). El plástico y su repercusión medio ambiental. [Mensaje de Blog]. Recuperado de <https://mundoverdecologico.wordpress.com/2013/06/22/tiempo-de-vida-del-plastico-y-sus-derivados/>

- ANEXOS

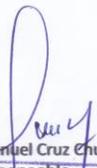
Anexo A. Humedad natural del agregado fino

	Universidad Nacional Federico Villarreal	Facultad de Ingeniería Civil	
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>			
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES			
DETERMINACIÓN DE HUMEDAD NATURAL NTP 339.185, ASTM C566			
ATENCION	: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova		
TESIS	: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion		
MATERIAL	: Agregado Fino		
FECHA	: 23/03/2016		
 HUMEDAD NATURAL % : 2.91			
 			
V.B° Ing. Manuel Cruz Chuyes <u>Responsable</u> <u>Laboratorio ensayo de materiales</u>			
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Mecánica de Suelos COORDINADOR			
<hr/> Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe			

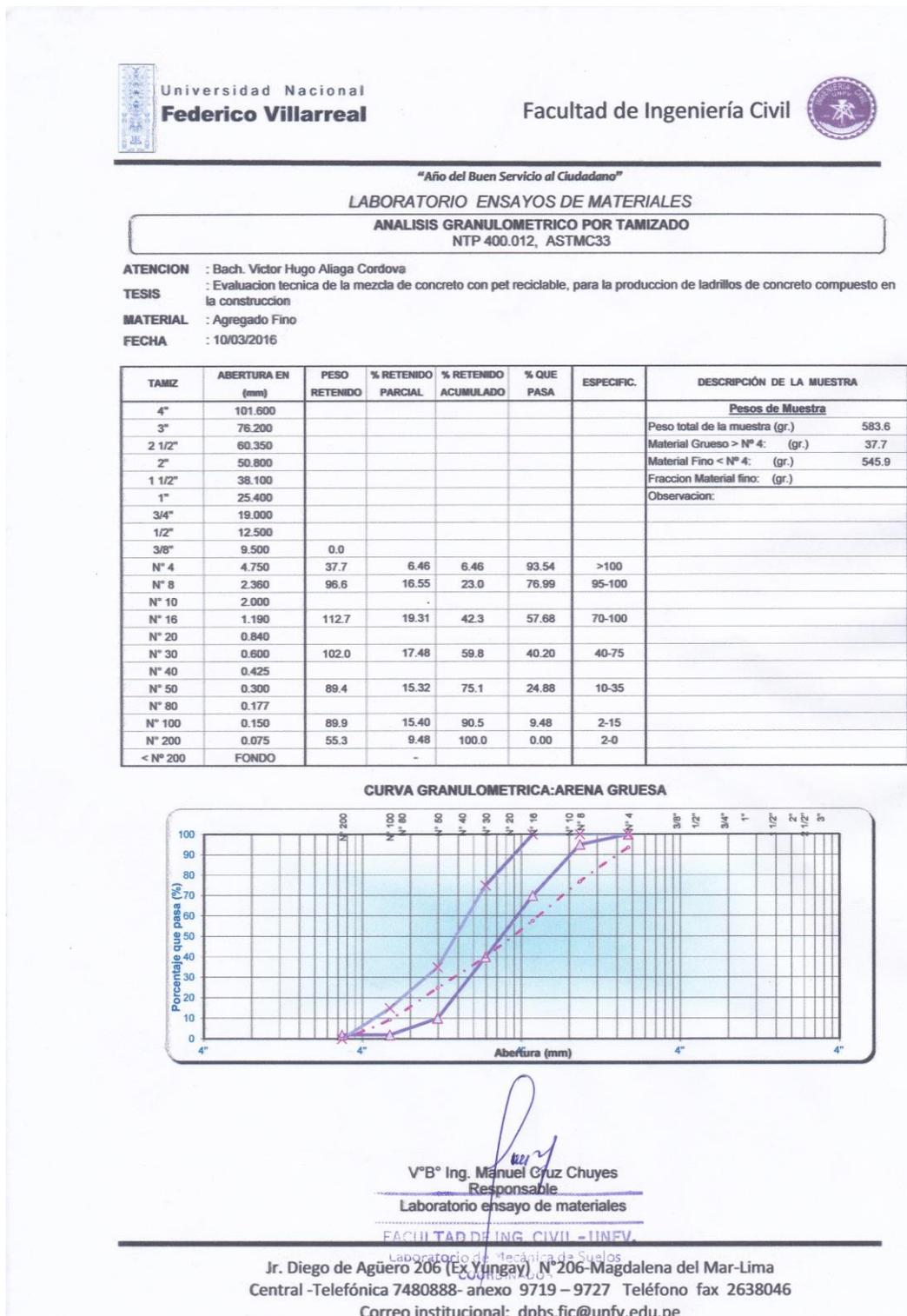
Anexo B. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil</p> 						
<p><i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p> <p>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p>							
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO NTP 339.185, ASTM C566</p> </div>							
<p>ATENCIÓN</p> <p>TESIS</p> <p>MATERIAL</p> <p>FECHA</p>	<p>: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova</p> <p>: Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la producción de ladrillos de concreto compuesto en la construcción</p> <p>: Agregado Fino</p> <p>: 23/03/2016</p>						
<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Peso Unitario Suelto Arena (kg/m³)</td> <td style="padding-right: 20px;">:</td> <td>1475</td> </tr> <tr> <td>Peso Unitario Compactado Arena (kg/m³)</td> <td>:</td> <td>1865</td> </tr> </table>		Peso Unitario Suelto Arena (kg/m ³)	:	1475	Peso Unitario Compactado Arena (kg/m ³)	:	1865
Peso Unitario Suelto Arena (kg/m ³)	:	1475					
Peso Unitario Compactado Arena (kg/m ³)	:	1865					
 <p>V.B. Ing. Manuel Cruz Chuyes</p> <p><u>Responsable</u></p> <p><u>Laboratorio ensayo de materiales</u></p> <p>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,</p> <p>Laboratorio de Ensayos de Materiales</p> <p>COORDINADOR</p>							
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046</p>							

Anexo C. Peso específico y absorción del agregado fino

	Universidad Nacional Federico Villarreal	Facultad de Ingeniería Civil	
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>			
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES			
DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION NTP 400.022			
ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova			
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion			
MATERIAL : Agregado Fino			
FECHA : 12/04/2016			
Peso Especifico gr/cm ³ : 2.562			
Absorción % : 1.379			
			
V.B° Ing. Manuel Cruz Chuyes Responsable			
Laboratorio ensayo de materiales FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR			
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe			

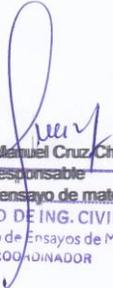
Anexo D. Granulometría del agregado fino



Anexo F. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	<p>Facultad de Ingeniería Civil</p> 
<p><i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i></p> <p>LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES</p>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;"> <p>DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y VARILLADO NTP 339.185, ASTM C566</p> </div>	
<p>ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova</p> <p>TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion</p> <p>MATERIAL : Agregado Grueso</p> <p>FECHA : 23/03/2016</p>	
<p>Peso Unitario Suelto Arena (kg/m³) : 1345</p> <p>Peso Unitario Compactado (kg/m³) : 1461</p>	
 <p>V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes Responsable</p> <hr style="width: 100%;"/> <p>Laboratorio ensayo de materiales FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR</p>	
<hr/> <p>Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dobs.fic@unfv.edu.pe</p>	

Anexo G. Peso específico y absorción del agregado grueso

	Universidad Nacional Federico Villarreal	Facultad de Ingeniería Civil	
<hr/> <i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i> LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES			
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y ABSORCION NTP 400.017</div>			
ATENCION	: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova		
TESIS	: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion		
MATERIAL	: Agregado Grueso		
FECHA	: 12/04/2016		
Peso Especifico (gr/cm³) : 2.691 Absorción (%) : 0.909			
 V.B° Ing. Manuel Cruz Chuyes <u>Responsable</u> Laboratorio ensayo de materiales F.º CULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR			
<hr/> Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe			

Anexo H. Granulometría del agregado grueso



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012, ASTM C33

ATENCIÓN : Bach. Víctor Hugo Aliaga Cordova

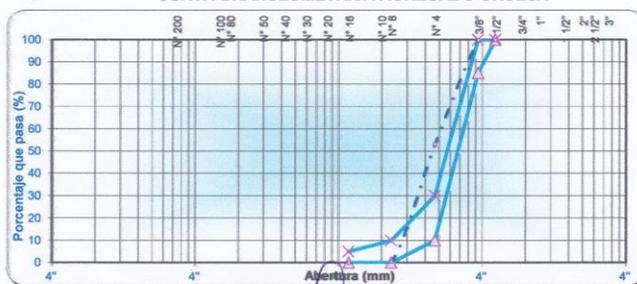
TESIS : Evaluación técnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la producción de ladrillos de concreto compuesto en la construcción

MATERIAL : Agregado Grueso

FECHA : 10/03/2016

TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIFIC.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
4"	101.600						Pesos de Muestra
3"	76.200						Peso total de la muestra (gr.) 1067.3
2 1/2"	60.350						Material Grueso > N° 4: (gr.) 500.5
2"	50.800						Material Fino < N° 4: (gr.) 566.8
1 1/2"	38.100						Fracción Material fino: (gr.)
1"	25.400						Observación :
3/4"	19.000						
1/2"	12.500	0	0.00	0.00	100.00	>100	
3/8"	9.500	1.3	0.12	0.12	99.88	85-100	
N° 4	4.750	499.2	46.77	46.89	53.11	10-30	
N° 8	2.360	562.6	52.71	99.61	0.39	0-10	
N° 10	2.000						
N° 16	1.190	4.2	0.39	100.00	0.00	0-5	
N° 20	0.840						
N° 30	0.600						
N° 40	0.425						
N° 50	0.300						
N° 80	0.177						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075						
< N° 200	FONDO	0.0					

CURVA GRANULOMÉTRICA AGREGADO GRUESA



V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable
Laboratorio ensayo de materiales

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL - UNFV
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N° 206 - Magdalena del Mar - Lima
Central - Telefónica 7480888 - anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo I. Diseño de mezcla (Parte 1)



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA

SOLICITA : VICTOR HUGO ALIAGA CORDOV

TESIS : EVALUACION TECNICA DE LA MEZCLA DE CONCRETO CON PET RECICLABLE, PARA LA PRODUCCION DE LADRILLOS DE CONCRETO COMPUESTO EN LA CONSTRUCCION.

LUGAR : JR. DIEGO DE AGÜERO 206 (EX YUNGAY) - DISTRITO DE MAGDALENA DEL MAR.

FECHA : 10-06-2016

ESPECIFICACIONES:

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 140 kg/cm^2 , a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento:

-Cemento Sol Tipo I
-Peso específico (gr/cm^3) ... 3.12

B.-Agua:

-Potable, de la zona FIC.

C.-Agregado fino: Ferretería Sánchez –Cantera Huachipa

-Peso específico de masa	2.562 gr/cm^3
-Peso unitario suelto	1475 kg/m^3
-Peso unitario compactado	1865 kg/m^3
-Contenido de humedad	2.91 %
-Absorción	1.379 %
-Módulo de fineza	2.97
-Malla 200	9.48 %

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo J. Diseño de mezcla (Parte 2)

116



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

D.-Agregado grueso: Ferretería Sánchez –Cantera Huachipa

-Piedra, perfil angular	
-Tamaño Máximo Nominal	3/8"
-Peso unitario suelto	1345 kg/m ³
-Peso unitario compactado	1461 kg/m ³
-Peso específico de masa	2.691 gr/cm ³
-Absorción	0.909 %
-Módulo de fineza	5.45 Adime
-Contenido de humedad	0.35 %
-Malla 200	0.0 %

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/8", el volumen unitario de agua es de 207 lt/m³.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.68

FACTOR CEMENTO

F.C.: $207 / 0.68 = 303 \text{ kg/m}^3 = 7.1 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS:

cemento	303 kg/m ³
agua efectiva	194 lt/m ³
agregado fino	1122 kg/m ³
agregado grueso.....	649 kg/m ³

PROPORCION EN PESO HUMEDOS

303 : 1122 : 649 : 194

303 303 303 303

1: 3.6: 2.14 / 27.2 lts/bolsa


 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.
 Laboratorio ensayos de materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo K. Resistencia a la compresión f'c

117



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
ASTM 339.034, NTP C 39

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
FECHA : 06/06/2016

ORDEN	IDENTIFICACION	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	CARGA MAX (kg)	SECCION (m ²)	RESISTENCIA f'c (kg/cm ²)
1	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	10620	89	119
2	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	10870	89	122
3	Concreto sin adionante	03/05/2016	10/05/2016	7	12400	89	140
4	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	11310	89	127
5	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	13240	86	154
6	Concreto sin adionante	03/05/2016	31/05/2016	14	11410	89	128
7	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	18620	90	208
8	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	15390	89	172
9	Concreto sin adionante	03/05/2016	06/06/2016	28	11920	89	134



V°B° Ing- Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
 Laboratorio de ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo L. Resistencia característica a la compresión de la unidad f' b



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION DE LA UNIDAD
Normas NTP 399.613 y 339.604

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Unidades de Concreto Compuesto
FECHA : 21/10/2016

RESISTENCIA DE COMPRESION Fb												
Orden	Identificacion	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	fb (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	fb' (kg/cm ²)
1	PRUEBA	24/08/2016	21/10/2016	P1 - A	23.200	12.844	297.98	39180	131.48	139.32	16.23	123
2		24/08/2016	21/10/2016	P1 - B	23.150	12.539	290.28	45860	157.99			
3		24/08/2016	21/10/2016	P1 - C	23.000	12.563	288.95	37130	128.50			
4	0.25PET	26/08/2016	21/10/2016	P2 - A	23.000	12.531	288.21	26100	90.56	92.66	3.85	89
5		26/08/2016	21/10/2016	P2 - B	22.950	12.538	287.75	27940	97.10			
6		26/08/2016	21/10/2016	P2 - C	22.950	12.553	288.09	26020	90.32			
7	0.375PET	02/09/2016	21/10/2016	P4 - A	23.000	12.565	289.00	18310	63.36	52.59	19.70	33
8		02/09/2016	21/10/2016	P4 - B	23.000	12.580	289.34	18680	64.56			
9		02/09/2016	21/10/2016	P4 - C	22.950	12.609	289.38	8640	29.86			
10	0.50PET	01/09/2016	21/10/2016	P3 - A	22.950	12.483	286.48	11390	39.76	36.48	3.57	33
11		01/09/2016	21/10/2016	P3 - B	23.000	12.343	283.89	10510	37.02			
12		01/09/2016	21/10/2016	P3 - C	23.000	12.521	287.98	9410	32.68			
13	0.625PET	05/09/2016	21/10/2016	P5 - A	23.000	12.471	286.83	12910	45.01	42.60	2.24	40
14		05/09/2016	21/10/2016	P5 - B	23.000	12.460	286.58	11630	40.58			
15		05/09/2016	21/10/2016	P5 - C	23.000	12.530	288.19	12168	42.22			
16	0.75PET	09/09/2016	21/10/2016	P6 - A	22.900	12.566	287.76	5830	20.26	29.67	8.77	21
17		09/09/2016	21/10/2016	P6 - B	23.000	12.520	287.96	8970	31.15			
18		09/09/2016	21/10/2016	P6 - C	23.000	12.588	289.52	10890	37.61			

VºBº Ing. Manuel Cruz Chuyes

Responsable

Laboratorio ensayos de materiales

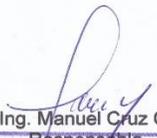
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.

Laboratorio de Ensayos de Materiales

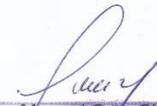
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo M. Ensayo de variabilidad dimensional unidad compuesta

 Universidad Nacional Federico Villarreal		Facultad de Ingeniería Civil 															
"Año del Buen Servicio al Ciudadano" LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES																	
ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL NORMA NTP 399.613 Y 399.604																	
ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion MATERIAL : Ladrillo de concreto compuesto (LCC) FECHA : 13/03/2017																	
LADRILLOS DE CONCRETO COMPUESTO																	
Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp		
L-1	232.2	231	231.4	233.55	232.04	125.45	124.4	124.15	124.55	124.64	90.1	91.85	93.1	93.45	92.13		
L-2	230.35	230.1	231.6	231.2	230.81	124.3	124.3	126.15	124.2	124.74	91.5	90.25	91.2	90.4	90.84		
L-3	229.85	228.25	227.95	230.6	229.16	125.95	125.35	126.5	128.05	126.46	95.1	93.6	92.3	92.45	93.36		
L-4	230.25	230.75	231.4	230.7	230.78	124.4	124.5	126.5	124.65	125.01	92.05	88.85	91	92.3	91.05		
L-5	231.5	230	231.3	232.1	231.23	124.55	124.4	124.8	124.6	124.59	92.4	90.05	89.9	90.75	90.78		
MP					230.80	MP					125.09	MP					91.63
Leyenda : MP : Medida promedio																	
 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes Responsable Laboratorio ensayos de materiales FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV. Laboratorio de Ensayos de Materiales																	
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe																	

Anexo N. Ensayo de variabilidad dimensional unidad King Kong arcilla

		Universidad Nacional Federico Villarreal		Facultad de Ingeniería Civil													
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"																	
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES																	
ENSAYO DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL NORMA NTP 399.613 Y 399.604																	
ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion MATERIAL :Ladrillo King kong de arcilla (KKA) FECHA : 13/03/2017																	
LADRILLOS KING KONG DE ARCILLA																	
Especimen N°	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)						
	L1	L2	L3	L4	Lp	A1	A2	A3	A4	Ap	H1	H2	H3	H4	Hp		
K-1	210.05	210.45	207.65	206.35	208.63	117.8	120.05	121.3	121.95	120.28	89.05	86.4	85.75	89.65	87.71		
K-2	206.35	208.3	204.4	208.45	206.88	126.8	123.7	120.25	120.45	122.80	91.1	91.95	88.9	90.95	90.73		
K-3	205.95	205.25	208.9	207.7	206.95	121.7	119.15	118.85	117.2	119.23	86.25	87.3	87.4	86.85	86.95		
K-4	206.45	206	208.85	208.45	207.44	123.55	122.1	117.65	116.2	119.88	89.7	87.1	87.6	88.85	88.31		
K-5	206	206.75	208.2	207.5	207.11	120.5	121.45	118.5	117.65	119.53	88.55	89.7	88.5	88.7	88.86		
		MP		207.40				MP		120.34				MP		88.51	
Leyenda : MP : Medida promedio																	
 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes Responsable Laboratorio de ensayos de materiales Laboratorio de Ensayos de Materiales COORDINADOR																	
Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe																	

Anexo O. Ensayo de alabeo unidad compuesta



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE ALABEO NORMA NTP 399.61

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
FECHA : 13/03/2017

LADRILLOS DE CONCRETO COMPUESTO								
Orden	Especimen N°	CONVEXIDAD			CONCAVIDAD			
		CARA SUP (mm)	CARA INF (mm)	PROM	CARA SUP (mm)	CARA INF (mm)	PROM	
1	L-1	6	6	1	4.33		1	1.00
2	L-2	2	4		3.00		1	1.00
3	L-3	3	3		3.00		1	1.50
4	L-4	4	3		3.50		1	0.50
5	L-5	2	4		3.00		1	0.50

CONVEXIDAD PROM (mm) = 3.4

CONCAVIDAD PROM (mm) = 0.9


 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo P. Ensayo de alabeo unidad king kong de arcilla



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE ALABEO NORMA NTP 399.61

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Ladrillo King kong de arcilla (KKA)
FECHA : 13/03/2017

LADRILLOS KING KONG ARCILLA										
Orden	Especimen N°	CONVEXIDAD				CONCAVIDAD				
		CARA SUP (mm)	CARA INF (mm)	PROM	CARA SUP (mm)	CARA INF (mm)	PROM			
1	K-1			1	1.00	1	0	1		0.67
2	K-2	1		1	1.33		1			1.00
3	K-3			2	2.00	3	2			2.50
4	K-4	1	0	1	1.00					
5	K-5		2	4	2.67	2				2.00

CONVEXIDAD PROM (mm) = 1.6

CONCAVIDAD PROM (mm) = 1.5


 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo Q. Ensayo resistencia característica a la compresión de unidades compuestas



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA CARACTERISTICA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA f_b (kg/cm²)
NORMA NTP 399.613 y 339.604

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de
MATERIAL : Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
FECHA : 27/03/2017

EDAD : 28 dias

LADRILLOS DE CONCRETO COMPUESTO										
Dosificacion	Fecha de Ensayo	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	f_b (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	f_b (kg/cm ²)
0.25 PET	14/03/2017	1-C	23.00	12.50	287.50	24430	84.97	78.24	13.00	65
	14/03/2017	2-C	23.00	12.50	287.50	18900	65.74			
	14/03/2017	3-C	22.90	12.40	283.96	20190	71.10			
	14/03/2017	4-C	23.00	12.60	289.80	17090	58.97			
	14/03/2017	5-C	22.90	12.50	286.25	21350	74.59			
	14/03/2017	6-C	23.00	12.50	287.50	29120	101.29			
	14/03/2017	7-C	23.00	12.50	287.50	23240	80.83			
	14/03/2017	8-C	22.90	12.50	286.25	26450	92.40			
	14/03/2017	9-C	22.90	12.50	286.25	24190	84.51			
	14/03/2017	10-C	23.00	12.50	287.50	19540	67.97			


V.B. Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable
Laboratorio ensayos de materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
C.O. J. NADDA

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo R. Ensayo resistencia característica a la compresión de unidades king kong arcilla



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A LA COMPRESION DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA f_b (kg/cm²)
NORMA NTP 399.613 y 339.604

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de
MATERIAL : Ladrillo King kong Arcilla (KKA)
FECHA : 27/03/2017

EDAD : 28 dias

LADRILLOS KING KONG ARCILLA										
Dosificacion	Fecha de Ensayo	Unidad	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Carga (Kg)	f _b (kg/cm ²)	Prom (kg/cm ²)	Desviacion estándar	f _b (kg/cm ²)
KING KONG ARCILLA	30/03/2017	K-1	20.95	12.10	253.50	23210	91.56	87.56	6.29	81
	30/03/2017	K-2	20.95	12.15	254.54	22730	89.30			
	30/03/2017	K-3	21.00	12.20	256.20	20350	79.43			
	30/03/2017	K-4	20.70	11.95	247.37	21140	85.46			
	30/03/2017	K-5	20.50	12.00	246.00	23540	95.69			
	30/03/2017	K-6	20.45	12.00	245.40	23120	94.21			
	30/03/2017	K-7	20.60	12.05	248.23	22530	90.76			
	30/03/2017	K-8	21.00	12.00	252.00	22820	90.56			
	30/03/2017	K-9	21.00	12.50	262.50	20740	79.01			
	30/03/2017	K-10	21.00	12.05	253.05	20140	79.59			


V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable
Laboratorio ensayos de materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo S. Ensayo de absorción unidades compuestas



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE ABSORCION
Normas NTP 399.604 y 399.1613.

ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de
TESIS ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
FECHA : 27/03/2017

Absorcion de Ladrillo Concreto Compuesto				
Orden	Especimen N°	Peso saturado wa (gr)	Peso Seco wa (gr)	Absorcion %
1	L-1	4279.8	4086.4	4.73%
2	L-2	4164.1	4003.9	4.00%
3	L-3	4236.9	4070.5	4.09%
4	L-4	4114.2	3953.5	4.06%
5	L-5	4348.4	4193.3	3.70%
Prom. =				4.12%


V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable
Laboratorio ensayos de materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo T. Ensayo de absorción unidades king kong arcilla



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



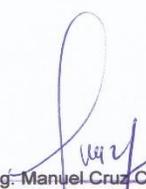
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE ABSORCION
Normas NTP 399.604 y 399.1613.

ATENCION: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIA: Ladrillo king kong arcilla (KKA)
FECHA: 27/03/2017

Absorcion de Ladrillo King Kong Arcilla				
Orden	Especimen N°	Peso saturado wa (gr)	Peso Seco wa (gr)	Absorcion %
1	K-1	4173.5	3672	13.66%
2	K-2	4526.6	4056.8	11.58%
3	K-3	4121.6	3664.9	12.46%
4	K-4	4221.6	3722.8	13.40%
5	K-5	4177.4	3700.9	12.88%
Prom. =				12.79%


 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo U. Ensayo de succión unidades compuestas



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE SUCCION
ITINTEC, 1978

ATENCION: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL: Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
FECHA: 29/03/2017

Succion de Ladrillo Concreto Compuesto							
Orden	Especimen Nº	P.Sec (gr)	P.Suc. (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Succion (gr)
1	L-1	4086.4	4119.6	23.2	12.5	289.2	23.0
2	L-2	4003.9	4026.4	23.1	12.5	287.9	15.6
3	L-3	4070.5	4085.6	22.9	12.6	289.8	10.4
4	L-4	3953.5	3982.7	23.1	12.5	288.5	20.2
5	L-5	4193.3	4204.1	23.1	12.5	288.1	7.5

Prom. Succion (gr/(200xcm²x min)) **15.4**


 V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADORA

Anexo V. Ensayo de succión unidades king kong arcillas



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE SUCCION
ITINTEC, 1978

ATENCION: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova

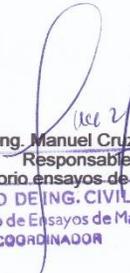
TESIS: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion

MATERIAL: Ladrillo de king kong de (KKA)

FECHA: 29/03/2017

Succion de Ladrillo King Kong Arcilla							
Orden	Especimen Nº	P.Sec (gr)	P.Suc. (gr)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Area (cm ²)	Succion (gr)
1	K-1	3672	3790.3	20.9	12.0	250.9	94.3
2	K-2	4056.8	4134.3	20.7	12.3	254.0	61.0
3	K-3	3664.9	3789.8	20.7	11.9	246.7	101.2
4	K-4	3722.8	3814.4	20.7	12.0	248.7	73.7
5	K-5	3700.9	3786.4	20.7	12.0	247.6	69.1

Prom. Succion (gr/(200xcm²x min)) 79.9


V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable
Laboratorio ensayos de materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo W. Ensayo de densidad unidades compuestas



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



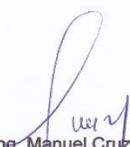
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE DENSIDAD DE LA UNIDAD
Norma ITINTEC, 2002

ATENCION : Bach. Víctor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Ladrillo de concreto compuesto (LCC)
FECHA : 28/02/2017

DENSIDAD DEL LADRILLO DE CONCRETO COMPUESTO					
Orden	Especimen Nº	Peso (gr)	Seco	Volumen	Densidad
		Sumerg. H2O		cm ³	gr/cm ³
1	L-1	2214	4107	1893	2.17
2	L-2	2190	4011	1821	2.20
3	L-3	2285	4229	1944	2.18
Prom. gr/cm³					2.18


V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes
Responsable

Laboratorio ensayos de materiales
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.
Laboratorio de Ensayos de Materiales
COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo X. Ensayo de densidad unidades king kong arcilla



Universidad Nacional
Federico Villarreal

Facultad de Ingeniería Civil



132

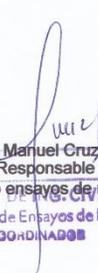
"Año del Buen Servicio al Ciudadano"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE DENSIDAD DE LA UNIDAD
Norma ITINTEC, 2002

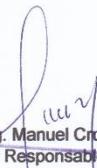
ATENCION : Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova
TESIS : Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion
MATERIAL : Ladrillo king kong de arcilla (KKA)
FECHA : 28/02/2017

DENSIDAD DEL LADRILLO KKA					
Orden	Especimen Nº	Peso (gr)	Seco	Volumen	Densidad
		Sumerg. H2O		cm3	gr/cm3
1	M-1	2100	3772	1672	2.26
2	M-2	2075	3783	1708	2.21
3	M-3	2066	3748	1682	2.23
Prom. gr/cm³					2.23


 VºBº Ing. Manuel Cruz Chuyes
 Responsable
 Laboratorio ensayos de materiales
 Laboratorio de Ensayos de Materiales
 COORDINADOR

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima
 Central -Teléfono 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

Anexo Y. Ensayo de porcentaje de vacíos unidad compuesta

	Universidad Nacional Federico Villarreal	Facultad de Ingeniería Civil 
<i>"Año del Buen Servicio al Ciudadano"</i>		
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES		
ENSAYO DE % HUECOS DE LADRILLO		
ATENCION	: Bach. Victor Hugo Aliaga Cordova	
TESIS	: Evaluacion tecnica de la mezcla de concreto con pet reciclable, para la produccion de ladrillos de concreto compuesto en la construccion	
MATERIAL	: Ladrillo de concreto compuesto	
FECHA	: 29/03/2016	
Huecos % 21%		
 <u>V°B° Ing. Manuel Cruz Chuyes</u> Responsable <u>Laboratorio ensayos de materiales</u> <u>FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.</u> <u>Laboratorio de Ensayos de Materiales</u> COO. INGENIERIA		
<hr/> Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe		

Anexo Z. Ensayo de compresión axial en pilas

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ - LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISÍSMICAS
 Formato para Registro de Datos de Ensayos de Compresión Axial de Prismas de Albañilería (Determinación de $f_{m,pr}$)



Norma de Ensayo / Ref.: ASTM C 1314 (00a), ASTM E 447, ASTM E 111, UBC S 21-17, NTP 359.605 (03), NTE E-070, ASTM C 140, ASTM C 67

Muestra: Prismas hechos con: 6 Unidades / Bloques Alvéolos: Rellenos / No Rellenos

Material: Concreto / Arcilla / Silico-Calcareos Gunit.

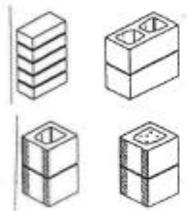
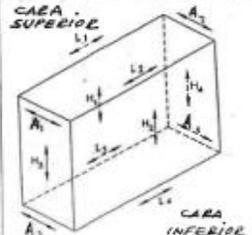
Velocidad de Ensayo: ASTM recomienda: (No menos de 1 min, ni más de 2 min) / (No menos de 3 min, ni más de 4 min) Se podría usar 40 kN / min

INF - LE Nº: 049-2017

Fecha de Construc.: 2017-03-29

Identificación Especimen	Dimensiones Externas del Prisma (mm)										Espesor Paredes de Bloques				P _{max} (mV)	P _{max} (kN)	Tipo Falla	Observaciones
	L ₁ /L ₃	L ₂ /L ₄	L _{trans}	A ₁ /A ₅	A ₂ /A ₄	A _{trans}	H ₁ /H ₃	H ₂ /H ₄	H _{trans}	Exterior Sup / Inf	Interior Sup / Inf	1	2					
	Longit.	Transv.	1	2														
P3-C	23.00	23.1	23.05	11.5	12.4	12.45	62.0	62.0	62.0					205.12				
	23.0	23.1		11.5	12.4		62.0	62.0										
P4-C	23.0	23.1	23.05	11.5	12.4	12.45	62.0	62.0	62.0					173.33				
	23.0	23.1		11.5	12.4		62.0	62.0										
P1-K	20.6	20.4	20.58	11.9	12.0	11.95	60.0	60.0	60.0					112.65				
	20.8	20.3		11.9	12.0		60.0	60.0										
P2-K	20.5	20.5	20.5	12.0	12.0	12.0	60.0	60.0	60.0					102.65				
	20.6	20.4		12.0	12.0		60.0	60.0										

Equipo Empleado: C.C. Nº: 87747
 LVDT_{ax}: _____
 LVDT_{ov}: _____
 Datos Corregidos: Sí No
 Cond. Ambientales: T (°C): 27°C
 H.R. (%): 66% HR



Mediciones: _____
 -Ensayo hecho por: MB-SGG
 Responsable: _____

FORMATO - PRISMAS DE ALBAÑILERÍA

Anexo AA. Ensayo de compresión diagonal en muretes



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ - LABORATORIO DE ESTRUCTURAS ANTISISMICAS
 Formato de Registro de Datos de Ensayos de Compresión Diagonal de Muretes de Albañilería (F y G)*

NORMAS ENSAJO / REF.: NTP 399.621 (2004), ASTM E 447, ASTM E 111

INF - LE N°: 049-2017

MUESTRA: MURETES DE ALBAÑILERIA (--- Muretes)

Fecha Construc.: 2017-03-29

MOZOS Ladrillos: (Cochinos / Cruces)

Fecha de Ensayo: 2017-03-29

MATERIAL: Cemento / Arella / Glifo-Calceados X

Velocidad Ensayo (3 a 4 mm): 25 mm/min 2100

Cond. del Espaldam: Curado No curado

Responsable: _____

Cond. Ambientales: T (°C): 28°C
 H.R. (%): 63% a HR

Asistentes: ENSAJO MB-566

Control del Mortero: 3 Cubos de 50 x 50 x 50mm (M1)

C.C. 99119

Identificación Espaldam	Edad (días)	Dimensiones (mm)						P máx.		Módulo de Pólo
		L	H	t	d	L _{cp}	L _{tr}	(mV)	(kN)	
M3-C	18	620.0	620.0	123.0	805.0					84.74
M4-C	18	620.0	620.0	125.0	862.0					92.06
M1-K	29	520.0	520.0	122.0	749.0					43.83
M2-K	18	520.0	520.0	121.0	749.0					50.83

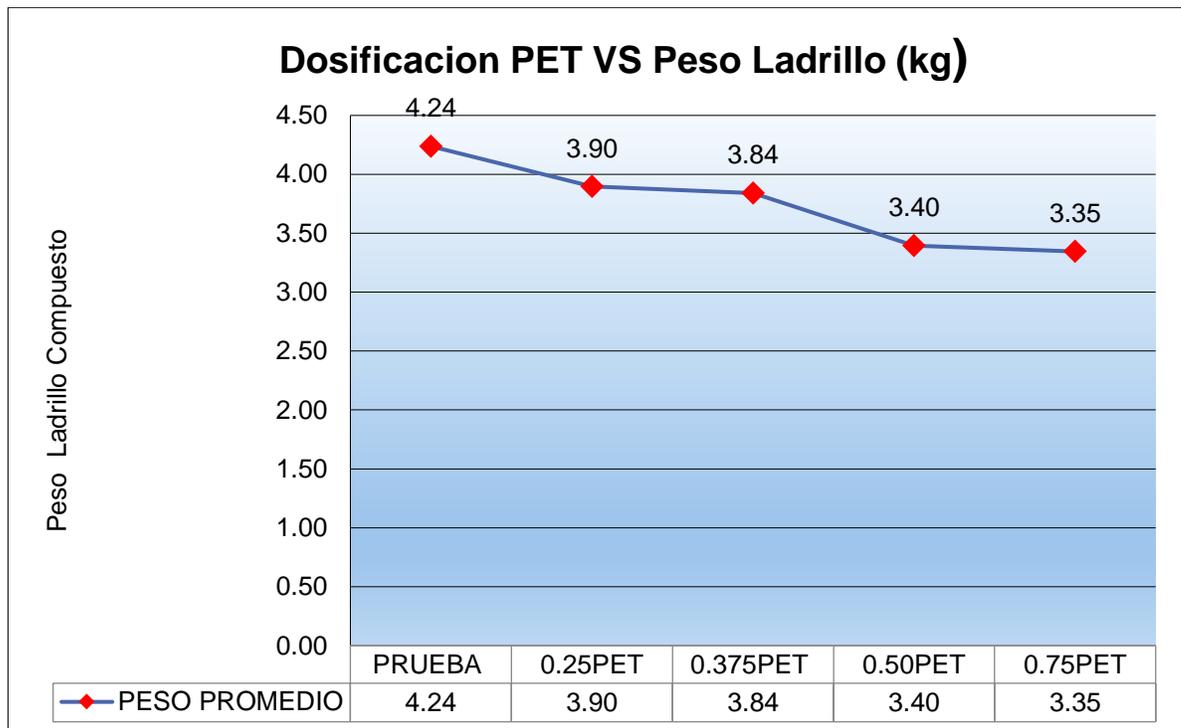
condi:
 L, H, t: Largo, Ancho (Altura) y Espesor del Murete, respectivamente
 e: Longitud total de la diagonal principal compresiva (incluyendo el casing) del Murete
 L_{cp}, L_{tr}: Longitud calibrada -medida entre bases de apoyo de sensores de desplazamiento LVDT, antes de la prueba-, de la diagonal en Compresión y en Tracción, respectivamente

CUBOS DE MORTERO - ENSAYO DE CONTROL DEL MORTERO

Identificación Cubo	Edad de Ensayo	Dimensiones (mm)			P máx.	
		L	A	H	(mV)	(kN)

Norma de Ensayo / Ref.:
 ASTM C 270
 Cond. Ensayo de los Cubos:
 Saturado Seco

Anexo BB. Peso de las unidades dependiendo las proporciones de PET agregado en la mezcla



Anexo DD. Precios de adoquines en Sodimac

Adoquín recto amarillo Producto Exclusivo

SKU17961-2   

 Precio corresponde a tienda:
SODIMAC SAN MIGUEL.
El precio puede cambiar al modificar la ciudad de despacho o retiro.

 S/ **0.70** C/U

Cantidad

1  [Agregar al carro !\[\]\(84348fb9a6f94c21b366d9a45d06d619_img.jpg\)](#)[Agregar a mi lista](#)

REVISAR LA DISPONIBILIDAD DE ESTE PRODUCTO AQUÍ:

 Despacho a domicilio Retiro en tienda Disponibilidad en tiendas

Dimensiones: 10 x 20 x 4 cm