

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS:

**“ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO
DE MUROS DE LADRILLO CONSTRUIDOS CON JUNTAS DE
MORTERO TRADICIONAL Y JUNTAS CON MASSA DUN DUN EN LA
CIUDAD DEL CUSCO – 2017”**

PRESENTADO POR:

RUTH SAYDA HURTADO SILVERA
Bachiller en Ingeniería Civil

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

ASESOR TÉCNICO:

Mg. Ing. RAUL APAZA MENESES

Ingeniero Civil – Magister en Gestión Pública

ASESOR METODOLÓGICO:

Dr. EDWARDS JESUS AGUIRRE ESPINOZA

Magister en Gestión Pública – Doctor en Educación

CUSCO-PERU

2017

DEDICATORIA

El primero en todo, a Dios por guiar mi camino, darme fuerzas para seguir adelante y estar siempre a mi lado en cada momento.

De manera especial A mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, y por ser el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, su ayuda en los momentos difíciles, y por apoyarme con los recursos necesarios durante mi formación universitaria y el logro de mis metas. Enseñándome mis valores, mis principios, la humildad y sobre todo el respeto a todos y así lograr con mi empeño, mi perseverancia mis objetivos.

A mis hermanas

Edith, Yaneth, Silvia, por estar siempre presente, apoyándome moralmente para lograr una de mis metas más soñadas.

Ruth

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por haber forjado mi camino y dirigido por el sendero correcto, permite sonreír ante todo mis logros que son resultado de su ayuda, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender mis errores y a no cometerlos otra vez.

Este trabajo de tesis es uno de mis metas más soñadas en mi vida profesional, por lo que agradezco a mis padres, y no cesan mis ganas de decir que gracias a ustedes mi meta está cumplida.

Gracias por estar presente, no solo en esta etapa tan importante de mi vida, sino en todo momento ofreciéndome lo mejor y buscando lo mejor para mi persona donde sus enseñanzas las aplico cada día.

Agradezco a la Universidad Alas Peruanas por haberme aceptado ser parte de ella y abierto la puerta para poder estudiar mi carrera.

A mis docentes Ing. Juan Loayza, Mg Eigner Román, Ing. Giancarlo Fernández, Ing. David B, Ing. Vara, Ing. Gorki Ascue, Dr. Edwards Aguirre etc. por haberme brindado sus conocimientos durante los 5 años en mi formación universitaria.

Donde me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y motivación para la culminación de mí estudio profesional. Agradezco también a mi asesor de tesis el Ing. Raúl Apaza Meneses por su apoyo ofrecido y brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento y su tiempo compartido durante todo el desarrollo de la tesis.

Y finalmente Agradezco a todos(a), mis amistades, compañeros, a mi admirador, que en algún momento a lo largo de estos años de estudio me dieron su apoyo moral, para seguir adelante en mi carrera profesional.

RESUMEN

El presente estudio tiene como propósito u objetivo determinar el comportamiento y mecánico y económico de los muros de ladrillo King Kong 18 huecos, construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco. En el presente estudio se analiza y determina la variación de la resistencia a la compresión, adherencia, se identifica los tipos de falla, y se estima la variación del costo unitario, de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: cemento, arena gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.

Para los ensayos realizado se construyó 12 muretes de dimensiones 60 cm x 60 cm y 12 pilas de 0.24cmx0.30cm de altura, utilizando ladrillos King Kong con 18 huecos, adheridos con mortero de cemento: arena en la proporción de 1:3 y con mortero massa dun dun, cabe indicar que 6 de los muretes y pilas se asentaron con juntas de $e=1.0$ cm y 6 de los muretes y pilas se asentaron con juntas de $e=1.2$ cm, cuyos especímenes fueron ensayados a compresión diagonal y la pilas a compresión axial.

Adicionalmente se realizó otras pruebas consistente en: compresión, variación dimensional, alabeo, succión y absorción en los ladrillo, cubos de mortero, compresión axial y diagonal en prismas de albañilería, análisis de costos y finalmente se identificó los tipos de fallas. Todo esto para comparar en comportamiento del mortero tradicional y massa dun dun en los muretes y pilas elaboradas.

Finalmente Los resultados obtenidos al realizar dichos ensayos mencionados se concluye que el mortero tradicional tuvo un mejor comportamiento mecánico a la compresión simple axial y a la adherencia diagonal que las juntas con massa dun dun. Pero se concluye también que el mortero con massa dun dun elaborados con juntas horizontales y verticales se encuentran dentro de los parámetros que establecen la NTP E.070, disminuye en costo, aumenta en rendimiento, no genera residuos, no genera polvo, no hay necesidad de humedecer los ladrillos, es muy ecológica, y fácil transporte, este producto no es muy utilizado por ser nueva, cuenta también con resultados experimentales realizadas por la UNI y certificado ISO 9001 nacional e internacional. (dun, 2017). Conforme avanzamos en tecnología se van creando diversos productos con el fin de mejorarlos u optimizar su uso y la única manera de comprobar lo indicado. Mediante ensayos en laboratorio.

ABSTRACT

The purpose of this study is to determine the mechanical and economic behavior of King Kong 18-hole brick walls, built with traditional mortar joints and massa dun dun joints in the city of Cusco. In the present study, the variation of the compressive strength, adherence, the types of failure is identified, and the variation of the unit cost is estimated, of the brick walls constructed with mortar joints: cement, coarse sand and meetings of massa dun dun in the city of Cusco.

For the tests carried out, 12 muretes of dimensions 60 cm x 60 cm and 12 piles of 0.24 cm x 0.30 cm in height were constructed, using King Kong bricks with 18 holes, adhered with cement mortar: sand in the ratio of 1: 3 and with massa dun dun mortar, it should be noted that 6 of the walls and piles were set with joints of $e = 1.0$ cm and 6 of the walls and piles were settled with joints of $e = 1.2$ cm, whose specimens were tested by diagonal compression and the piles to axial compression.

Additionally, other tests were carried out consisting of: compression, dimensional variation, warping, suction and absorption in the bricks, mortar cubes, axial and diagonal compression in masonry prisms, cost analysis and finally the types of faults were identified. All this to compare the behavior of the traditional mortar and massa dun dun in the walls and elaborate piles.

Finally, the results obtained in the aforementioned tests conclude that the traditional mortar had a better mechanical behavior to the simple axial compression and to the diagonal adherence than the joints with massa dun dun. But it is also concluded that mortar with dun dun massa made with horizontal and vertical joints are within the parameters established by NTP E.070, decreases in cost, increases in performance, does not generate waste, does not generate dust, there is no need to moisten the bricks, is very ecological, and easy to transport, this product is not very used because it is new, it also has experimental results made by the UNI and ISO 9001 national and international certificate. (Dun, 2017). As we advance in technology, various products are being created in order to improve them or optimize their use and the only way to verify what is indicated. Through laboratory tests.

INTRODUCCIÓN

El estudio de investigación intitulado “Estudio comparativo del comportamiento mecánico de muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas con massa dun dun “es una investigación que pertenece al área de construcciones dentro de la ingeniería civil, la cual se realizó en la ciudad del Cusco, con materiales propios de la región. La presente investigación tuvo como objetivo principal determinar el comportamiento mecánico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.

En cuanto al proceso experimental se ensayaron pilas de albañilería simple y muretes diagonales para ver el cumplimiento con la norma E.070. La investigación está compuesta de seis capítulos:

El capítulo I referido la identificación del problema, justificación e importancia, limitaciones, objetivos, hipótesis y variables de la investigación.

En el capítulo II se incluye el marco teórico, antecedentes tales como investigaciones referidos al estudio de los factores de corrección de la resistencia a compresión axial de prismas de albañilería por efectos de esbeltez y los conceptos requeridos para el desarrollo de la investigación.

El capítulo III hace referencia a la metodología y diseño de la investigación, descripción de la población y muestra, instrumentos de metodológicos y de ingeniería, proceso de recolección de datos y análisis de datos.

En el capítulo IV se da a conocer los resultados de la calidad de la unidad de albañilería utilizada en la presente investigación, presentándose además los resultados de los ensayos de compresión axial y compresión diagonal de los muros sujetos a estudio y

En el capítulo V se presentan la discusión de resultados en función a los objetivos planteados, resultados obtenidos y antecedentes mencionadas. Finalmente constan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

ÍNDICE GENERAL

1.TITULO	
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	IV
1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Problema General.....	2
1.2.2. Problema Específico.....	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3.1 Objetivo General:	2
1.3.2. Objetivo Especifico.....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4.2. Justificación técnica.....	3
1.4.3. Justificación social	3
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.6.1 Delimitación Espacial:.....	4
1.6.2 Delimitación temporal:	5
CAPÍTULO II	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS	14
2.2.1. El mortero	14
2.2.2. Componentes del mortero	14
2.2.3.- Clasificación para fines Estructurales.....	17
2.2.5.- Albañilería	17
2.2.6.- Limitaciones en su aplicación	20
2.2.7.- Pruebas	22
2.2.8 Resistencia de prismas de albañilería	23
2.2.9.- Granulometría.....	24
2.2.10. Ensayo de cubos.....	25
2.2.11. Massa dun dun	25
2.2.12.- Tipos de falla:	30
2.3.- DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS.....	31

2.4.- HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
2.4.1 Hipótesis General.....	32
2.4.2 Hipótesis Específicos.....	32
2.5 VARIABLE.....	32
2.5.1 Variable Independiente:.....	32
2.5.2 Variable Dependiente:.....	33
2.5.3 Operacionalización de las variables.....	33
CAPÍTULO III.....	34
3.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.1.- Tipo y nivel de Investigación.....	34
3.2.- Diseño de la investigación.....	34
3.3.- Población y muestra de Investigación.....	34
3.3.1 Población.....	34
3.3.2 Muestra.....	35
3.4 técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	35
3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos.....	36
CAPÍTULO IV.....	38
RESULTADOS.....	38
4.- PRUEBAS.....	38
4.1. Unidades de albañilería.-.....	38
4.2.- Variación dimensional.-.....	38
4.3.- Alabeo.....	40
4.4.- Absorción.....	42
4.5.- Succión.....	43
4.6.- Resistencia a la compresión.....	44
4.7.- Porcentaje de ranuras.....	46
4.8.- Resumen y discusión de resultado.....	47
4.9.- Granulometría.....	48
4.9.2.- Procedimiento:.....	48
4.9.3.-Aplicaciones del ensayo:.....	48
4.10.- Ensayo a la compresión de cubos.....	52
4.10.1.- Ensayo de los cubos.....	53
4.11.- Prismas de albañilería.....	56
4.11.1.- Técnica de ensayo.....	56
4.11.2.- cálculo de la resistencia a compresión axial.....	57
4.11.3.- Proceso constructivo con mortero tradicional.....	58

4.11.4 resultado de la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo king kong con mortero tradicional.....	59
4.11.5. Fallas de pilas con mortero tradicional.....	60
4.12.-Massa dun dun.....	62
4.12.1 resultado de la resistencia a compresión axial de pilas con massa dun dun.....	63
4.12.2 Fallas de massa dun dun.....	64
4.13.- Resistencia al cortante de albañilería (v'm).....	66
4.13.1.- Muretes.....	66
Cálculo de la resistencia al corte.....	66
4.13.2 Procedimiento de Construcción.....	67
4.13.3.- Técnica de ensayo.....	68
4.13.4 Resultado de muretes con mortero tradicional:.....	69
4.13.4.- Fallas con mortero tradicional.....	70
4.14.- Massa dun dun.....	72
4.14.1 resultados de massa dun dun:.....	73
4.13.2.- Fallas con massa dun dun.....	74
4.15.- ANÁLISIS DE COSTOS.....	76
CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	81
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	87
ANEXOS.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Delimitación de la investigación.....	5
Tabla 03: Composición química del cemento portland.....	15
Tabla 04: Granulometría de arena fina	16
Tabla 05: Granulometría de arena gruesa	17
Tabla 06: Componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto).....	17
Tabla 07: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales.....	19
Tabla 08: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.....	21
Tabla 09: Métodos para determinar $f'm$ y $v'm$	23
Tabla 10: Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edad	23
Tabla 11: Resistencia características de la albañilería Mpa (kg/cm ²)	24
Tabla 12: Factores de corrección de $f'm$ por esbeltez.....	24
Tabla 13: Operacional de la variable	33
Tabla 14: Características de los ladrillos	38
Tabla 15: Variación dimensional	39
Tabla 16: Alabeo de ladrillos Latesa.....	41
Tabla 17: Absorción de unidades de albañilería.....	43
Tabla 18: Succión de unidades de albañilería	44
Tabla 19: Resistencia a la compresión (f_b)	45
Tabla 20: Porcentaje de ranuras.....	47
Tabla 21: Resumen de los resultados de los ensayos.....	47
Tabla 22: Granulometría de arena fina.	50
Tabla 23: Granulometría de confitillo.....	51
Tabla 24: Compresión de cubos con mortero tradicional.....	53
Tabla 25: Compresión de cubos con massa dun dun.	54
Tabla 26: Factores de corrección según norma E.070.....	57
Tabla 27: Dimensiones de pilas	58
Tabla 28: Resultado de pilas con mortero tradicional 1.0 cm.....	59
Tabla 29: Resultado de pilas con mortero tradicional 1.2 cm.....	60
Tabla 30: Resultado de pilas con massa dun dun	63
Tabla 31: Resultado de pilas con massa dun dun	63

Tabla 32: Resultado de resistencia al corte (v'm) con mortero tradicional, juntas de 1.20 cm.....	69
Tabla 33: Resultado de resistencia al corte (v'm) con mortero tradicional, junta de 1 cm.....	69
Tabla 34: Resultados de resistencia al corte (v'm), juntas horizontales y verticales	73
Tabla 35: Resultado de resistencia al corte (v'm), juntas horizontales.....	73
Tabla 36: Análisis de costos unitarios de murete y pilas con juntas de mortero tradicional espesor 1.20 cm.....	76
Tabla 37: Análisis de costos unitarios de murete y pilas con juntas de mortero tradicional espesor 1.00 cm.....	77
Tabla 38: Análisis de costo unitarios de muretes y pilas con mortero massa dun dun.....	78

INDICE DE FIGURAS

Figura 01: Delimitación de la Investigación.....	5
Figura 02: Factores de zona en Cusco	21
Figura 03: Variación dimensional de las unidades de albañilería.....	22
Figura 04: Nivelación con mortero	27
Figura 05: Aplicación del producto	30
Figura 06: Instrumentos de ingeniería	37
Figura 07: ladrillos de arcilla king kong de 18 huecos tipo I	38
Figura 09: Alabeo de ladrillos Latesa.	41
Figura 10: Absorción.....	42
Figura 11: Succión	43
Figura 12: Ensayo de granulometría.....	49
Figura 13.- compresión de cubos mortero tradicional.....	52
Figura 13.1.- compresión de cubos massa dun dun	52
Figura 14: Materiales utilizados en los muretes y pilas	55
Figura 15: Prismas de albañilería.....	57
Figura 16: Maquina para compresión axial.....	58
Figura 17: Proceso constructivo de pilas con mortero tradicional.....	60
Figura 18: Tipo de falla de las pilas con mortero tradicional.	60
Figura 19: Proceso constructivo de pilas con massa dun dun.....	64
Figura 20: Tipo de falla de pilas con massa dun dun.....	65
Figura 21: Proceso constructivo de muretes con mortero tradicional.....	68
Figura 22: Máquina de compresión diagonal	68
Figura 23: Fallas de muretes A con mortero tradicional.....	70
Figura 25: fotos de tipos de fallas en muretes	90

LISTAS DE GRÁFICOS

Grafico 01: gráficos.....	40
Grafico 02: Curva granulométrica de arena fina	50
Grafico 03: Curva granulométrico.....	51
Grafico04: Costo en muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional y juntas con massa dun dun espesor de junta 1.2 cm	79
Grafico 05: Costos en muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional y juntas con massa dun dun espesor de junta 1 cm	79
Grafico 06: Diferencia de costos por m2 en muros de ladrillo	80

1. CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La presente investigación consistió en comparar el comportamiento mecánico y económico de muros de mampostería elaborados con ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos y con dos tipos de juntas de mortero tradicional y massa dun dun, para evaluar el comportamiento de los muretes y pilas sometidos a ensayos de resistencia a la compresión diagonal ($v'm$), y resistencia a la compresión axial ($f'm$), para lo cual se realizó el presente estudio.

En la ejecución de proyectos de edificación en la ciudad de Cusco, se observó los espesores de junta de morteros necesarios para las uniones de las unidades de albañilería no son construidos de acuerdo a lo estipulado en la Norma E-070 "Albañilería" vigente desde el año 2006, la cual especifica que el espesor de las juntas de mortero será como mínimo 1 cm y el espesor máximo será 1.5 cm.

La falta de control en la preparación de mortero, dosificación incorrecta, elección de los materiales para la elaboración del mortero, falta control del tamaño de junta y tipo del ladrillo; Por ello, es muy común verificar en construcciones actuales con espesores que van de 1.5 a 2 cm o inclusive mayores. A causa de ello tienen Menor rendimiento en la construcción de muros no portantes, y generan mayor costo por m^2 de pared, las estructuras tienen mayor peso estructural, los materiales utilizados para dichos muros requiere el uso del Transporte

Por otra parte, el Perú es un país sísmico, por lo que las edificaciones de albañilería deben tener una adecuada resistencia al corte, la cual es dada principalmente por la adherencia que se genera entre el mortero y el ladrillo.

Actualmente en Cusco no se tiene investigaciones que traten sobre la influencia de las juntas de mortero con distintos materiales como el tradicional de cemento: arena y la juntas de masa dun dun, en la resistencia a la compresión axial y resistencia al corte, por lo cual se realizó este estudio con la intención de generar información que nos permita conocer el comportamiento mecánico de las juntas construidas con dichos materiales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. Problema General

¿En qué medida varia el comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional con respecto a juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco?

1.2.2. Problema Específico

- ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero, (cemento, arena gruesa) y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuál es la variación de la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero, (cemento, arena gruesa) y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuáles son los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco?
- ¿Cuál será la variación del costo unitario de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General:

Comparar el comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco.

1.3.2. Objetivo Especifico

- Comparar el comportamiento mecánico y económico de la resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: cemento, arena gruesa y juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco.

- Comparar el comportamiento mecánico y económico de la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: cemento, arena gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.
- Identificar los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: cemento, arena gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.
- Estimar la variación del costo unitario de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: cemento, arena gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La siguiente investigación se justifica académicamente porque permitirá conocer el comportamiento mecánico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun, para lo cual se realizarán ensayos en el marco de la norma técnica peruana.

1.4.2. Justificación técnica

En la presente investigación de tesis se realizará los ensayos de resistencia a la compresión diagonal en muretes y resistencia a la compresión axial de pilas de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun, en el marco de las normas técnicas establecidas.

1.4.3. Justificación social

Se justifica socialmente porque los resultados obtenidos permitirá tomar decisiones sobre los procesos constructivos en muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun, durante el proceso de ejecución de las obras civiles en la ciudad de Cusco, ya que actualmente debido a la innovación tecnológica vienen apareciendo en el mercado nuevos productos o insumos de construcción para las juntas entre unidades de albañilería como es el caso de la massa dun dun.

1.4.4. Relevancia

a) En lo teórico

Servirá como información base para ampliar conocimientos de otros materiales y procedimientos técnicos para la partida de asentado de ladrillo en muros no portantes y portantes.

b) En lo práctico

Nos permitirá conocer la calidad de materiales que viene incorporándose en el mercado, para la construcción de muros de ladrillos no portantes y portantes.

c) En lo metodológico

Es un aporte importante para ampliar conocimientos e innovar nuevas tecnologías en los procesos constructivos de muros de ladrillos no portantes.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El ladrillo industrial tipo v no hay en la ciudad de Cusco la cual es recomendada por la ficha técnica (dun, 2017) para realizar dichos ensayos.

Se usó la máquina de compresión diagonal del laboratorio de concreto y suelos de la universidad alas peruanas, asimismo los laboratorios particulares tienen costos altos por prestar sus servicios ya que en la ciudad de Cusco no cuentan con máquina para la prueba de compresión diagonal. A excepción de la en la universidad san Antonio abad del cusco la cual se encontraba en rehabilitación.

1.6 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Delimitación Espacial:

El trabajo de investigación se desarrollará en la ciudad de:

- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : Santiago

Siendo la procedencia de la arena gruesa de la canteras de vicho y arena fina cantera de Cunyac, las unidades de albañilería serán de la ladrillera Latesa ubicado en el distrito de san Jerónimo cuyas dimensiones son 09x12x24cm.

Figura 01: Delimitación de la Investigación



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 01: Delimitación de la investigación

DESCRIPCIÓN	ZONA	ESTE	SUR	ALTITUD
CUSCO	18L	809307	8509643.1	3356
CANTERA VICHO	18L	204892.51	8500319.93	3038
CANTERA CUNYAC	18L	761951.4	8499516.64	1846
LADRILLERA SAN JERONIMO	18L	186465.69	8501508.75	3240

Fuente: Elaboración propia.

1.6.2 Delimitación temporal: El trabajo de investigación tendrá una duración de 07 meses, en el periodo comprendido entre agosto 2017 a febrero del 2018.

CAPÍTULO II

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

a) A nivel internacional:

a.1) (Cabezas, 2010) Realizó el trabajo de investigación, MORTEROS LARGA VIDA: DISEÑO Y APLICACIÓN. Con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la universidad san francisco de quito, quien se propuso los siguientes objetivos:

- Investigar la producción del mortero en obra
- Realizar pruebas industriales como mortero larga vida
- Elaborar análisis costo – beneficio comparativo entre la producción del mortero tradicional en obra y la producción industrial del mortero larga vida en planta así como los respectivos costos de los enlucidos por metro cuadrado
- Elaborar un procedimiento de control de calidad para morteros larga vida

Arribando a las siguientes conclusiones:

- Gracias al aire incluido, el MLV es más liviano que un mortero tradicional y por ende es más trabajable y fácil de aplicar. Un albañil puede enlucir hasta 17 m² por día .esto conlleva a que el costo por metro cuadrado con MLV sea más barato que con mortero tradicional.
- La adherencia de MLV en superficies lisas como secciones estructurales es bastante buena ya que no es necesario picar dichas secciones como normalmente se hace para obtener buena adherencia con mortero tradicional
- No se producen fisuras en los enlucidos con MLV gracias a la excelencia cohesión de la mezcla dada por su alto contenido de aire
- Al usar MLV no existe desperdicio alguno de materia prima (arena y cemento) como si lo hay al preparar mortero tradicional en obra. Tampoco hay desperdicio de mortero que se endurece al no usarse.

a.2) (Alas quinteros, 2012). Realizó el trabajo de investigación,

“DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTEROS PARA MAMPOSTERÍA UTILIZANDO ESPECÍMENES CILÍNDRICOS Y CUBOS, CON AGREGADOS DEL BANCO DE ARENA: LAGUNA DE ARAMUACA EN SAN MIGUEL” con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad San Miguel, El Salvador, quien se propuso los objetivo:

Conocer la resistencia a compresión de morteros usados en la construcción; utilizando especímenes cilíndricos y cubos, con agregados del banco de Aramuaca (San Miguel), siguiendo las especificaciones de las normas de la american society for testing and materials (sociedad americana para ensayos y materiales).

Arribando a las siguientes conclusiones:

- Del análisis granulométrico que se realizó al banco de arena: laguna de Aramuaca, el Carmen, la pedrera, de estos tres el único que cumple es la laguna de Aramuaca debido a que su módulo de finura se encuentra dentro de los rangos establecidos por la norma astm c-144.
- El cemento para mortero debe de estar libre de grumos para obtener una mezcla homogénea de los materiales y una resistencia adecuada según la utilidad del mortero, cumpliendo con la norma astm c- 91.
- El mortero para mampostería por su resistencia a compresión y contenido de aire, cumple con las especificaciones de la norma astm c-270, para un mortero tipo m.
- El uso de mano de obra no capacitada y técnicas constructivas irregulares, contribuyen a la reducción de la resistencia a compresión del mortero elaborado en campo, de acuerdo a la investigación, el uso del contenido óptimo del agua, se considera como el más adecuado a partir de la comparación de su comportamiento, que se asemeja a las condiciones de laboratorio, en el caso de la resistencia a compresión.

a.3) (allendes, 2004) Realizó el trabajo de investigación,

“REPARACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA CON ESTUCO ARMADO CON MALLA ACMA”, con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la universidad Austral de Chile, quien se propuso los objetivos, asesorado Ing. Hernán Arnés Valencia.

Determinar la capacidad de resistencia que un murete de albañilería puede alcanzar reforzándolo con Ferro cemento, después de ser sometido este a una carga de compresión diagonal hasta colapsar. Finalmente, se pretende determinar si el método de refuerzo de muretes de albañilería con malla Acma es un aporte en resistencia para soportar dicha carga o bien el aporte de la malla es irrelevante.

-Observar la eficacia del revestimiento y la técnica de reparación en la prevención y retardamiento del colapso y en la mejora del desempeño de los muretes en condiciones muy próximas al de casos reales.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- Los muretes de albañilería reforzados con ferrocemento, pueden aumentar significativamente su resistencia al corte o cizalle, este aumento se debe a la acción que confiere el revestimiento aplicado a cada murete.
- Esta recuperación y mejora sostenida, observada en el comportamiento de los muretes reforzados y reparados con ferrocemento se convierte, si no se omiten las preocupaciones especificadas a lo largo de este trabajo, en una técnica interesante e innovadora, sobre todo para muros sometidos a cargas horizontales y cargas dinámicas.
- Cabe destacar que al observar la curva de esfuerzo v/s deformación de los muretes reparados, se observa una mejora importante en el desempeño de cada uno con respecto a los mismos sin revestimiento, ya que:
- Los muretes 1, 2 y 3 recuperaron y aumentaron su capacidad de resistencia promedio en 20%, además en la fase lineal de la curva se reduce la deformación de los elementos debido a la carga, y se presenta posteriormente un comportamiento plástico, el cual no está presente en el análisis de los muretes sin reforzar, que en caso de colapso impone al murete una falla dúctil, lo que es beneficioso en el caso de falla generalizada de alguna estructura.
- Con respecto a los muros 4, 5 y 6, estos resistieron en promedio 26 Ton, considerando en el promedio de resistencia al murete N°5, el cual resultó ser una prueba fallida lo que se traduce en un aumento de resistencia del 36.2%, y 53.6% sin considerarlo, con respecto a los muretes 1,2 y 3 sin reforzar, ensayados en las mismas condiciones.
- Finalmente una consideración especial es que debido a la forma de ensayo, se gira la armadura discreta (malla Acma) en 45°, lo cual produce que el acero No tome la carga en su dirección normal. Para lograr la máxima resistencia de los muretes en este tipo de ensayos se debe instalar la malla rotada anteriormente para así situar las barras

de acero en forma perpendicular a la línea de corte y obtener la máxima resistencia a tracción del mismo.

b). A nivel nacional

b.1) (Hernández, 2015) Realizo el trabajo de investigación "INFLUENCIA DEL TIPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LA ALBAÑILERÍA" con la finalidad de obtener el grado de título de ingeniería civil, en la universidad Privada del Norte, Asesorado por el Ing. German Quispe Rodríguez, quien se propuso los siguientes objetivos:

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo industrial, comercializado en la provincia de Cajamarca
- Clasificar con fines estructurales de albañilería, al ladrillo industrial de arcilla cocida King Kong, acorde a lo estipulado en la normativa E.070.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- Al utilizar tres procesos de curado en la albañilería, se cumplió el objetivo del proyecto: determinar la influencia del curado en la resistencia a la compresión axial; los procedimientos de curado con agua y antisol, generaron un incremento de 13.18% y 17.74% (respectivamente) sobre la muestra patrón, indicando de esta manera, que al realizar el curado del mortero, la albañilería mejora su respuesta ante la resistencia a la compresión axial.
- Las pilas de albañilería ensayadas a compresión axial, arrojaron los siguientes resultados: 41.98 Kg/cm² para el ensayo patrón, 47.51 Kg/cm² para las pilas curadas con agua y 49.43 Kg/cm² para pilas curadas con antisol; los dos últimos valores (especímenes sometidas a un proceso de curado), no reflejan una variación muy significativa frente al resultado obtenido para los especímenes no curados, esto se debe a que la humedad relativa en el laboratorio, presenta un valor elevado (89%) que ha generado un curado natural en las muestras patrón, y que se ve reflejado en el aumento del valor de su resistencia.
- El coeficiente 11.42% obtenido en la variabilidad dimensional del ladrillo, no supera el valor máximo de 20% para unidades industriales de albañilería establecido en la Norma Técnica E.070.

- El porcentaje de absorción, de las unidades de albañilería utilizadas, fue de 13%, este valor se encuentra dentro del rango de 22% máximo, que establece la norma E.070 de Albañilería; para el ensayo de succión, el valor de las unidades evaluadas, sobrepasa el rango de 10 y 20 gr/200cm² x min, indicando que el ladrillo presenta un elevado índice de aidez de agua y que es necesario el humedecimiento de las unidades de albañilería antes de ser asentadas.
- El porcentaje de área de huecos fue 27%, este valor no supera el 30% del área bruta de la cara de asentado, razón por la cual las unidades ensayadas, son consideradas como unidades sólidas aptas para ser utilizadas en muros portantes.
- Los ladrillos de arcilla industrial utilizados en el presente trabajo de investigación, clasificaron como ladrillos Tipo I (de baja durabilidad y resistencia), debido a que la resistencia a compresión ($f'c = 52 \text{ Kg/cm}^2$) superó ligeramente la mínima resistencia especificada en la Norma E.070 para ladrillos del Tipo industrial. Esta clasificación, los ubica como unidades de albañilería aptas para ser empleadas bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), ubicados en la Zona 1 y 2 (Zonificación de la norma Sismo resistente E.030), y evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.

b.2) (Ana victoria, 2011) Realizo el trabajo de investigación “ESTUDIO DE UN NUEVO LADRILLO DE CONCRETO Y DE LA INFLUENCIA DE LA CAL EN EL MORTERO EN EL COMPORTAMIENTO SISMICO DE MUROS CONFINADOS “ con la finalidad de obtener el grado de título de ingeniería civil, en la universidad católica del Perú ,quien se propuso los objetivo:

- Comparar experimentalmente el comportamiento sísmico de dos muros confinados hechos con ladrillos de concreto asentados con dos tipos de mortero, uno de cemento-arena y el otro de cemento-cal-arena.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- el uso de las unidades de albañilería está limitado de acuerdo al uso o aplicación. En esta investigación se ha contemplado el uso de albañilería confinada en edificios de 5 pisos, ubicados en la Zona 3 (Zonificación de la Norma Sismo resistente E.030), donde las unidades deben ser sólidas, es decir, el porcentaje del área de

huecos no debe ser mayor que el 30% del área bruta de la cara de asentado. De acuerdo a los resultados, los ladrillos de concreto tipo B (nuevo) se calificaron como unidades sólidas aptas para ser utilizadas en nuestros ensayos.

- Para fines estructurales, los ladrillos de concreto clasificaron como tipo III, debido a que su resistencia a compresión (f'_{b}) no superó la mínima resistencia especificada en la Ref.1 para clasificar como tipo IV (139kg/cm^2). Sin embargo, esto no es condicionante como para que los ladrillos de concreto puedan ser empleado en edificios de 5 pisos en la zona sísmica
- Comparando resultados obtenidos de los ensayos de los muros con ladrillos Tipo A y B, podemos decir que las unidades Tipo A, resultaron ser del tipo IV, mientras que las del tipo B, fueron clasificación III.
- Estos resultados, los podemos obtener de comparar los f'_{b} (resistencias a Compresión) en ambos muros. Para el uso de las unidades tipo A (unidades de concreto bloque antiguo), la resistencia f'_{b} obtenida mediante los ensayos, fue igual a 150kg/cm^2 , y para los ladrillo con el bloque nuevo de concreto (Tipo B), la resistencia a la compresión obtenida (f'_{b}) fue de 118 kg/cm^2 .

b.3) (Pari, 2008) Realizo el trabajo de investigación “COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERÍA ARMADA OTRO DE ALBAÑILERÍA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO” con la finalidad de obtener el grado de título de ingeniería civil ,en la universidad Católica del Perú , quien se propuso los objetivos :

- Este proyecto tiene como objetivo principal investigar, mediante ensayos de carga lateral cíclica, el comportamiento sísmico experimental de dos muros portantes de albañilería armada, donde el único parámetro que varía es el proceso constructivo. Luego, se evalúan las diferencias económicas por el uso de dos procesos constructivos diferentes.
- Asimismo, se requiere también conocer la resistencia a compresión axial y a corte puro de cada tipo de muro, por lo que se realizarán los ensayos de pilas y muretes. Cabe resaltar que no se registrará las deformaciones axiales ni las deformaciones diagonales, tanto en los ensayos de pilas como en los de muretes. Por lo tanto, no

está en nuestro alcance el cálculo del módulo de elasticidad ni el módulo de corte, para ambos tipos de albañilería.

- Para ensayo de pilas y muretes se analizarán los tipos de falla y parámetros de diseño con el fin de poder brindar aportes a la norma de albañilería E.070 o simplemente hacer énfasis en los parámetros a tener en cuenta, para mejorar la albañilería en nuestro medio.
- Por otro lado, se quiere realizar un comparativo de ambas técnicas constructivas en función a los costos, el tiempo y la dificultad de construcción para ver qué tan productivo es uno con respecto al otro.

c) a nivel local:

c.1) (vargas, 2016) Realizo el trabajo de investigación “INFLUENCIA DEL REFORZAMIENTO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO (HS – SIKAFIBER PE) Y EL CÁLCULO ÓPTIMO DEL ESPESOR DEL MORTERO EN EL MÓDULO DE ALBAÑILERÍA (LADRILLO + MORTERO) DE TRES MARCAS CONOCIDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO – 2016”. Con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Alas Peruanas quien se propuso lo objetivos:

- Identificar el nivel de influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.
- Describir el cálculo de óptimo espesor del mortero en módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas comerciales conocidas en la ciudad del Cusco - 2016.
- Determinar la relación entre las dimensiones de la influencia del reforzamiento de fibras de polipropileno (HS – SikaFiber PE) con pre dimensión de prismas y cálculo de óptimo espesor de mortero en el módulo de albañilería (ladrillo + mortero) de tres marcas conocidas en la ciudad del Cusco – 2016.

Arribando a las siguientes conclusiones:

- La única unidad de albañilería recomendable en el estudio fue de la empresa ladrillera Latesa, ya que la resistencia a la compresión fue de 43.17kg/cm², ya que

según la Norma E.070 (2016), para poder clasificarlo como ladrillo Tipo I, debe llegar a la resistencia característica a compresión de 55kg/cm², aunque no se podría clasificar si vamos hacia tales especificaciones.

- Las empresas ladrilleras El Mirador con una resistencia a compresión de 26.89kg/cm² y la ladrillera Constructec con una resistencia a compresión de 38.34kg/cm², no se puede considerar para el estudio ya que se quiere demostrar unidades de albañilería para muros portantes.
- El ladrillo de la empresa ladrillera Latesa podría clasificarse como King Kong Artesanal tipo I, según Norma E.070, ya que según venta de fábrica su denominación es King Kong Industrial que debería llegar a 145kg/cm²
- La succión en la empresa ladrillera Latesa es 53.66gr/200cm²xmin, la empresa ladrillera El Mirador es 30.04gr/200cm²xmin, la empresa ladrillera Constructec es 36.38 gr/200cm²xmin; de ninguna de las unidades de albañilería fue óptima, no se encontró entre los límites de 10 a 20gr/200cm²xmin., predispuesto en la Norma E.070 (2016), se debe recibir tratamientos a los ladrillos antes de asentarlos, exceptuando su limpieza.
- Tomando en consideración un aumento considerable en la resistencia a compresión diagonal máxima promedio del 6.71% y el bajo incremento en el costo de 11.49%, se concluye que la adición con fibras de polipropileno es adecuado en tracción.
- Para el caso de las pilas de albañilería con un aumento del 2.83% y el costo aumentado de 6.35% con las fibras de polipropileno, se concluye para futuras investigaciones con el uso de pilas a compresión axial.

c.2) Huisa & Salas (2016) Realizo el trabajo de investigación “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORMA TÉCNICA E.070-ALBAÑILERÍA”. Con la finalidad de obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Alas Peruanas quien se propuso lo objetivos:

- Determinar la cantidad de productoras semi industriales del distrito de San Jerónimo - Cusco que fabrica ladrillo King Kong 18 huecos con propiedades físico mecánicas aptas para construir albañilería estructural.
- Establecer una dosificación de agregados, provenientes de las canteras Cunyac y Vicho, para mortero tipo P2 que cumpla las especificaciones de la Norma Técnica E.070 para muro portante.
- Establecer la relación entre la resistencia característica a compresión axial de unidades (f'_{b}) y la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.
- Determinar en qué medida la resistencia característica a compresión axial de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial depende de su esbeltez.
- Determinar el valor de la resistencia a compresión axial nominal de pilas de albañilería (f'_{m}) elaboradas con mortero tipo P2 y ladrillo King Kong 18 huecos semi industrial.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. El mortero

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

Material empleado para adherir horizontal y verticalmente las unidades de albañilería NTP 399621.

Cuando se optimiza la adherencia unidad-mortero, la resistencia al corte de la albañilería se incrementa al máximo, obteniéndose grietas diagonales que atraviesan tanto a la unidad como al mortero. (ÁNGEL SAN BARTOLOMÉ, Febrero de 2011)

2.2.2. Componentes del mortero

a) los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- cemento portland tipo I y II, NTP 334.009
- cemento adicional IP, NTP 334.830

Una mezcla de cemento portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002

a).-cemento

El cemento es un material pulverizado, conformado fundamentalmente por silicato de calcio, aluminio y óxido de hierro. Las materias primas usuales a partir de las cuales se fabrican son limonitas que proporcionan el (cal libre) y arcillas o esquistos que proveen el SiO₂ (silicato dicalcico) y el Al₂O₃ o C3A (aluminio tricalcico) estos materiales se muelen, se mezclan, se calcinan en un horno de 1800° C hasta obtener el llamado Clinker, que a su vez se enfría y se muele hasta lograr la finura requerida. Y alcanzan su resistencia después de los 28 días. (Sonora, 1994)

- Por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire.

a.1).-Cemento portland Puzolánico tipo IP:

“Es el cemento portland que presenta un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%” (E.060, 2017) . Retiene el agua para obtener mayor capacidad de adherencia, pero retrasa el tiempo de fraguado.

- (Sonora, 1994) afirma:

La puzolana es un producto formado por materiales: Ceniza volcánicas, tierra de diatomeas, rocas opalinas, material calcinado, arcillas o esquistos más comunes.

Tabla 02: Composición química del cemento portland

TABLA 02			
NOMBRE QUÍMICO	FÓRMULA	ABREVIATURA COMUN	PORCENTAJE EN PESO
Silicato tricalcico	3CaOSiO ₂	C3S	50
Silicato Dicalcico	2CaOSiO ₂	C2S	25
Aluminato Tricalcico	3CaOAl ₂ O ₃	C3A	12
Aluminato Férrico Tetracalcico	4CaOAl ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃	C4AF	8
Sulfato de calcio Hidratado (yeso)	CaSO ₄ 2H ₂ O	CSH ₂	3.5

Fuente: (Sonora, 1994)

a.2).-Tipos de Cemento portland

Tipo I: Uso general

Tipo II: de uso general específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos

Tipo II(ms): de uso general, específicamente cuando sea necesario moderado calor de hidratación

Tipo III: cuando se requiere alta resistencia inicial

Tipo IV: cuando se desea bajo calor de hidratación

Tipo V: Cuando se desea alta resistencia a los sulfatos

b.1).- Arena fino: “material pasante de la malla N°4 y retenido en la malla N°200, con tamaños entre 4.76 mm y 0.074 mm.” López. (2003).

El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 03.

Tabla 03: Granulometría de arena fina

GRANULOMETRIA 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 (0,10 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

Fuente: (E.070, 2017)

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

b.2).- Arena gruesa: proveniente de la desintegración de las rocas y pasa por el tamiz N° ½” y se retiene en el tamiz N°16. El agregado grueso será confitillo que cumpla con la granulometría especificada en la Tabla 04 (E.070, 2017).

Tabla 04: Granulometría de arena gruesa

GRANULOMETRIA DE ARENA GRUESA(CONFITILLO)	
MALLA ASTM	% QUE PASA
1/2 pulgada	100
3/8" pulgada	85 a 100
N° 4 (4.75 mm)	10 a 30
N° 8 (2.36 mm)	0 a 10
N° 16 (1.18 mm)	0 a 5

Fuente: (E.070, 2017).

c).- Agua

“El agua empleada para la preparación del mortero deberá de ser potable está prohibido emplear agua que contenga residuos químicos, minerales y sulfatos, ya que estos retrasan la fragua o la impiden”. (E.070, 2017)

2.2.3.- Clasificación para fines Estructurales.

Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 05).

2.2.4.- Proporciones.

Tabla 05: Componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto)

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

Fuente: (E.070, 2017)

2.2.5.- Albañilería

2.2.5.1.- Unidades de albañilería

Estas unidades puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular y podrán ser fabricados de manera artesanal o industrial”. (E.070, 2017)

“Un buen ladrillo no tiene fisuras, rajaduras, porosidad excesiva, ni materiales extraños como paja, piedra, etc. Si en una ruma de ladrillos algunos de parten, significa que estos son frágiles”. (Castillo, 2012)

(Ricardo Medina Cruz), Recomienda comprar y verificar las deficiencias de los ladrillos industriales:

- No deben tener materias extrañas en su superficie o interior
- Deben estar bien cocidos, no quemados.
- Deben emitir un sonido metálico al golpearlo con un martillo.
- No deben estar agrietados
- No deben presentar manchas blanquecinas de origen salitroso.

2.2.5.2.- Tipos de unidades de albañilería.

Al respecto, ofrece una descripción práctica sobre las aplicaciones de las unidades de albañilería.

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 interperismo.

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.

Tabla 06: Clases de unidad de albañilería para fines estructurales

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f_b mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P. ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP. ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

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

Fuente: (E.070, 2017)

2.2.5.3.- Tipos de albañilería

Albañilería o mampostería: Material estructural compuesto por "unidades de albañilería" asentadas con mortero o por "unidades de albañilería".

Albañilería armada: Albañilería reforzada interiormente con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente e integrada mediante concreto líquido, de tal manera que los diferentes componentes actúen conjuntamente para resistir los esfuerzos. A los muros de albañilería armada también se les denomina muros armados.

Albañilería confinada: Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

Albañilería no Reforzada: Albañilería sin refuerzo (albañilería simple) o con refuerzo que no cumple con los requisitos mínimos de esta norma.

Es en la cual la albañilería no posee más elementos que el ladrillo y el mortero o argamasa, siendo éstos los elementos estructurales encargados de resistir todas las potenciales cargas que afecten la construcción. Esto se logra mediante la disposición de los elementos de la estructura de modo que las fuerzas actuantes sean preferentemente de compresión.

Muro: Elemento estructural, generalmente vertical empleado para encerrar o separar ambientes, resistir cargas axiales de gravedad y resistir cargas perpendiculares a su plano proveniente de empujes laterales de suelos.

Muro de Corte: Elemento estructural usado básicamente para proporcionar rigidez lateral y absorber porcentajes importantes del cortante horizontal sísmico.

El muro de corte es un elemento que se comporta de una manera muy rígida lo que evita excesivos desplazamientos en su dirección más larga; Se colocan diafragmas porque estos resisten gran parte del cortante por planta. Y como ya se ha dicho evitan desplazamientos excesivos. La eficiencia de los muros de corte para restringir las deformaciones laterales disminuye con la altura. Se puede controlar mediante una combinación adecuada de muros y pórticos, al combinar los pórticos con los muros, el muro toma una parte importante del cortante en los primeros pisos y el pórtico lo toma en los pisos superiores.

Muro de Arriostre: Muro portante transversal al muro al que provee estabilidad y resistencia lateral. Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su plano.

Muro No Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que sólo lleva cargas provenientes de su peso propio y cargas transversales a su plano. Son por ejemplo, los parapetos, cercos, tabiques.

Muro Portante: Muro diseñado y construido en forma tal que pueda transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior o a la cimentación. Estos muros componen la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical. (E.070, 2017)

2.2.6.- Limitaciones en su aplicación

“El uso o aplicación de albañilería de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la tabla 08. Las zonas sísmicas son las indicadas”. (sismoresistente, 2017)

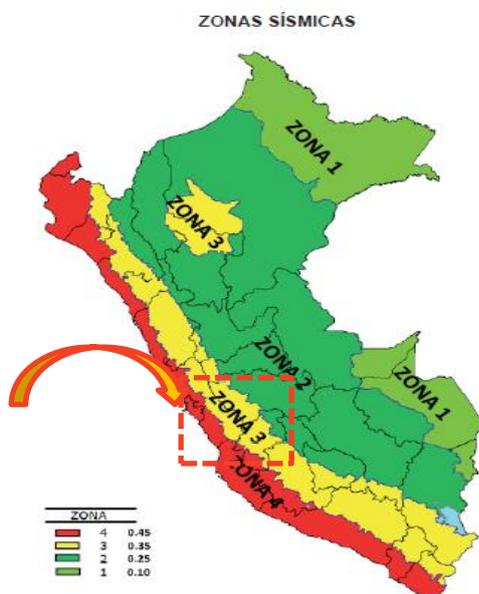
Tabla 07: Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

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

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

Fuente: (E.070, 2017)

Figura 02: Factores de zona en Cusco



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

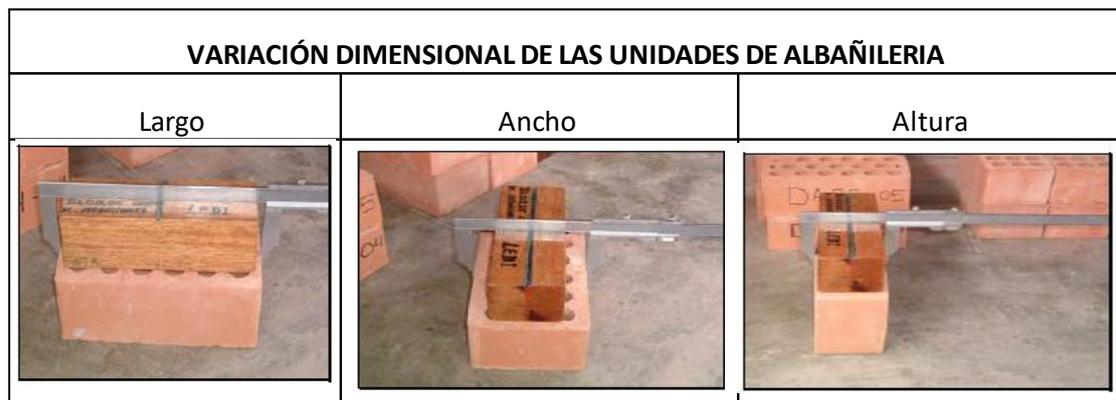
Fuente: (sismoresistente, 2017)

2.2.7.- Pruebas

a) **Muestreo.-** se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo. Cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción.

b) **Variación Dimensional.-** Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las normas NTP 399.613 y 399.604.15

Figura 03: Variación dimensional de las unidades de albañilería.



Fuente: (Bonilla, Tesis puc, pág. 27,2006)

c) **Alabeo.-** Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la norma NTP 399.613.

d) **Absorción.-** Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las normas NTP 399.604 y 399.1613. es la cantidad absorbida por un ladrillo sumergido en agua mantiene su ebullición durante 5 horas, a mayor absorción máxima menos impermeabilidad.

f) **succión.-** determina la succión del agua con el peso en (gr) de la unidad luego debe de ser sumergido en agua durante 1min (psuc) a una altura de agua 3mm, menos el peso en (gr) de la unidad luego de permanecer en el horno (psec), multiplicando por 200 y finalmente dividido entre el área bruta.

g) **porcentaje de ranuras.-** el porcentaje de ranuras que sobrepase el 30%maximo del área bruta, la unidad de albañilería no se clasifica como solida según la norma E.070

e) Resistencia a la compresión

Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las normas 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.

$f'b$ = resistencia característica de la albañilería ladrillo King Kong industrial

$f'm$ = resistencia característica de la albañilería axial (kg/cm²)

$v'm$ = resistencia característica de la albañilería corte (kg/cm²)

2.2.8 Resistencia de prismas de albañilería

La resistencia de la albañilería a compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$) se determinará mediante ensayos de prismas, de acuerdo a la importancia de la edificación y a la zona sísmica donde se encuentre, según se indica en la Tabla 08.

Tabla 08: Métodos para determinar $f'm$ y $v'm$.

METODOS PARA DETERMINAR f_m Y v_m									
RESISTENCIA CARACTERÍSTICA	EDIFICIOS DE 1 A 2 PISOS			EDIFICIOS DE 3 A 5 PISOS			EDIFICIOS DE MAS DE 5 PISOS		
	Zona Sísmica			Zona Sísmica			Zona Sísmica		
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
(f_m)	A	A	A	B	B	A	B	B	B
(v_m)	A	A	A	B	A	A	B	B	A

Fuente: (E.070, 2017)

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

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

Los prismas serán almacenados a una temperatura no menor de 10°C durante 28 días. Los prismas podrán ensayarse a menor edad que la nominal de 28 días pero no menor de 14 días; en este caso, la resistencia característica se obtendrá incrementándola por los factores mostrados en la Tabla 09.

Tabla 09: Incremento de $f'm$ y $v'm$ por edad

INCREMENTO DE f_m Y v_m POR EDAD			
Edad		14 días	21 días
Muretes	Ladrillos de arcilla	1,15	1,05
	Bloques de concreto	1,25	1,05
Pilas	Ladrillos de arcilla y Bloques de concreto	1,10	1,00

Fuente: (E.070, 2017)

La resistencia característica ($f'm$) en pilas y ($v'm$) en muretes se obtendrá como el valor promedio de la muestra ensayada menos una vez la desviación estándar.

Tabla 10: Resistencia características de la albañilería Mpa (kg/cm²)

RESISTENCIAS CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa (kg/cm ²)				
Materia Prima	Denominación	UNIDAD f_b	PILAS f_m	MURETES v_m
Arcilla	King Kong Artesanal	5,4 (55)	3,4 (35)	0,5 (5,1)
	King Kong Industrial	14,2 (145)	6,4 (65)	0,8 (8,1)
	Rejila Industrial	21,1 (215)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
Sílice - cal	King Kong Normal	15,7 (160)	10,8 (110)	1,0 (9,7)
	Dédalo	14,2 (145)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
	Estándar y mecano (*)	14,2 (145)	10,8 (110)	0,9 (9,2)
Concreto	Bloque Tipo P (*)	4,9 (50)	7,3 (74)	0,8 (8,6)
		6,4 (65)	8,3 (85)	0,9 (9,2)
		7,4 (75)	9,3 (95)	1,0 (9,7)
		8,3 (85)	11,8 (120)	1,1 (10,9)

Fuente: (E.070, 2017)

- Utilizados para la construcción de Muros Armados.
- El valor f_m ha sido obtenido contemplando los coeficientes de corrección por esbeltez del prisma que aparece en la tabla 11.

Tabla 11: Factores de corrección de f_m por esbeltez.

FACTORES DE CORRECIÓN DE f_m POR ESBELTEZ						
Esbeltez	2,0	2,5	3,0	4,0	4,5	5,0
Factor	0,73	0,80	0,91	0,95	0,98	1,00

Fuente: (E.070, 2017)

2.2.9.- Granulometría

El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre con abertura cuadrada. Los siete tamices para agregado fino, tienen aberturas que varían desde la malla N°4 hasta la N°200.

La granulometría y los límites de ella se expresan usualmente como porcentaje del material que pasa cada malla. (Sonora, 1994)

2.2.9.1.- Módulo de finura

Es un valor que permite estimar el grosor o finura de un material, se define como la centésima parte del número obtenido al sumar los porcentajes retenidos acumulados en los siguientes tamices, empleados al efectuar un análisis granulométrico: N°100, 50, 30, 16, 8, 4 3/8", 3/4", 1 1/2" y los tamices siguientes cuya relación de abertura sea de 1 a 2.

Entre mayor sea el módulo de finura más grueso será el agregado.

El uso del módulo de finura se ha restringido al agregado fino y según este módulo las arenas se clasifican en: $MF = 1/100 \sum_{k=0}^{M*100} \%ACUMULADO$.

El rango del modulo de finura del agregado fino

- Arenas finas módulo de finura entre 0.5-1.5
- Arenas medias módulo de finura entre 1.5-2.5
- Arenas gruesas módulo de finura entre 2.5 - 3.5

(Cañas, 2007)

Porcentaje de Finos

Se define como él % que pasa el tamiz N°200 (0.074 mm.) (lopez, 2003)

2.2.10. Ensayo de cubos

(Determina la resistencia del cemento NTP 334.051)

Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland cubos de 50mm de lado, es aquella obtenida por la prueba, por ejemplo, de cubos o cilindros de mortero de acuerdo con las norma técnica peruana 334.051. Se debe preparar y curar los especímenes de acuerdo con la prescripción de la norma y con el uso de arena estándar.

El tipo de cemento, o más precisamente, la composición de los compuestos y la finura del cemento influyen.

Se hacen cubos de 50mm (2pulg) y se compactan para la determinación de las características de resistencia del cemento. (69128, 69124)

2.2.11. Massa dun dun

Massa adhesiva a base de resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales. No contiene cemento en su formulación y lista para su uso.

La masa dun dun es una tecnología exclusiva de la FCC. El producto tuvo su origen a principios de la década de los 80 y fue desarrollado en conjunto con instituciones del sector. La masa dun dun proporciona un rendimiento mecánico y durabilidad sin paralelo en el mercado, pues utiliza partículas organizadas en estructuras que garantizan una óptima distribución de sus compuestos poliméricos.

Es un mortero polimérico especialmente desarrollado para el asentamiento de ladrillos o bloques en la construcción de paredes.

La massa dun dun, ha sido diseñada para la elevación de muros de mampostería en obra, para su uso al interior y exterior de la edificación. Uso excluyente para elevación de tabiques del tipo "junta trabajada". No sustituye la estructura portante de la edificación. La adhesión de los ladrillos es realizada por contacto en juntas menores iguales a los 3mm. (dun, 2017)

2.2.11.1. Sistema de control de calidad de la fcc

La **FCC** (Empresa que fábrica massa dun dun), tiene certificaciones ISO 9001, ISO 14001 e ISO TS 16949. Además, la FCC emplea sistemas y controles propios para garantizar la calidad y uniformidad en la recepción de materias primas y en su producción, con todos los lotes producidos pasando por rigurosas pruebas de conformidad con las especificaciones del producto. La FCC también cuenta con tres cámaras de envejecimiento acelerado donde la calidad y durabilidad de la massa dun dun se supervisa constantemente. (dun, 2017)

2.2.11.2. El producto

a) productividad

300% más productiva, Los estudios prácticos demuestran que mientras que en el sistema de mortero convencional se necesita un albañil y dos asistentes para asentar 800 ladrillos en un día, con la masa dun dun, un albañil y un asistente consiguen levantar 2500.00 ladrillos al mismo tiempo. (dun, 2017)

b). Racionalización

El desperdicio de mortero, en el sitio de obras, puede llegar hasta el 50%. Las principales causas son la preparación, la variación de la traza (cantidad excesiva de cemento) y el manejo del producto. Y ese número puede ser aún mayor, de acuerdo con la investigación Alternativas para reducción de desperdicios de materiales en el sitio de obras. El desperdicio de masa dun dun sea de un máximo del 1%. (dun, 2017)

c). Preparación

Para no comprometer la adherencia, los ladrillos / bloques deben estar limpios, libres de arena, grasa, aceites o polvo. La aplicación del producto, en piezas levemente húmedas, aumentará su tiempo de curado pero no perjudicará su adhesión final. No se recomienda la aplicación en piezas completamente mojadas (saturadas) pues esto puede afectar la adhesión final del producto. (dun, 2017)

d). Nivelación

Es necesario que la base esté bien nivelada y en la plomada antes de la utilización del producto. Por esta razón, es recomendable que la primera hilada sea siempre asentada con mortero tradicional, corrigiendo cualquier desnivel existente en el piso. (dun, 2017)

Figura 04: Nivelación con mortero



Fuente: (dun, 2017)

e). Seguridad

Es el único compuesto polimérico para asentamiento que atiende a la norma ABNT NBR 15.575. Además de, tracción en la flexión, envejecimiento acelerado, ataques químicos y humedecimiento y secado. (dun, 2017)

Características

- Producto listo para su uso
- No contiene cemento
- Alta resistencia a la tracción y la compresión
- Alto rendimiento
- Uso en albañilerías internas y externas

(dun, 2017)

f). secado: El secado inicial del producto por lo general se produce entre 6 y 12 horas y se alcanza la resistencia final después de 72 horas en climas cálidos y secos. Sin embargo el tiempo de secado puede ser diferente en función de los tipos de bloque utilizados y las condiciones meteorológicas. En los casos de intensa humedad, el curado del producto sólo se iniciará después de que el asentado de los bloques se seque por completo.

g).Rendimiento: La massa dun dun rinde 1.5 kg de producto por m² en ladrillos o en bloques con 19 cm de alto.

h).Aplicación: se aplica dos líneas de 1cm de ancho aproximadamente a lo largo de todo el ladrillo o bloque

¿Dónde se puede utilizar?

En obras de albañilería, sin función estructural o refractaria. El producto es recomendado para obras de ladrillos, bloques de concreto o bloques cerámicos, de buena calidad y dimensiones uniformes. (dun, 2017)

¿Por qué usar?

Porque con massa dun dun la economía por metro cuadrado es de hasta 35%. Son menos etapas del proceso productivo, son más metros cuadrados producidos por día, es menos mortero utilizado. (dun, 2017)

¿Cómo se puede garantizar la durabilidad del producto?

Algunas de las materias primas empleadas en el producto se indican como aditivos para aumentar la durabilidad en estructuras de hormigón en Europa y América del Norte. La masa dun dun periódicamente pasa por rigurosas pruebas de envejecimiento acelerado en cámaras especiales en las que los cuerpos de prueba se someten a ataques químicos y bruscas variaciones de temperatura, humedad y presión durante varios meses, En comparación del mortero tradicional que no tiene ningún tipo de control de calidad de los agregados que los componen. (dun, 2017)

¿Cuál es el tiempo de secado?

El secado inicial del producto generalmente ocurre entre 6 y 12 horas y la resistencia final se alcanza a partir de 72 horas, en climas secos y calientes. Sin embargo, el tiempo de secado puede ser diferente según los tipos de bloques utilizados y las condiciones climáticas. En casos de humedad intensa, la curación del producto sólo comenzará después de que los bloques asentados se sequen completamente. (dun, 2017)

¿Cómo el producto acomoda tensiones con sólo dos filetes de aplicación?

Por tratarse de un producto polimérico y, por lo tanto, más flexible que el mortero tradicional, la habilidad de la masa dun dun de acomodar tensiones es mayor, incluso con sólo dos filetes. Este hecho se evidencia en los ensayos de resistencia a la compresión con diferentes tipos de bloques, en los que prismas de masa dun dun alcanzaron resistencia similar o superior a la resistencia de prismas de mortero tradicional. Se utilizaron muchas investigaciones e inversiones para desarrollar un producto que resultara en una albañilería con módulo de elasticidad similar al módulo de elasticidad de una albañilería construida con el método tradicional. (dun, 2017)

¿Cómo puedo colocar el refuerzo vertical?

El refuerzo vertical si se quiere añadir para dejar como un muro terminado, se coloca después de asentado el ladrillo; se realiza una abertura más fina que cuando se coloca las tiras de massa dun dun en la horizontal y se aplica entre los espacios de las juntas verticales.

También se da el caso en aplicar dos cordones verticales en el momento del asentado, no es necesario pero ya se evita el estar colocando la vertical después de construir el muro; hay un 20% de incremento de uso de massa dun dun con este método. (dun, 2017)

¿Por qué me puedo ir hasta los 2.40m.de altura en una jornada de trabajo?

En el mortero tradicional hay un tiempo de fraguado, en el cual no puede tener cierta cantidad de carga, es decir máximo se puede elevar un muro hasta los 1.20 metros, que es el límite donde el mortero empieza a “soplar” y deformarse el muro.

En el caso del polímero, por ser la junta de 3mm y en su proceso constructivo se asienta con un golpe de martillo de goma, este queda en contacto entre un ladrillo y otro; por ello ya no podría existir mayor deformación y la carga del muro inmediatamente es tomada por los ladrillos inferiores; es decir ya no existe mayor deformación y le permite de esa manera poder construir el muro hasta la altura de diseño. (dun, 2017)

¿Por qué el producto es más ecológico que la mezcla tradicional?

No contiene cemento, de acuerdo al proceso constructivo de cementos portland, la fabricación de 1kg de cemento emite más de 600 gramos de CO₂ a la atmosfera. Por ejemplo por cada 300 m² de muro construido que se utilice massa dun dun se ha dejado de emitir 900 kg, de CO₂ al ambiente.

No contiene arena, al eliminar la necesidad de uso de arena utilizada en mezclas convencionales, massa dun dun también contribuye a disminuir la eliminación de ese material en los lechos de los ríos, una de las preocupaciones de las autoridades ambientales en todo el mundo. (dun, 2017)

2.2.11.3. Ventajas del producto en relación con el mortero tradicional

(dun, 2017), indica algunas ventajas del producto:

- Excelente adherencia hasta un 400%
- Velocidad de asentamiento hasta 3 veces más rápida, hasta 48m² en un día.
- Menor costo por m² de pared un ahorro de 40%.
- No genera desperdicio, es más limpio.
- No genera suciedad.
- Es más ecológica.
- Resulta en menor peso estructural.

2.2.11.4. Desventajas del producto

La principal desventaja del producto es que no se puede utilizar con ladrillos artesanales que no cumplan la variación dimensional que se indica en el RNE.

Por ser una junta más delgada (3 mm), la masa dun dun no puede acomodar diferencias muy grandes entre un ladrillo y otro (diferencia de altura entre un ladrillo y otro), lo cual puede ocurrir cuando se utiliza con bloques o ladrillos de baja calidad y que no cumplan lo especificado en el RNE. Esto puede resultar en una mayor dificultad en la nivelación durante la construcción y como consecuencia afecta la productividad. (dun, 2017)

Figura 05: Aplicación del producto



Dosificación con sachet

Fuente: (dun, 2017)

2.2.11.5. Indicaciones

"La massa dun dun está indicada para el asentamiento de bloques y ladrillos en albañilería de sellado internos o externos. Aunque los ensayos preliminares de resistencia mecánica, compresión, apuntan un desempeño adecuado, el uso de la massa dun dun para albañearía estructural, debe ser fundamentada en análisis realizados por el ingeniero responsable del proyecto estructural. (dun, 2017)

2.2.12.- Tipos de falla:

a) Fallas de resistencia a la compresión diagonal

Falla por tensión diagonal: falla ideal de los muros

Falla por deslizamiento o escalonada: falla por el lado del mortero esto se produce cuando la resistencia de los ladrillos es mayor a la de ladrillo – mortero; no adecuada.

Falla mixta: falla por mortero y ladrillo

b) Fallas de resistencia a la compresión axial

- falla vertical : perpendicular a la horizontal
- falla explosiva
- falla de aplastamiento

- falla compuesta (falla vertical y falla de aplastamiento)
- Desprendimiento del ladrillo

c).- Forma de falla de mortero tradicional

La falla ideal de las pilas de albañilería es una grieta vertical en la cara de menor dimensión cortando a las unidades y el mortero, (cieza, 2012)

2.3.- DEFINICIONES DE TERMINOS BÁSICOS

FCC: Sistema de control de la calidad

MLV: Mortero a larga vida

Mampostería: unión de Ladrillos, se utiliza generalmente mortero de cemento, arena con la adición de una cantidad conveniente de agua.

Pulverización

COPANT: comisión panamericana de normas técnicas.

ITINTEC: Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y Normas Técnicas

ABNT: asociación brasilera de normas técnicas

Altura efectiva: Distancia libre vertical que existe entre elementos horizontales de arriostre. Para los muros que carecen de arriostres en su parte superior, la altura efectiva se considerará Como el doble de su altura real.

Arriostre: Elemento de refuerzo (horizontal o vertical) o muro transversal que cumple la función de proveer estabilidad y Resistencia a los muros portantes y no portantes sujetos a cargas perpendiculares a su Plano.

ASTM: (American Society for Testing and Materials)

Borde libre: Extremo horizontal o vertical no arriostrado de un muro.

Confinamiento: Conjunto de elementos de concreto armado, horizontales y verticales, cuya función es la de proveer ductilidad a un muro portante.

Construcciones de albañilería: Edificaciones cuya estructura está constituida predominantemente por muros portantes de albañilería.

Espesor efectivo: Es igual al espesor del muro sin tarrajeo u otros revestimientos descontando la profundidad de bruñas u otras indentaciones. Para el caso de los muros de albañilería armada parcialmente rellenos de concreto líquido, el espesor efectivo es igual al área neta de la sección transversal dividida entre la longitud del muro.

fm: resistencia a la compresión axial (kg/cm²)

fm corregido: fuerza máxima que resiste la pila, entre el área, multiplicado por el factor de corrección por la esbeltez

fm corregido promedio: sumatoria de fm corregido

f_m característico: f_m promedio menos el desviación estándar

P_u (kg): fuerza máxima que resiste la pila

FE: factor de corrección por esbeltez

E: esbeltez

v_m: resistencia a la compresión de corte (kg/cm²)

v_m promedio: sumatoria de la resistencia a la compresión de corte (kg/cm²)

v_m característico: v_m promedio menos la desviación estándar

p: máxima fuerza que resiste el murete

Ab: área bruta del espécimen

2.4.- HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1 Hipótesis General

El comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de masa dun dun será mejor que los muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco.

2.4.2 Hipótesis Específicos

- La resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de masa dun dun sería mejor, que las juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco.
- la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo construidos con juntas de masa dun dun mejoraría con respecto a los muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco.
- Los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional serian semejantes con respecto a las fallas producidas en muros de ladrillo con juntas de masa dun dun en la ciudad del Cusco.
- los costos unitarios de los muros de ladrillo construidos con juntas de masa dun dun sería menor que los costos del mortero tradicional en la ciudad del Cusco.

2.5 VARIABLE

2.5.1 Variable Independiente:

• MORTERO

- Mortero tradicional
- Massa dun dun

2.5.2 Variable Dependiente:

• COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MUROS DE LADRILLO TIPO I

- Valor de la resistencia a la compresión axial en muro de ladrillo.
- Valor de la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo.
- Tipos de falla
- Valor del costo unitario de los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero tradicional y Juntas de massa dun dun.

2.5.3 Operacionalización de las variables

Tabla 12: Operacional de la variable

VARIABLE	DESCRIPCIÓN DE LA VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADOR	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE : Mortero (tradicional y massa dun dun)	Mortero: Agregado+cemento+agua Massa dun dun: mortero tipo massa, que no contiene cemento, facil y muy rapido de aplicar en las ilaciones de ladrillo.	propiedades fisicas del agregado fino	ensayo granulometrico	Guías de observación de laboratorio.
			módulo de fineza	
			peso unitario suelto y compactado	
VARIABLE DEPENDIENTE : comportamiento mecánico de muros de ladrillo	Es el analisis y la determinación de la variación de la resistencia a la compresión, resistencia a la adherencia, Identificación de los tipos de falla y la Estimación de la variación del costo unitario de los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero Tradicional y Juntas de massa dun dun.	resistencia a la compresión axial	determinación del area carga aixal y esfuerzo mediante axial en kg/cm2	Guías de observación de laboratorio. Formatos de evaluación de resistencia a compresión. Formatos de evaluación de porcentaje de absorción.
		resistencia a la adherencia en los muros de albañileria	determinación de area carga diagonal l y esfuerzo mediante compresión diagonal en kg/cm2	
		tipos de fallas	Pilas	
			grieta vertical	
			falla compuesta	
			falla por aplastamiento	
			falla explosiva	
			Muretes	
			falla por desplazamiento	
			falla escalonada	
falla diagonal				
falla por desprendimiento				
Analisis de costos	costo unitario por m2			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

3.- METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.- Tipo y nivel de Investigación

El presente trabajo de investigación “ESTUDIO COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO MECANICO DE MUROS DE LADRILLO CONSTRUIDOS CON JUNTAS DE MORTERO TRADICIONAL Y JUNTAS CON MASSA DUN DUN EN LA CIUDAD DEL CUSCO – 2017”, según su finalidad es una “investigación aplicada”, porque intenta resolver el problema planteado en la investigación y según su naturaleza es un “investigación cuantitativa”, porque se observa y recolecta datos numéricos.

Tiene un “nivel comparativo”, porque se explicara el comportamiento de las variables en estudios experimentales donde responderá a las preguntas ¿Cuál es la variación de la resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco?, ¿Cuál es la variación de la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco?, ¿Cuáles son los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco? y ¿Cuál será la variación del costo unitario de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (cemento, arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco?

3.2.- Diseño de la investigación

El ámbito del presente estudio de investigación, está representada por muros y pilas de ladrillo que se ejecutan en la región Cusco.

3.3.- Población y muestra de Investigación

3.3.1 Población

La población del presente estudio abarcará al estudio experimental de 12 pilas y 12 muretes de ladrillo, elaborados con unidades King Kong 18 huecos, y mortero proporción 1:3 a espesores diferentes de 1.00 cm a 1.20 cm.

3.3.2 Muestra

- Compresión axial de prismas (0.24cm x 0.30cm) con ladrillo industrial king Kong 18 huecos

- tres testigos con mortero tradicional a un espesor de 1.00 cm
- tres testigos con mortero tradicional a un espesor de 1.20 cm
- seis testigos con Massa dun dun a un espesor de 1.00cm

Total de 12 prismas de compresión axial (pilas)

- Compresión diagonal en muretes (0.60cmx0.60cm) con ladrillo industrial King Kong 18 huecos

- tres testigos con mortero tradicional un espesor de 1.00 cm
- tres testigos con mortero tradicional un espesor de 1.20cm
- tres testigos con Massa dun dun juntas horizontales
- tres testigos con Massa dun dun juntas horizontales y verticales

Total de 12 Prismas de compresión diagonal (muretes)

3.4 técnicas e instrumentos para recolección de datos

3.4.1 Técnicas

El procedimiento que se usará será la observación de los resultados de las pruebas sometidas a los prismas (muretes de ladrillo)

3.4.2 Técnicas Indirectas

Mediante la información existente en fuentes bibliográficas y también tesis afines al tema de investigación; recurriendo en lo posible a las fuentes originales en la brevedad, como: libros, tesis e informativos especializados y normas legales.

3.4.3 Técnicas Directas

La información se obtendrá mediante las empresas ladrilleras dadas, de las cuales se seguirá el método de recolección de datos:

- Pruebas de compresión a las unidades de albañilería.

- Aplicación de mortero para las medidas de espesor de junta de 1.00 a 1.20cm.
- Elaboración de prismas y muretes para pruebas.
- Construcción de prismas de 3 hileras 0.24 X0.30 y muretes de 0.60 x 0.60 m
- El formato usado para la observación de laboratorio de la facultad de ingeniería Civil de la UAP-filial Cusco, es de fuente propia. Donde se observará la resistencia a la compresión axial (f'_m) y resistencia a compresión diagonal (V'_m) de las muestras establecidas

3.5 Plan de recolección y procesamiento de datos

Los datos recabados, se procesaran en el software Excel, a partir de codificación de las unidades de estudio y los datos brindados; a partir del cual los datos se presentaran a través de tablas, gráficos y figuras los que serán interpretados y analizados.

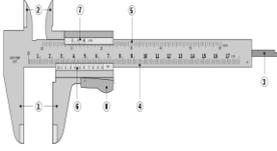
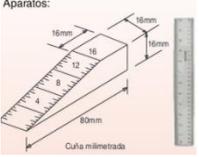
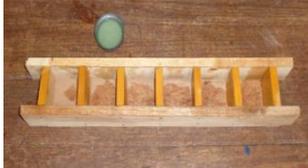
3.6.1 Instrumento

- Fichas de verificación para los ensayos.
- Máquina de compresión axial y diagonal para realizar las pruebas.
- Laptop más formato de Excel
- Fichas bibliográfica y documental

3.6.2 Investigación Bibliográfica

Se refiere principalmente a la información obtenida en los archivos obtenidos para la constatación de la veracidad de datos obtenidos por otras fuentes respecto a investigaciones ejecutadas anteriormente

Figura 06: Instrumentos de ingeniería

			
Balanza	Balanza	Horno eléctrico	Cucharon y recipiente
			
Vernier 1 mm.	Regla metálico 1 mm.	Flexómetro 1 mm.	Cuña de Alabeo 1 mm.
			
plomada	Nivel de mano	badilejo	Bruña de centro
			
Pala	Molde madera	Máquina de compresión diagonal	Máquina de compresión axial

Fuente: Elaboración propia con imágenes de web.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.- PRUEBAS

4.1. Unidades de albañilería.- para esta investigación se usó unidades de albañilería ladrillos King Kong de 18 huecos las especificaciones Técnicas obtenidos de los ensayos se aprecian en la Tabla 13.

Tabla 13: Características de los ladrillos

CARACTERISTICAS	VALOR
tipo	king kong solido de 18 huecos semi industrial
%huecos	29.76%
Dimensiones	24x12x9cm
Peso	3.46kg
Resistencia característica a la compresión	41.53 kg

Fuente: Elaboración propia

Figura 07: ladrillos de arcilla king kong de 18 huecos



Fuente: Elaboración Propia

Estos ladrillos de arcilla king kong de 18 huecos producidos industrialmente de la fábrica

4.2.- Variación dimensional.-

Para la prueba de variación dimensional se utilizó 10 unidades de ladrillos king kong semi industrial, de 18 huecos este consistió en medir con una regla graduada las tres dimensiones de la unidad de albañilería (largo, ancho y altura) en mm, a la mitad de las aristas de cada

cara. Se realizan 04 mediciones en cada arista y finalmente se promedia cada arista de la unidad y se obtiene los resultados tabla 14.

Este ensayo depende del espesor de la junta a mayor variación, mayor espesor de junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la fuerza cortante del muro de albañilería.

Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería se utiliza la siguiente formula que se expresa en porcentaje:

$$V\% = 100 \times \frac{(De - Dp)}{De}$$

Donde:

V %= Variabilidad dimensional. (%)

De = Medida especificada por el fabricante (mm)

Dp = Medida promedio (mm)

“Cuando un muro de albañilería está compuesto de ladrillos que tienen mucha

Variabilidad de dimensiones, el espesor de la junta de mortero aumenta, dando lugar a La reducción de la resistencia a compresión del muro”. (Pari, 2008)

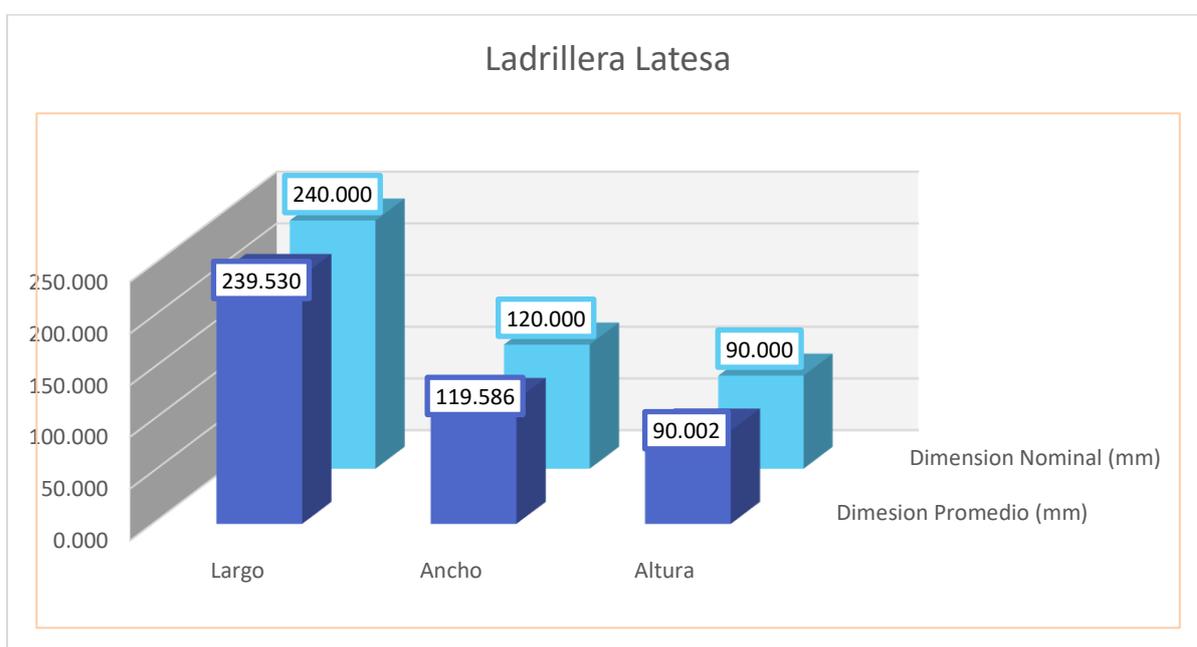
Tabla 14: Variación dimensional

LADRILLERA	Latesa								
	Largo (mm)			Ancho (mm)			Altura (mm)		
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Hprom
U1	239.000	240.000	239.500	119.000	120.000	119.500	90.000	90.000	90.000
U2	240.000	239.000	239.500	119.000	120.000	119.500	91.000	90.000	90.500
U3	239.000	240.000	239.500	120.000	120.000	120.000	90.000	90.000	90.000
U4	240.000	239.000	239.500	119.000	120.100	119.550	89.000	90.000	89.500
118	239.000	240.000	239.500	118.000	120.500	119.250	90.000	90.020	90.010
U6	239.000	240.000	239.500	119.000	120.000	119.500	91.000	90.000	90.500
U7	240.100	239.000	239.550	120.000	118.000	120.000	90.030	90.000	90.000
U8	240.000	239.500	239.750	120.120	118.000	119.060	89.000	90.000	90.000
U9	240.000	240.000	240.000	119.000	120.000	119.500	90.010	89.000	89.505
U10	240.000	238.000	239.000	120.000	120.000	120.000	90.010	90.000	90.000
	PROMEDIO		239.530	PROMEDIO		119.586	PROMEDIO		90.002
	VAR DE DATOS		0.36	VAR DE DATOS		0.63	VAR DE DATOS		0.26
	COEF. VAR		0.06%	COEF. DE VAR		0.09%	COEF. DE VAR		0.10%

Ladrillera Latesa			
	Largo	Ancho	Altura
Dp (mm)	239.530	119.586	90.002
De (mm)	240.000	120.000	90.000
V (%)	20%	35%	-0.17%

Fuente: Elaboración propia

Grafico 01: gráficos



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 14, la variación dimensional que se obtuvo superó a la norma E.70, esto se debe a que el proceso de fabricación industrial de estos bloques no es muy riguroso.

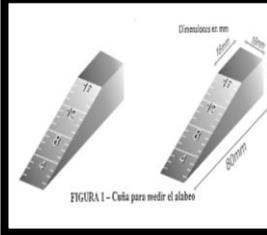
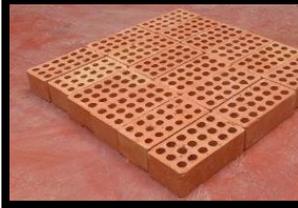
La norma E.070 admite una variación dimensional de hasta $\pm 2\%$ para dimensiones mayores a 150mm y de hasta $\pm 3\%$ para dimensiones entre 100 y 150mm

4.3.- Alabeo

Para realizar esta prueba de alabeo fue necesario tener una regla metálica y una cuña graduada. Se colocó en forma diagonal la regla cuando el alabeo se presentó cóncavo, la cuña se introdujo en la zona correspondiente, a la mayor flecha, y en alabeo convexo, fue necesario acomodar la regla metálica hasta que los valores de alabeo registrados con la cuña en los dos extremos fueran iguales.

La mayor concavidad o convexidad del ladrillo produce un aumento en el espesor de la junta y disminuye la adherencia mortero ladrillo al formarse vacíos en las zonas más alabeadas. Este procedimiento se efectuó en las dos caras de asiento rugoso de los ladrillos sobre una superficie plana, los resultados se promediaron en milímetros enteros, tal como se muestra en las Tabla 15.

Figura 09: Alabeo de ladrillos Latesa.

 <p>FIGURA 1 - Cua para medir el alabeo</p>			
<p>Fuente:NTP39961 3 (Pág. 22) Fig.9.1</p>	<p>Fig. 9.2.-unidad de albañilería</p>	<p>Fig.9.3.Medicines</p>	<p>Fig. 9.4.-Alabeo</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Alabeo de ladrillos Latesa

Especimen	ALABEO DE LADRILLOS LATESA								
	A.Largo (mm)			A.Ancho (mm)			A.Altura (mm)		
	A.L1	A.L2	A.Lprom	A.A1	A.A2	A.prom	A.H1	A.H2	A.Hprom
A-01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
A-02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
A-03	0.02	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
A-04	0.40	0.01	0.21	0.10	0.05	0.08	0.00	0.00	0.00
A-05	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
A-06	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
A-07	0.02	0.05	0.04	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
A-08	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
A-09	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
A-10	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
	PROMEDIO		0.03	PROMEDIO		0.02	PROMEDIO		0.00
	VARIACION		0.01	VARIACION		0.00	VARIACION		0.00
	COF. DE VAR		0.00%	COF. DE VAR		0.00%	COF. DE VAR		0.00%

Fuente: Elaboración Propia

En muros de albañilería, el alabeo puede causar que las juntas horizontales presenten vacíos perjudicando la adherencia del mortero y la resistencia a la compresión.

Los resultados de estos ensayos fueron regulares en cada unidad de albañilería.

4.4.- Absorción

Se realizó el ensayo de absorción para obtener la durabilidad de las unidades de albañilería, si la unidad tiene un alto índice de absorción, quiere decir que es más porosa, por ende la resistencia será menor, según la norma E.070 el límite máximo de absorción, para unidades de arcilla es de 22%.

- Las unidades de albañilería se secaron en el horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas, se sacaron del horno y se pesaron Fig.10.1.
- Se dejó enfriar los ladrillos durante 4 horas y se introdujeron en un recipiente lleno con agua destilada, se dejó reposar durante 24 horas Fig.10.3.
- Luego se pesó las unidades. Fig.10.4

Los resultados están expresados en porcentaje según la siguiente fórmula:

$$A = \frac{PS - PSECO}{PSECO} * 100$$

Donde:

- A = Absorción (%)
Ps = Peso saturado (gr)
Pseco = Peso seco (gr)

Figura 10: Absorción



Fig. 10.1.- secado en horno a una T° de 110 °



Fig. 10.2.- peso de ladrillo



Fig. 10.3.- sumergido al agua



Fig. 10.4.- peso después de sumergir al agua



Fig. 10.5.- peso después de sumergir al agua.



Fig. 10.6.- Total de ladrillos pesados.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Absorción de unidades de albañilería

Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
ABS- 01	3335.00	3835.00	14.99
ABS- 02	3465.00	3855.00	11.26
ABS- 03	3535.00	4015.00	13.58
ABS- 04	3570.00	4070.00	14.01
ABS- 05	3420.00	3840.00	12.28
Absorción Promedio (%)			13.22

Fuente: Elaboración propia

La absorción de ambos ladrillos cumple con lo establecido en la norma E.070, para ladrillo de arcilla = 13.22 % < 22% ok

4.5.- Succión

- Las unidades de albañilería se secaron en el horno a una temperatura de 110° C durante las 24 horas Fig.11.1.
- Pasado el tiempo se registró el peso seco reiteradas veces hasta no obtener variaciones Fig.11.2.
- Se tomaron las medidas con precisión milimétrica del largo y ancho de las caras de las unidades.
- Por otro lado se preparó una bandeja nivelada con agua y se colocó sobre ésta, dos barras que sirvieron de apoyo para el ladrillo y se tomó el tiempo durante 1min, altura de 3mm. Fig.11.3.
- Luego de esto se retira, se seca e inmediatamente la unidad húmeda se pesó. Fig.11.4.
- La succión esta expresada en gramos por minuto en un área normalizada de 200 cm².

Figura 11: Succión



Fig. 11.1.- Ladrillos en el horno a 110 °C



Fig. 11.2.- peso de la unidad seca



Fig. 11.3.-Succión de ladrillos de arcilla

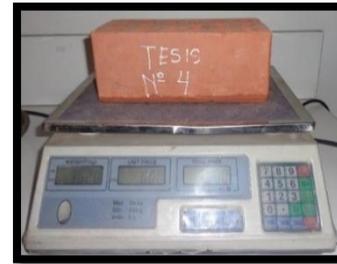


Fig. 11.4.- Peso de la unidad húmeda

Fuente: Elaboración propia

La succión se calculó con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{200*(Psuc - Psec)}{\text{Area Bruta}}$$

Donde:

S = Succión

Psuc = Peso (gr) de la unidad luego de ser sumergido en agua durante 1 min

Psec = Peso (gr) de la unidad luego de permanecer en el horno.

Área Bruta = Ancho x Largo (cm²)

Tabla 17: Succión de unidades de albañilería

LADRILLO	SUCCIÓN						
	ESPECIMEN	L (mm)	A (mm)	Area (cm ²)	Peso (kg)		Succion (gr)
					Seco	Humedo	
SUC- 01	240.00	117.00	280.80	3335.00	3380.00	32.05	
SUC- 02	238.00	119.00	283.22	3465.00	3525.00	42.37	
SUC- 03	243.00	120.00	291.60	3535.00	3575.00	27.43	
SUC- 04	240.00	120.01	288.02	3570.00	3628.00	40.27	
SUC- 05	240.00	119.00	285.60	3420.00	3480.00	42.02	
						36.83	

La norma E.070 especifica que la succión de los ladrillos debe estar comprendida entre los 10 y 20 gr/200 cm²-min, caso contrario se regaran los ladrillos durante 30min, el valor de la succión obtenida en los ensayos es de 36.83 gr/ (200cm²xmin) por lo que fue necesario regar los ladrillos durante media hora, un día antes del asentado.

4.6.- Resistencia a la compresión

Este ensayo nos indica la durabilidad de las unidades, también nos indica la calidad de las unidades de albañilería que empleamos

Para realizar este ensayo se eligieron al azar 5 unidades de ladrillos secos, cemento para tener una superficie de contacto uniforme entre las unidades y el cabezal de la máquina de compresión, luego se colocaron las unidades en la máquina de ensayos y se procedió a aplicar la carga a una velocidad de 10.0ton/min, la resistencia de las unidades a la compresión axial se calcula mediante la siguiente formula:

$$fb = \frac{P}{A}$$

Donde:

fb = Resistencia a compresión del ladrillo, en kg/cm²

P = Carga de rotura, en kg

A = Promedio de las áreas brutas superior e inferior, en cm²

f'b = Resistencia característica a compresión

$$f'b = fb - \sigma$$

Tabla 18: Resistencia a la compresión (*fb*)

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN(<i>fb</i>)										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Área (cm ²)	Carga Máxima		<i>fb</i> (Kg/cm ²)
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
LAD-1	240.00	239.00	239.50	117.00	120.00	118.50	283.81	135.82	13850.00	48.80
LAD-2	238.00	240.10	239.05	119.00	120.12	119.56	285.81	118.37	12070.00	42.23
LAD-3	243.00	240.00	241.50	120.00	119.00	119.50	288.59	118.76	12110.00	41.96
LAD-4	240.00	240.00	240.00	120.01	120.00	120.01	288.01	121.90	12430.00	43.16
LAD-5	240.00	240.00	240.00	119.00	120.00	119.50	286.80	134.94	13760.00	47.98

<i>fb</i> Promedio	=	44.83	kg/cm²
Desviación Estándar	=	3.30	kg/cm²
<i>f'b</i> característica	=	41.53	kg/cm²
Según Norma E070 - <i>f'b</i> Mínima	=	50.00	kg/cm²

La resistencia característica (*f'b*) es de 41.53 kg/cm², por lo que de acuerdo a la Norma técnica E.070, los ladrillos se clasifican como King Kong 18 huecos semi solida (con 29.76 % de huecos).

4.7.- Porcentaje de ranuras

Para este ensayo se utilizaron 05 ladrillos entero y el procedimiento fue el siguiente:

Usando un vernier se midió el ancho y el largo de la superficie de asiento.

Para los cálculos se usó la siguiente formula

$$R(\%) = \frac{100Ar}{Ab}$$

Ab = área de la superficie de asiento

Ar = Área de ranuras

R (%) = Porcentaje de ranuras

Solución R- 1

$$Ab = (((3.14159*(24.50*24.50)/4)/100)$$

$$Ab = 4.71$$

$$Ar = 18*Ab$$

$$Ar = 18*4.71$$

$$Ar = 84.86$$

$$\text{Área} = ((\text{Largo}*\text{Ancho})/100)$$

$$\text{Área} = ((240*120)/100)$$

$$\text{Área} = 288$$

$$R (\%) = ((100*Ar)/\text{Área})$$

$$R (\%) = ((100*84.86)/288)$$

$$R (\%) = 29.46$$

$$\text{Rta de R- 1} = 29.46$$

$$\text{Promedio de R (\%)} = 29.76$$

Tabla 19: Porcentaje de ranuras.

Ladrillera	Latesa		
Especimen	Area (cm ²)		Ranuras (%)
	Area	Ar	
R- 1	288.00	84.86	29.46
R- 2	283.22	81.43	28.75
R- 3	286.80	88.71	30.93
R- 4	285.84	89.07	31.16
R- 5	286.79	81.70	28.49
% de Ranuras Promedio			29.76

Fuente: Elaboración propia

Promedio de % de Ranuras = 29.76%

En cuanto, al tener un porcentaje de ranuras que sobrepasa el 30% máximo del área bruta, la unidad de albañilería no se clasifica como solida según la norma E.070, por lo tanto, no puede ser utilizado en la construcción de muros portantes confinados.

4.8.- Resumen y discusión de resultado

Tabla 20: Resumen de los resultados de los ensayos.

RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN (f'b)(kg/cm²)	
UNIDAD DE ALBAÑILERIA	semi industrial
MEDIDAS	Largo : 24cm Ancho : 12cm Alto : 9cm
VARIACIÓN DIMENSIONAL	Largo : 0.36mm Ancho : 0.63mm Alto : 0.26mm
ALABEO	Largo : 0.03 Ancho : 0.02 Alto : 0.00
SUCCIÓN	36.83 $\frac{\text{gr}}{200 \text{ cm}^2 \times \text{min}}$
ABSORCIÓN	13.22%
PORCENTAJE DE RANURAS	29.76%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la norma E.070, el ladrillo clasifico como ladrillo king Kong 18 huecos y semi industrial. Se puede decir que la succión comprendida es entre los límites de 10 y 20gr /200cm2xmin, el ladrillo de arcilla no necesita tratamiento, pero si su limpieza antes de asentarlo. Por otro lado al tener un porcentaje de ranuras que sobrepase el 30% del área bruta, la unidad no se clasifica como sólida.

4.9.- Granulometría

Determinar la granulometría del agregado grueso para la utilización en la dosificación del mortero.

4.9.1.- Equipo y materiales

Herramientas:

- Pala
- Carretilla
- Escoba y recogedor
- Badilejo
- Materiales:
- Agregado Grueso
- Equipos

Tamices:

- Tamiz 1/2"
- Tamiz 3/8"
- Tamiz N°4"
- Tamiz N°8"
- Tamiz N°16"
- Tamiz N° N°200"
- Bandeja
- Balanza electrónica

4.9.2.- Procedimiento:

- Se selecciona la muestra de vicho (confitillo) y de Cunyac (arena fina)
- Una vez obtenida la muestra se procedió a realizar el cuarteo de la muestra en tres oportunidades. Fig.-12.1
- Se levantó en un recipiente parte de la muestra. Fig.-12.2
- Se tamiza con las mallas en orden decreciente como indica el equipamiento y las normas de ensayo. Fig.-12.3
- Se procedió a pesar las muestras retenidas en los tamices, tratando de evitar el desperdicio para no alterar los resultados. Fig.-12.5
- En un cuaderno se anotó los datos resultantes al pesar cada tamiz 1/2" 3/8" N°4" N°8" N°16" N°200" en forma decreciente. Fig.-12.6

4.9.3.-Aplicaciones del ensayo:

Este ensayo nos ayuda a verificar si el agregado cumple con las especificaciones técnicas que demanda la Norma Técnica Peruana para la construcción.

Esto nos servirá para la dosificación correcta del concreto.

Figura 12: Ensayo de granulometría



Fig.-12.1 Cuarteo



Fig.-12.2 peso de la muestra



Fig.-12.3 tamizado

Fuente: Elaboración propia



Fig12.4.-Tamiz en forma
decreciente

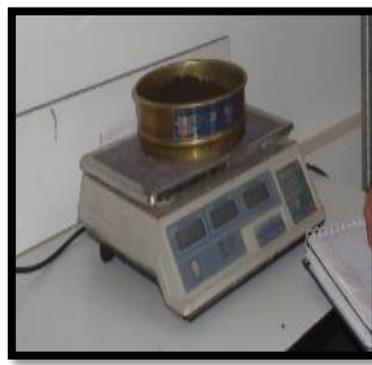


Fig12.5.-peso de muestra
tamizada



Fig12.6.-Resultados

Fuente: Elaboración Propia

4.9.4.- Arena fina (Cunyac)

- Para el cálculo de la muestra seca+recipiente (**grs**): 502.49
- Peso del recipiente (**grs**): 400
- Peso de la muestra seca, ws (**grs**): 102.49
- Modulo de fineza 2.59%

Tabla 21: Granulometría de arena fina.

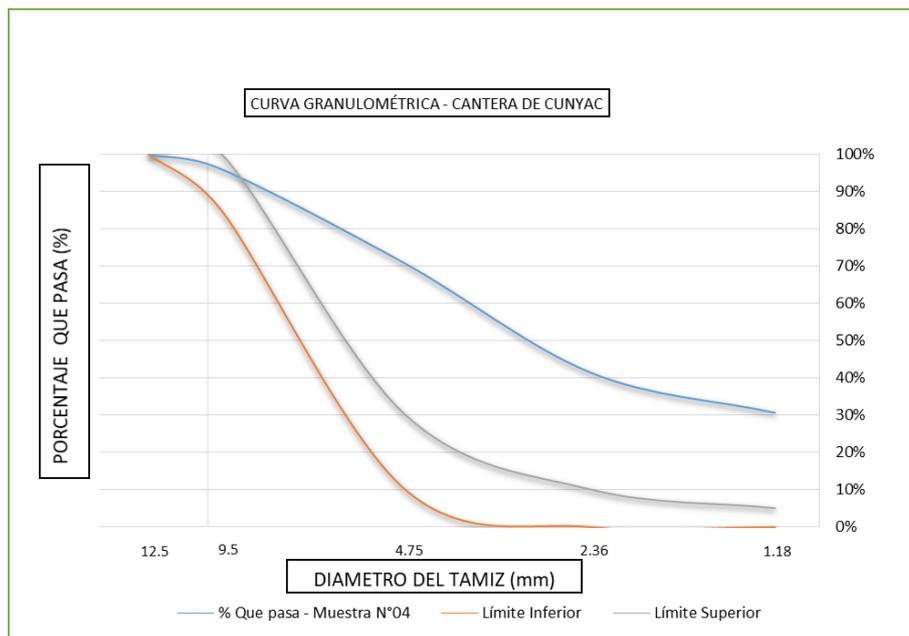
TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA
N°4	4.750	0	0.00%	0.00%	100.00%
N°8	2.360	4.00	3.90%	3.90%	96.10%
N°16	1.180	26.00	25.37%	29.27%	70.73%
N°30	0.600	30.00	29.27%	58.54%	41.46%
N°50	0.300	11.00	10.73%	69.28%	30.72%
N°100	0.150	29.00	28.30%	97.57%	2.43%
N°200	0.075	2.49	2.43%	100.00%	0.00%
Σ		102.49			

Fuente: Elaboración propia

Modulo de fineza = (SUMA(3.90+29.27+58.54+69.28+97.57+100))/100)

Modulo de fineza = 2.59 %

Grafico 02: Curva granulométrica de arena fina



Fuente: Elaboración propia

4.9.5.- Arena gruesa (vicho)

- Para el cálculo de la muestra seca+recipiente (grs) :2825
- Peso del recipiente (grs) :400
- Peso de la muestra seca, ws (grs) :2425
- Modulo de fineza :3.40%

Tabla 22: Granulometría de confitillo.

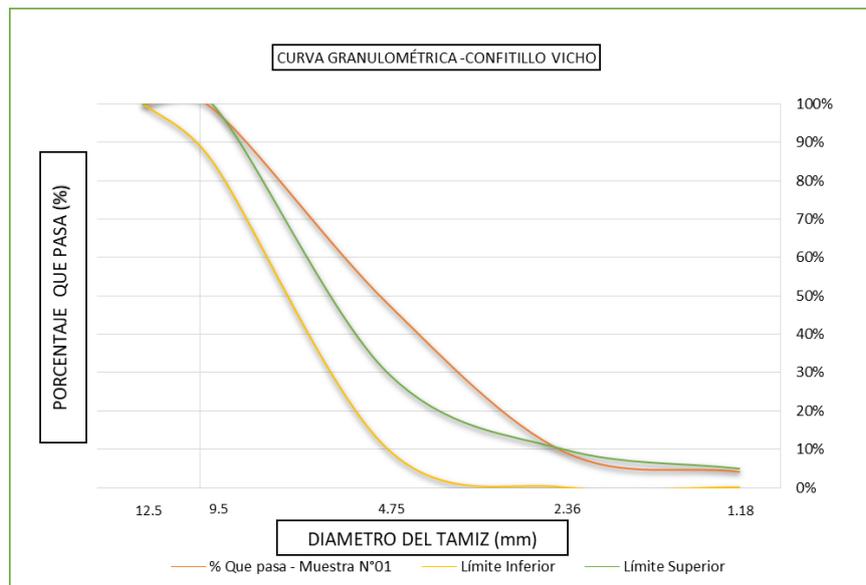
TAMIZ N°	DIAMETRO (mm)	PESO RETENIDO (grs)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULAD	% QUE PASA
N°1/2	12.500	0.025	0.00%	0.00%	100.00%
N°3/8	9.500	25.020	1.03%	1.03%	98.97%
N°4	4.750	1235.51	50.95%	51.98%	48.02%
N°8	2.360	939.00	38.72%	90.70%	9.30%
N°16	1.180	125.445	5.17%	95.88%	4.12%
Base		100.005	4.12%	100.00%	0.00%
Σ		2425			

Fuente: Elaboración propia

Modulo de fineza = (SUMA(1.03+51.98+90.70+85.88+100)/100)

Modulo de fineza = 3.40 %

Grafico 03: Curva granulométrico



Fuente: Elaboración propia

4.10.- Ensayo a la compresión de cubos

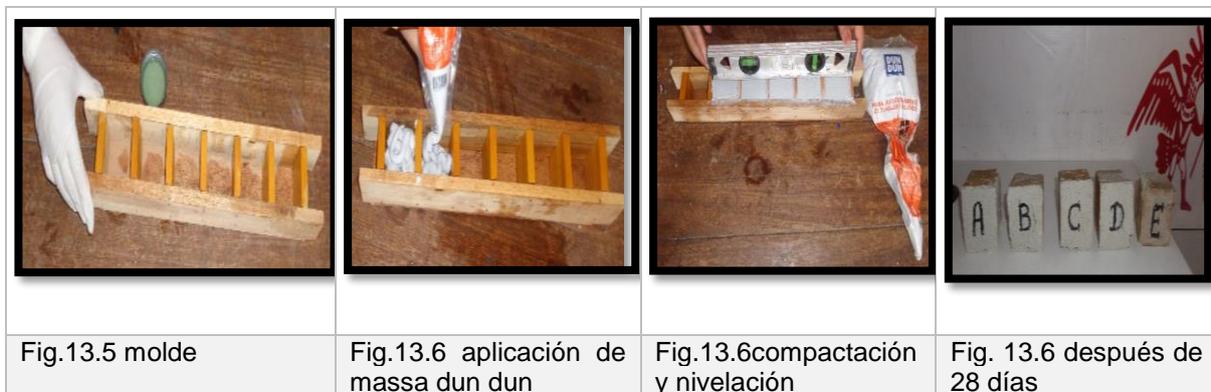
- Se sometieron a compresión 5 cubos con mortero tradicional y 5 cubos con masa dun dun, sus medidas fueron de (5cm) de lado.
- Se limpió el molde de madera y se le aplicó petróleo en las superficies internas del molde. Fig.- 13.5
- Se le colocó una primera capa a mitad del molde y se le compactó con un pisón metálico 16 veces. Luego se colocó la segunda capa hasta llenar el molde con mortero, compactando continuamente más 16 golpes y finalmente se niveló los cubos de mortero. Fig.- 13.1
- Después de las 24 horas se desencofraron la madera y se retiraron los cubos de mortero tradicional y seguidamente del producto masa dun dun Fig.- 13.3
- Seguidamente se sumergieron en agua limpia durante 28 días, más el producto de masa dun dun se conservó en un lugar seco, fuera de la humedad. Fig.- 13.3

Figura 13.- compresión de cubos mortero tradicional



Fuente: Elaboración propia

Figura 8.1.- compresión de cubos masa dun dun



Fuente: Elaboración propia

4.10.1.- Ensayo de los cubos

El ensayo de compresión se realizó a los 28 días, las caras de los cubos estarán en contacto con los cabezales de la máquina y centradas.

Finalmente se registró la carga máxima indicada por la máquina, para calcular la resistencia a compresión se usó la siguiente formula:

$$\sigma_u = \frac{P_u}{A}$$

Donde:

P_u =carga máxima registrada

A = Área de la sección transversal del cubo

σ_u = Resistencia a compresión.

Tabla 23: Compresión de cubos con mortero tradicional.

ESPECIMEN	L (cm)	A (cm)	H (cm)	AREA (cm ²)	P _u		σ _u (kg/cm ²)
					KN	Kg	
Cub- A	5.0	5.0	5.0	25.0	14.42	1470.00	58.80
Cub- B	5.0	5.1	5.0	25.6	18.63	1900.00	74.26
Cub- C	5.0	5.0	5.0	25.2	23.73	2420.00	95.94
Cub- D	4.9	5.0	5.0	24.3	18.44	1880.00	77.35
Cub- E	5.1	5.0	5.0	25.6	25.50	2600.00	101.54
Media	5.0	5.0	5.0	25.1	20.14	2054.00	81.58

σ_u Promedio	=	81.58	kg/cm²
Desviacion Estandar	=	17.28	kg/cm²
σ'_u caracteristico	=	64.29	kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Compresión de cubos con massa dun dun.

ESPECIMEN	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	AREA (cm ²)	Pu		σu (kg/cm ²)
					KN	Kg	
Cub - A	5.0	5.0	5.0	25.0	25.11	2560.00	102.40
Cub - B	5.0	5.1	5.0	25.6	31.09	3170.00	123.90
Cub - C	5.0	5.0	5.0	25.2	30.60	3120.00	123.69
Cub - D	4.9	5.0	5.0	24.3	26.18	2670.00	109.85
Cub - E	5.1	5.0	5.0	25.6	39.23	4000.00	156.22
Media	5.0	5.0	5.0	25.1	30.44	3104.00	123.21

σu Promedio = **123.21 kg/cm²**
Desviacion Estandar = **20.63 kg/cm²**
σ'u caracteristico = **102.59 kg/cm²**

Fuente: Elaboración propia

Figura 13.2: cubos después del ensayo.



Fuente: Elaboración propia

Materiales

Figura 9: Materiales utilizados en los muretes y pilas



Fig. 14.1 Ladrillo: para esta investigación se usó ladrillo semi industrial King Kong 18 huecos.



Fig. 14.2 Arena: Proveniente de Cunyac y vicho

La Arena usada fue arena gruesa, provino de la cantera de vicho (se encuentra en el km 9 de la ruta Cusco – san salvador, en la margen izquierda al sur – este de la ciudad de Cusco, del distrito de san salvador, de la provincia de calca, de la región Cusco, con una altitud promedio de 2931 a 3020 m.s.n.m.).



Fig. 14.3 Mortero:

Mortero en proporción en volumen 1:3 (cemento – arena fina 50% y arena gruesa 50%), ya que se quiere probar una mezcla de mortero rico con una resistencia a compresión de 210kg/cm², para obtener las propiedades del mortero se realizó los ensayos de compresión a cubos de mortero.



Fig. 14.4 Cemento :

El cemento usado fue portland tipo IP de alta durabilidad de cemento yura.



Fig. 14.5 Massa dun dun :

Adecuado para asentamiento de ladrillos y bloques de hormigón en albañilería no portante ,masa adhesiva a base de resinas poliméricas, cargas minerales, agua y aditivos especiales, no contiene cemento en su formulación y está listo para su uso. **Fuente:** (dun, 2017)

Fuente: Elaboración propia

4.11.- Prismas de albañilería

En esta investigación se determinó con el fin de encontrar experimentalmente la resistencia a la compresión axial ($f'm$) y a corte ($v'm$) de la albañilería.

- Las diferentes formas de fallas
- Para el ensayo de carga axial se construyeron las denominadas pilas, a fin de determinar las propiedades de la albañilería simple, se construyeron 12 pilas y 12 muretes por cada tipo de junta utilizada en este proyecto (mortero tradicional y massa dun dun)

Figura 15: prismas de albañilería



4.11.1.- Técnica de ensayo

La máquina de compresión cumple la norma ASTM C-1314-03b, se trasladó los prismas del lugar de construcción, evitando sacudidas, saltos y movimientos bruscos, hacia el lugar ubicado donde se encuentra la máquina de compresión. Se usó una máquina de compresión de testigos de concreto, el dial de carga es digital y una gata hidráulica en la parte superior. Se colocó la pila en forma vertical y se tomó como valor representativo de la compresión el especificado en la (norma E.070, 2017).

Para registrar los datos Se usó una laptop y una hoja de Excel programado, los datos de carga se tomaron en kilogramos. Los cabezales de la máquina de ensayo tiene un rotulo que permite la aplicación de la carga axial y entre cada pila en la parte superior e inferior.

Figura 16: Maquina para compresión axial



Fuente: Elaboración propia

El tiempo de fraguado antes de ser sometidos al ensayo de compresión axial cuando los fue a los 28 días de edad.

4.11.2.- cálculo de la resistencia a compresión axial

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

$$f_m = \frac{P_{max}}{Area}$$

Donde:

f_m = Resistencia a compresión axial (Kg/cm²) o Mpa

P_{max} = Fuerza máxima que resiste la pila (Kg)

Área = Área bruta transversal a la fuerza (cm²)

Luego el valor se corrigió según el factor de corrección por esbeltez de la pila. Este factor resultó de interpolar la esbeltez en la tabla 25 que proporciona la norma E.070.

Tabla 25: Factores de corrección según norma E.070

Factores de corrección de f_m por esbeltez						
Esbeltez	2	2.5	3	4	4.5	5
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

Tabla 26: Dimensiones de pilas

PILA	Largo (cm)	Ancho (cm)	alto (cm)	Area	
				Bruta(cm ²)	Esbeltez
P1	23.00	12.00	32.00	276	2.67
P2	23.00	12.00	31.00	276	2.58
P3	23.00	12.00	30.00	276	2.50
P4	23.00	12.00	30.00	276	2.50
P5	23.00	12.00	31.00	276	2.58

La resistencia característica se obtiene al restar la desviación estándar a la resistencia promedio.

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

Donde:

$f m$ = Resistencia a compresión (Kg/cm²)

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

σ = desviación estándar.

4.11.3.- Proceso constructivo con mortero tradicional

Se construyeron 6 pilas de ladrillo king kong. Las cuales se diferenciaron de la siguiente manera:

- pilas 1,2 y 3 con (cemento, agua, arena fina +confitillo) espesor 1.0 cm
- pilas 4,5 y 6 con (cemento ,agua ,arena fina +confitillo) espesor 1.2 cm (capeco)
- Dimensiones 0.24m de ancho,0.12m de espesor y 0.30m de alto
- Se seleccionaron los ladrillos eliminados los que tenían esquinas defectuosas o rajaduras, y se limpiaron los polvos.
- se rego las unidades por media hora
- la proporción volumétrica cemento, arena del mortero para el asentado de las unidades fue (1:3) según la norma E.070
- asentado tipo sogá se controló la verticalidad con un nivel y plomada.
- se le colocó la mezcla de concreto a la primera hilada para recibir juntas horizontales y juntas verticales.
- la verticalidad de la unidad de albañilería fue controlada con una plomada y nivel.
- finalmente se curaron las juntas durante los 07 días para el buen fraguado del mortero.
- las pilas estuvieron conformadas por 03 hiladas de ladrillo (h= 30cm)

- para evitar errores de excentricidad de la carga en los ensayos de compresión axial, se controló la verticalidad de pilas mediante una plomada y nivel. así también, se controló el grosor de las juntas con un escantillón.
- Finalmente, se puso la base final del mortero para eliminar imperfecciones en las superficies de contacto de los cabezales.

Figura 17: proceso constructivo de pilas con mortero tradicional



Fuente: Elaboración propia

4.11.4 resultado de la resistencia a compresión axial de pilas de ladrillo king kong con mortero tradicional

Tabla 27: Resultado de pilas con mortero tradicional 1.0 cm

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fm)kg/cm ²							
PILAS CON JUNTASDE MORTERO e= 1.00 cm							
PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm ²)	Pu (kg)	Factor de corrección de esbeltez(FE)	fm (kg/cm ²) corregida
	H	L	A				
P1	32.00	24.00	12.00	288.00	18020.00	0.84	52.40
P2	31.00	24.10	12.00	289.20	14670.00	0.80	40.58
P3	30.00	23.90	12.00	286.80	15240.00	0.80	42.51

fm corregida PROMEDIO = 45.16 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 6.34 kg/cm²
f' m (kg/cm²) = 38.82 kg/cm²

Tabla 28: Resultado de pilas con mortero tradicional 1.2 cm

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fm)kg/cm2							
PILAS CON JUNTASDE MORTERO e= 1.20cm							
PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm2)	Pu (kg)	Factor de corrección de esbeltez(FE)	fm (kg/cm2) corregida
	H	L	A				
P4	30.00	24.00	12.00	288.00	20290.00	0.80	56.36
P5	31.00	24.00	12.00	288.00	16890.00	0.82	47.95
P6	32.00	24.30	12.00	291.60	16280.00	0.84	46.75

fm corregida PROMEDIO = 50.35 kg/cm2
 Desviacion Estandar = 5.24 kg/cm2
f' m (kg/cm2) = 45.12 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

4.11.5. Fallas de pilas con mortero tradicional

Figura 18: Tipo de falla de las pilas con mortero tradicional.



Figura 18.1: falla de las pilas 02



Figura 18.2: falla de las pilas 03



Figura 18.3: falla de las pilas 04



Figura 18.4: falla de las pilas 05



Figura 18.5: falla de las pilas 06

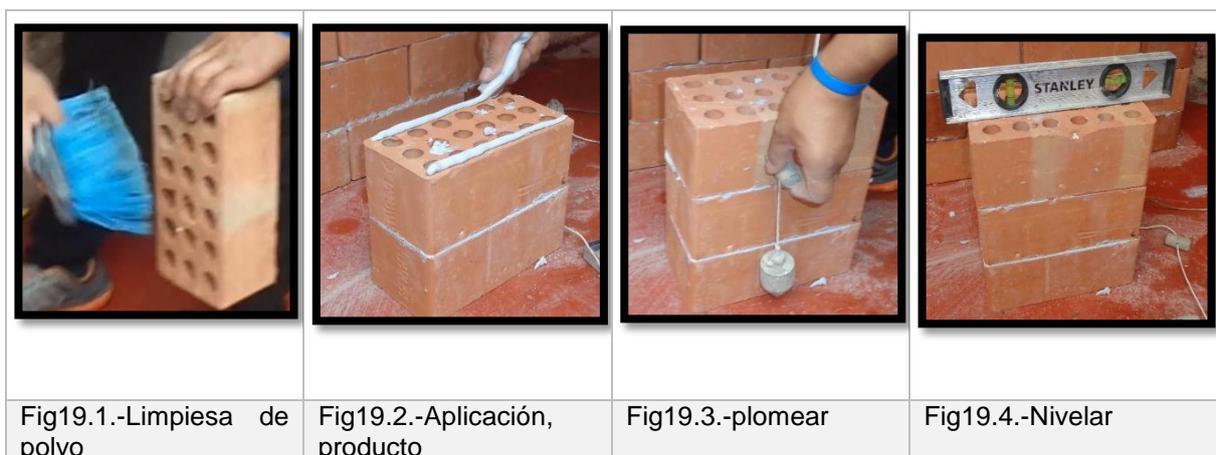


4.12.-Massa dun dun.

Proceso constructivo con massa dun dun.

- Se construyeron 6 pilas de ladrillo king kong Industrial. Las cuales Se diferenciaron de la siguiente manera
- pilas 1,2 y 3 con (massa dun dun) espesor 1.00 cm, junta horizontal y vertical
- pilas 4,5 y 6 con (massa dun dun) espesor 1.00 cm, junta horizontal.
- con el producto massa dun dun, solo fue necesario limpiarlos del polvo.
- Se le aplico el producto a los bordes de los ladrillos
- Se colocó el siguiente ladrillo
- Se nivelo, plomeo.
- No se necesitó curarlo durante los 07 días según norma E.070

Figura 19: Proceso constructivo de pilas con massa dun dun.



Fuente: Elaboración propia

4.12.1 resultado de la resistencia a compresión axial de pilas con massa dun dun.

Tabla 29: Resultado de pilas con massa dun dun

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fm)kg/cm2							
PILAS CON JUNTAS DE MASSA DUN DUN HORIZONTALES e =1cm							
PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm2)	Pu (kg)	Factor de corrección de esbeltez(FE)	fm (kg/cm2) corregida
	H	L	A				
P1	27.50	23.8	12.00	285.60	19120.00	0.77	51.59
P2	27.50	23.8	12.00	285.60	15160.00	0.77	40.90
P3	27.50	24.1	12.00	289.20	16650.00	0.77	44.37

fm corregida PROMEDIO = 45.62 kg/cm2

Desviacion Estandar = 5.45 kg/cm2

f' m (kg/cm2) = 40.17 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Resultado de pilas con massa dun dun

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (fm)kg/cm2							
PILAS CON JUNTAS DE MASSA DUN DUN HORIZONTALES e =1cm							
PILAS	MEDIDAS (cm)			Area (cm2)	Pu (kg)	Factor de corrección de esbeltez(FE)	fm (kg/cm2) corregida
	H	L	A				
P4	27.50	24.00	12.00	288.00	17660.00	0.77	47.25
P5	27.50	24.00	12.00	288.00	13020.00	0.77	34.84
P6	27.50	24.10	12.00	289.20	19120.00	0.77	50.95

fm corregida PROMEDIO = 44.35 kg/cm2

Desviacion Estandar = 8.44 kg/cm2

f' m (kg/cm2) = 35.91 kg/cm2

Fuente: Elaboración propia

4.12.2 Fallas de massa dun dun

Figura 20: Tipo de falla de las pilas con massa dun dun



Figura 20.1: falla de las pilas 02



Figura 20.2: falla de las pilas 03



Figura 20.3: falla de las pilas 04



Figura 20.4: falla de las pilas 05



Figura 20.5: falla de las pilas 06



Fuente: Elaboración propia

4.13.- Resistencia al cortante de albañilería ($v'm$)

4.13.1.- Muretes

Los muretes ayuda a determinar la resistencia característica a corte puro ($v'm$), Los muretes son especímenes de albañilería simple, que suelen ser de forma cuadrada, en este caso son de 60cm x60cm que vendría a ser lo estándar, de acuerdo a la norma E.070.

Cálculo de la resistencia al corte

$$V_m = \frac{0.707 P}{A_b}$$

Donde:

V_m = resistencia al corte (kg/cm^2) o esfuerzo cortante sobre el área bruta, en Mpa

P = carga aplicada, en N.

A_b = Área bruta del espécimen, en mm^2 , calculada como sigue.

$$A_b = \frac{L+h}{2} * t$$

Donde:

L = Largo del murete, en mm

h = altura del murete, en mm

t = espesor total del murete, en mm

Fuente: NTP-399.621. (Pag-6)

La resistencia característica ($v'm$) es la resistencia al corte promedio menos una desviación estándar.

$$v'm = V_m - \sigma$$

Donde:

V_m = Resistencia promedio al corte (kg/cm^2)

σ = Desviación estándar

$v'm$ = Resistencia característica al corte (kg/cm^2)

4.13.2 Procedimiento de Construcción

Se construyeron 06 muretes de ladrillo king Kong 18 huecos semi industrial con mortero tradicional.

Murete A, B, C, con mortero tradicional (1:3) espesor = 12cm

Murete D, E, F, con mortero tradicional (1:3) espesor = 1.0 cm

- Se verifico las unidades de albañilería, y se eliminó las esquinas defectuosas rajaduras, y se seleccionaron las unidades de albañilería que cumplían los estándares básicos.
- Las unidades utilizadas fueron las mismas utilizaron para la construcción de las pilas (ladrillos king kong 18 huecos)
- Se humedecieron las unidades de albañilería king kong Fig.21.1
- La dosificación del mortero fue el mismo que se utilizó para construir las pilas (1:3) Fig.21.2
- Para el asentado se colocó la primera capa de mortero y asentar los demás ladrillos, Las dimensiones fueron (0.60 X 0.60) según norma E.070 Fig. 21.3
- se controló el alineamiento con el cordel, la verticalidad con un nivel y plomada. Fig.21.4
- Los muretes están conformadas por 06 hiladas de ladrillos en aparejo de soga Fig.21.5
- Luego de construir los muretes se curaron las juntas con brocha con agua después de 08 horas de asentado durante 07 días según norma E.070
- Los muretes se ensayaron cuando cumplieron 28 días de edad.

Figura 21: Proceso constructivos de muretes con mortero tradicional





Fig.21.4.-plomear



Fig.21.5.-nivelación



Fig.21.6.- muretes

Fuente: Elaboración propia

4.13.3.- Técnica de ensayo

En la técnica de ensayo de compresión diagonal, se puso el testigo en los cabezales superior e inferior, para controlar la verticalidad en la maquina se utilizó plomada y nivel de burbuja y utilizando un formato en la computadora se tomó los datos de presión de los diales de medición de los muretes MA, MB, MC, MD,ME,MF se aplicó una carga continua con mano de obra, Cuando el comportamiento del testigo instrumentado indicó rotura repentina se retiró los instrumentos de medición y se aplicó carga hasta llegar a su máximo, se hizo una conversión de las unidades dependiendo del dial que carga que se La cual se presenta a continuación, el dial en Psi o Bar Fig. 22.

Figura 22: Máquina de compresión diagonal



Fig. N°22.1.- Máquina de medición Psi o Bar



Máquina de medición Psi o Bar



Fig. N°22.2.-.Dial de carga en PSI y BAR

Fuente: Elaboración propia

4.13.4 Resultado de muretes con mortero tradicional:

Tabla 31: Resultado de resistencia al corte ($v'm$) con mortero tradicional, juntas de 1.20 cm

CÁLCULO DE RESISTENCIA AL CORTE ($V'm$)kg/cm ²						
Muretes construido con mortero, espesor de juntas 1.20cm						
MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)
	L	H	T			
MA-1	620.00	595.00	120.00	110100.00	2215119.44	14.22
MB-2	610.00	600.00	120.00	109200.00	1107559.72	7.17
MC-3	620.00	590.00	120.00	109800.00	2373342.26	15.28

Vm PROMEDIO	=	12.23 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	4.41 kg/cm ²
V'm Característica	=	7.82 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Resultado de resistencia al corte ($v'm$) con mortero tradicional, junta de 1 cm

CÁLCULO DE RESISTENCIA AL CORTE ($V'm$)kg/cm ²						
Muretes construido con mortero, espesor de juntas 1.00cm						
MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)
	L	H	T			
MD-4	610.50	590.00	120.00	101880.65	1898673.81	13.18
ME-5	600.50	590.00	120.00	101021.20	1265782.54	8.86
MF-6	610.00	590.20	120.00	101854.20	1202493.41	8.35

Vm PROMEDIO	=	10.13 kg/cm ²
Desviacion Estandar	=	2.65 kg/cm ²
V'm Característica	=	7.47 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

4.13.4.- Fallas con mortero tradicional

Figura 23: Fallas de muretes A con mortero tradicional.



Figura 23.2: Fallas de muretes B mortero tradicional.



Figura 23.3: Fallas de murete C mortero tradicional.



Figura 23.4: Fallas de muretes D mortero tradicional.

	
<p>Murete D</p>	<p>Falla escalonada</p>

Figura 23.5: Fallas de murete E mortero tradicional.

	
<p>Murete E</p>	<p>Falla mixta</p>

Figura 23.6: Fallas de murete F mortero tradicional.

	
<p>Murete F</p>	<p>Falla Diagonal</p>

Fuente: Elaboración propia

4.14.- Massa dun dun

- Se verifico las unidades de albañilería, y se eliminó las esquinas defectuosas rajaduras, y se seleccionaron las unidades de albañilería que cumplían los estándares básicos.
- Las unidades utilizadas fueron (ladrillos king kong 18 huecos) de 24x12x9 cm.
- Se limpiaron con escoba las unidades de albañilería king kong Fig.24.1
- Para el asentado se aplicó el producto a los bordes de loa ladrillos a un ancho de 1cm, Las dimensiones fueron (0.60 X 0.58) según norma E.070 Fig. 24.3
- se controló el alineamiento con el cordel, la altura con el escantillón y la verticalidad con un nivel y plomada. Fig.24.4
- Los muretes están conformadas por 06 hiladas de ladrillos en aparejo de soga Fig.24.9
- Al cumplir los 28 días de edad se llevó al laboratorio para realizar el respectivo ensayo.

Figura 24: Proceso constructivos de muretes con massa dun dun



Fig.24.1.-Massa dun dun



Fig.24.2.- limpieza



Fig.24.3.-aplicación del massa dun dun



Fig.24.4.-colocación del ladrillo

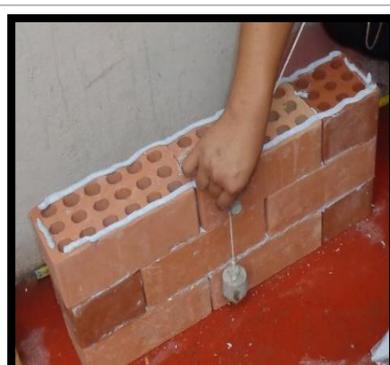


Fig.24.5.-plomear



Fig.24.6.-nivelación



Fig.24.7.-aplicación del producto



Fig.24.8.-medidas



Fig.24.9.- muretes

Fuente: Elaboración propia

4.14.1 resultados de massa dun dun:

Tabla 33: Resultados de resistencia al corte (v'm), juntas horizontales y verticales

CÁLCULO DE RESISTENCIA AL CORTE (V'm)kg/cm ²						
Muretes construido con massa dun dun , juntas horizontales y verticales						
MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)
	L	H	T			
MA-1	590.00	560.00	120.00	97613.93	886047.78	6.42
MB-2	590.00	570.00	120.00	98443.89	696180.40	5.00
MC-3	590.00	560.00	120.00	97613.93	949336.90	6.88

Vm PROMEDIO = 6.10 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 0.98 kg/cm²
V'm Caracteristica = 5.12 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Resultado de resistencia al corte (v'm), juntas horizontales

CÁLCULO DE RESISTENCIA AL CORTE (V'm)kg/cm ²						
Muretes construido con massa dun dun , juntas horizontales						
MURETES	MEDIDAS (cm)			Ad (cm ²)	Pu (kgf)	Vm (kg/cm ²)
	L	H	T			
MD-4	590.00	560.00	120.00	97613.93	791114.09	5.73
ME-5	590.00	560.00	120.00	97613.93	632891.27	4.58
MF-6	590.00	560.00	120.00	97613.93	632891.27	4.58

Vm PROMEDIO = 4.97 kg/cm²
 Desviacion Estandar = 0.66 kg/cm²
V'm Caracteristica = 4.30 kg/cm²

Fuente: Elaboración propia

4.13.2.- Fallas con massa dun dun

Figura 25: Fallas de muretes A con massa dun dun

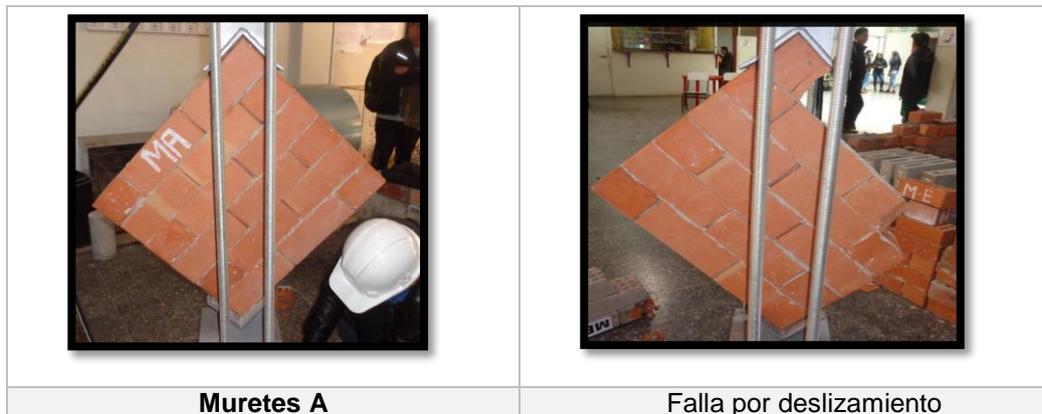


Figura 25.2: Fallas de muretes B con massa dun dun



Figura 25.3: Fallas de murete C con massa dun dun



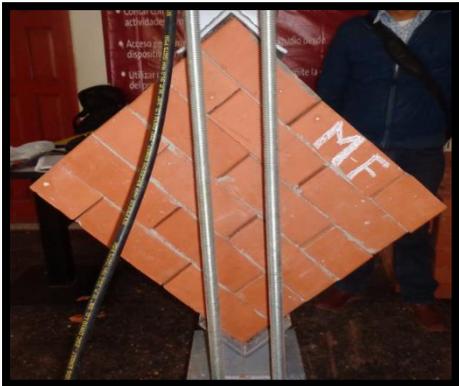
Figura 25.4: Fallas de muretes D con massa dun dun

 A photograph of a brick wall labeled 'M-D' supported by two vertical metal rods. The wall is made of orange bricks and is being tested with a thick black cable.	 A photograph showing a brick wall labeled 'M-D' with a significant portion of the bricks missing, illustrating a failure mode.
Murete D	Falla desprendimiento de ladrillo

Figura N°25.5: Fallas de murete E con massa dun dun

 A photograph of a brick wall labeled 'M-E' supported by two vertical metal rods. The wall is made of orange bricks and is being tested with a thick black cable.	 A photograph showing a brick wall labeled 'M-E' with a stepped failure pattern, where bricks are missing in a staircase-like fashion.
Murete E	Falla escalonada

Figura 25.6: Fallas de murete F con massa dun dun

 A photograph of a brick wall labeled 'M-F' supported by two vertical metal rods. The wall is made of orange bricks and is being tested with a thick black cable.	 A photograph showing a brick wall labeled 'M-F' with a stepped failure pattern, where bricks are missing in a staircase-like fashion.
Murete F	falla escalonada

Fuente: Elaboración propia

4.15.- ANÁLISIS DE COSTOS

En el presente capítulo se analizó el costo unitario de la construcción del murete por m², con un rendimiento de 6m² por día. Para este análisis las dimensiones de los muretes fueron 60cmx60cm equivalente a 0.36m², se indica los siguientes precios de materiales y mano de obra:

- 01 Bolsa de cemento (42.5kg) marca yura tipo IP = S/25.00 (Costo actual en Cusco)
- 01 m³ de agregado (Arena Fina) = S/120.00(Costo actual en cusco)
- 01 m³ de agregado (Confitillo) = S/70.00(Costo actual en cusco)
- 01 Bol de massa dun dun = S/30.00(Costo actual del producto)

Tabla 35: Análisis de costos unitarios de murete y pilas con juntas de mortero tradicional espesor 1.20 cm

 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS CON MORTERO					
PARTIDA N°:	MUTERES Y PILAS		UND:m2		
Especificaciones:	ladrillo de 24x12x9,junta de 1.2cm,mezcla 1:3				
Cuadrilla:	1	operario			
	0.5	peón			
Rendimiento:	6.00	m2/dia	Jornada:	8 hh/dia	
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Ladrillo	Und.	39	0.80	31.20	31.20
Cemento	Bolsa	0.21	25.00	5.25	5.25
Arena fina	m3	0.01	120.00	1.68	1.68
confitillo	m3	0.01	70.00	0.98	0.98
Agua	Lts	4.9	0.31	1.54	1.54
Costo de material					40.65
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.33	10.13	13.51	13.51
Oficial	hh	0.67	8.25	5.50	5.50
Costo de mano de obra					19.01
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas 5%	%mo			0.95	0.95
Costo de EE y HH					0.95
costo por 1m2					60.60
costo de muretes en 2.16 m2					130.90
costo de pilas con mortero tradicional en un area de 0.5 m2					30.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Análisis de costos unitarios de murete y pilas con juntas de mortero tradicional
 espesor 1.00 cm

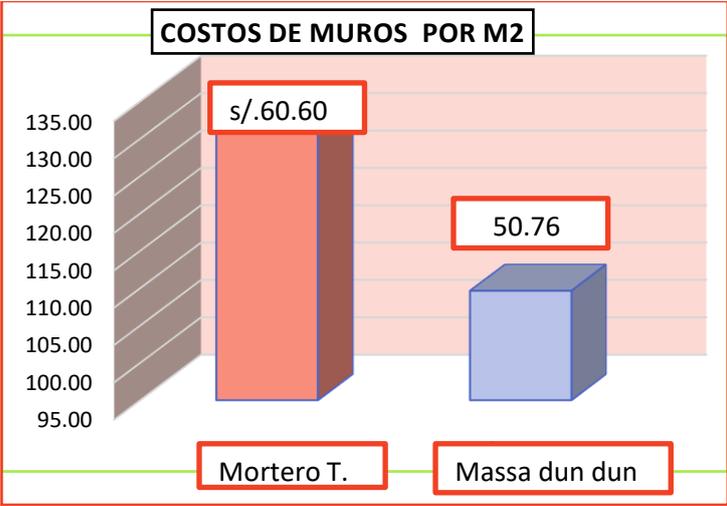
 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS CON MORTERO					
PARTIDA N°:		MURETES Y PILAS		UND:m2	
Especificaciones:		ladrillo de 24x12x9,junta de 1cm, mezcla 1:3			
Cuadrilla:	1	operario			
	0.5	Peón			
Rendimiento:	6.00	m2/dia	Jornada:	8 hh/dia	
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Ladrillo	Und.	40	0.80	32.00	32.00
Cemento	Bolsa	0.2	25.00	5.00	5.00
Arena fina	m3	0.01	120.00	1.68	1.68
confitillo	m3	0.01	70.00	0.98	0.98
Agua	Lts	4.62	0.31	1.45	1.45
Costo de material					41.11
MANO DE OBRA					
Operario	hh	1.33	10.13	13.51	13.51
Oficial	hh	0.67	8.25	5.50	5.50
Costo de mano de obra					19.01
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramienta	%mo			0.95	0.95
Costo de EE y HH					0.95
costo por 1m2					61.06
costo de muretes en 2.16 m2					131.90
costo de pilas en 0.5 m2					30.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Análisis de costo unitarios de muretes y pilas con mortero massa dun dun.

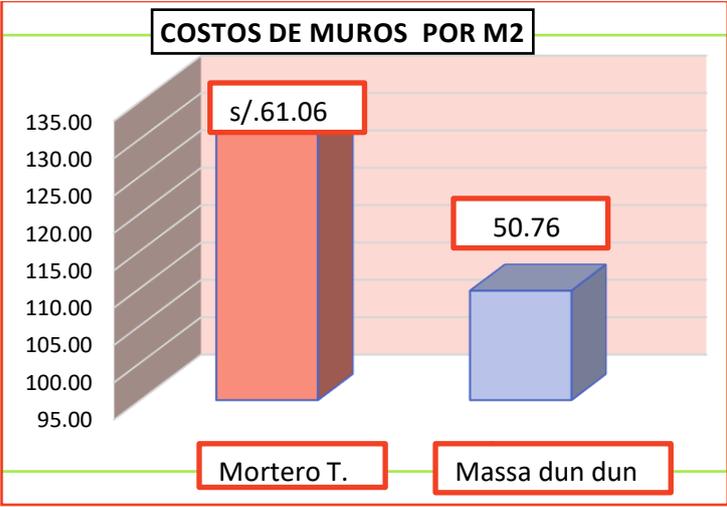
 ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS DE MASSA DUN DUN					
PARTIDA N°:		MURETES Y PILAS		UND:m2	
Especificaciones:		ladrillo de 24x12x9,junta de 1cm, muro de 2.16 m2			
Cuadrilla:		1	operario		
		0.1	ayudante		
Rendimiento:		24	m2/dia	Jornada:	8 hh/dia
DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PARCIAL	TOTAL
MATERIALES					
Ladrillo	Und.	40	0.80	32.00	32.00
massa dun dun	kg	1.5	10.00	15.00	15.00
Costo de material					47.00
MANO DE OBRA					
Operario	hh	0.33	10.13	3.38	3.38
Oficial	hh	0.03	8.25	0.28	0.28
Costo de mano de obra					3.65
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					
Herramientas 5%	%mo			0.11	0.11
Costo de EE y HH					0.11
costo por 1m2					50.76
costo de muretes en 2.16 m2					109.64
costo de pilas en 0.5 m2					25.38

Grafico04: Costo en muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional y juntas con massa dun dun espesor de junta 1.2 cm



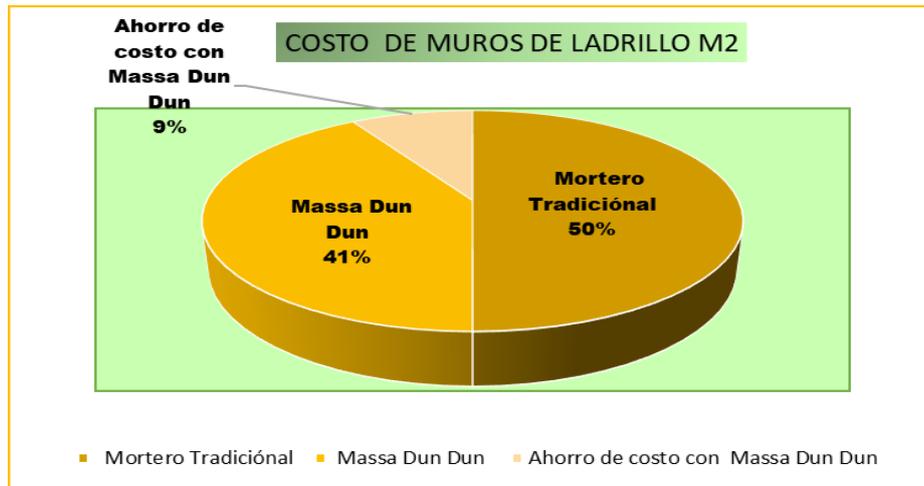
Fuente: Elaboración propia

Grafico 05: Costos en muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional y juntas con massa dun dun espesor de junta 1 cm



Fuente: Elaboración propia

Grafico 06: Diferencia de costos por m2 en muros de ladrillo



Fuente: Elaboración propia

La cuadrilla de trabajo para la construcción de los muretes de 02 operarios y 01 peón quienes trabajaron las 8 horas y construyeron 12 muretes y 12 pilas.

Según (dun, 2017) afirma que:

El rendimiento de la masa dun dun es de aproximadamente 1,5 kg de masa por m2, con ladrillos 9 cm de alto.

Los estudios prácticos muestran que mientras el sistema de mortero tradicional requiere un albañil y un ayudante para construir 6.00 m2 en un día al mismo tiempo (aproximadamente 234 ladrillos, dependiendo de las dimensiones de los mismos), el rendimiento de La massa dun dun se requiere 1.5 kg de massa por m2, un albañil y un ayudante puede levantar 24 m2 por día, (aproximadamente 936 ladrillos, dependiendo de las dimensiones de los mismos). La productividad de la obra aumentó tres veces más, en comparación con la mezcla tradicional. El costo por m2 con mortero es S/. 60.60, y el costo por m2 con massa dun dun es S/. 50.76.

CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

1.- De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación

La resistencia a compresión axial con juntas de mortero tradicional:

Pilas (P1, P2, P3) (f'_m característico es 38.82 kg/cm²)

Pilas (P4, P5, P6) (f'_m característico es 45.12 kg/cm²)

La resistencia axial con juntas de massa dun dun

Pilas (P1, P2, P3) (f'_m característico 40.17 kg/cm²)

Pilas (P4, P5, P6) (f'_m característico es 35.91 kg/cm²), se asemeja a las conclusiones formuladas (Hernández, 2015) quien presento el trabajo de investigación "INFLUENCIA DEL TIPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL DE LA ALBAÑILERIA". En el que afirma "las pilas de albañilería ensayada a compresión axial, arrojaron los siguientes resultados

$f'_m = 41.98$ kg/cm² para el ensayo patrón, 47.51 Kg/cm² para las pilas curadas con agua y 49.43 kg/cm² para las pilas curadas con antisol; los dos últimos valores (especímenes sometidos a un proceso de curado), no reflejan una variación muy significativa frente al resultado obtenido para los especímenes no curadas, este se debe a que la humedad relativa en el laboratorio, presenta un valor elevado (89%) que ha generado un curado natural en las muestras de patrón, y que se ve reflejado en el aumento del valor de su resistencia.

También se asemejo a resultados obtenidos de la **universidad nacional de ingeniería facultad de ingeniería civil** donde indica que la resistencia a la compresión corregida promedio como massa dun dun fue (50.83 kg/cm²) donde fue certificada ISO 9001, la norma E.070 indica que el mínimo permisible es de f'_m característico 35kg/cm²

De los resultados obtenidos la resistencia a la compresión axial de pilas con juntas de massa dun dun no mejoro a las pilas elaboradas con juntas de mortero tradicional.

2.- De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación

Resistencia a corte (ensayos de adherencia) con juntas de mortero tradicional:

Murete (MA, MB, MC) (v'_m característico es 7.82 kg/cm²)

Murete (MD, ME, MF) (v'_m característico es 7.47kg/cm²)

Resistencia a corte (ensayos de adherencia) con juntas de massa dun dun:

Murete (MA, MB, MC) (v'_m característico 5.12 kg/cm²)

Murete (MD, ME, MF) (v'_m característico es 4.30 kg/cm²),

se asemeja con las conclusiones formuladas (Omar R.chavez lobaton, 2014) Quien presento el trabajo de investigación "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA

UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO” En el que afirma los muretes de albañilería ensayada a compresión diagonal arrojaron los siguientes resultados (V´m) en muretes se obtuvieron valores menores a los establecidos por la norma E.070 (9.7 kg/cm²),siendo estos 4.0kg/cm² y 8.8kg/cm² en la albañilería armada de junta seca y tradicional respectivamente. En el primer caso se debe a que no hay suficiente adherencia entre las unidades.

También se asemejo a resultados obtenidos de la **universidad nacional de ingeniería facultad de ingeniería civil** la resistencia a la compresión diagonal v´m fue (4),(5.1),(4),(5.4),(5.1),(5.4) kg/cm². Tiene certificado del laboratorio ISO 9001.

La norma E.070 indica que el mínimo permisible es de v´m característico es 5.1 kg/cm² para ladrillos King Kong artesanal y para la ladrillos King Kong industrial v´m característico 8.1 kg/cm², en el primer caso se debe a que hay suficiente adherencia entre las unidades.

De los resultados obtenidos la resistencia a la adherencia de muretes con juntas de massa dun dun no mejoro a los muretes elaboradas con juntas de mortero tradicional.

3.-De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación la falla que experimenta las pilas de albañilería se observó (falla vertical, falla compuesta, falla explosiva, falla por aplastamiento), Los muretes diagonales construidos con mortero tradicional se observó (falla mixta, falla escalonada, falla diagonal, falla por deslizamiento). Lo cual se asemeja con las conclusiones formuladas (Omar R.chavez lobaton, 2014) Quien presento el trabajo de investigación “COMPARACÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO” En el que afirma que las fallas de albañilería ensayada a compresión axial y a compresión diagonal arrojaron los siguientes resultados . Falla escalonada y falla mixta en la tradicional.

Los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional fueron semejantes con respecto a las fallas producidas en muros de ladrillo con juntas de massa dun dun.

4.- De los resultados obtenidos en el presente estudio de investigación la variación del costo unitario en m² de las pilas y muros de albañilería con mortero fue de:

Costo por m ² de muretes y pilas de albañilería mortero tradicional juntas de 1.2cm	S/.60.60
Costo por m ² de muretes y pilas de albañilería mortero tradicional juntas de 1cm	S/.61.40
Costo por m ² de muretes y pilas de albañilería massa dun dun juntas 1cm	S/.50.76

Los muros de albañilería contruidos con massa dun dun, resulta ser más económico, esto se debe al alto rendimiento, la aplicación directa del producto y mayor avance con mano de obra calificada y/o no calificada.

Lo cual difiere con el análisis de costos por m² formuladas (vargas, 2016) Quien presento el trabajo de investigación "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SISMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO" En el que afirma que el costo por m² de albañilería ensayada a compresión axial y a compresión diagonal arrojaron los siguientes resultados. Muretes un total de 171.49 S/. Y en pilas un total de 28.58 S/.

Los muros de ladrillo contruidos con juntas de massa dun dun fue menor que los costos del mortero tradicional.

CONCLUSIONES

1.- Pila de Albañilería

La (Norma E.070 pág. 549) indica que la resistencia característica a compresión axial para ladrillo King Kong artesanal mínima permisible es 35 kg/cm² y para ladrillo King Kong industrial el mínimo permisible es 65 kg/cm². Respecto el comportamiento mecánico de los ensayos realizados a compresión axial ($f'm$) característico, arrojaron los siguientes resultados:

P1, P2, P3 ($f'm = 38.82 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en un 28.91 %

P4, P5, P6 ($f'm = 45.12 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en un 10.91 %,

Resultado de pilas con massa dun dun fue:

P1, P2, P3 ($f'm = 40.17 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en un 14.77 % P4, P5, P6 ($f'm = 35.91 \text{ kg/cm}^2$) supero ligeramente a la unidad King Kong artesanal en un 2.60%

Por lo que se puede concluir que el resultado a compresión axial superó a la unidad King Kong artesanal según (norma E.070 pág. 549) se aproximaron a los valores de la unidad king kong industrial según (norma E.070 pág. 549) por lo que se nombra ladrillo king kong 18 huecos semi industrial, esto se debe a la falta de control rígida en las fábricas, y por la esbeltez mínima aplicada en las pilas.

Debe indicarse que los valores obtenidos de la resistencia a compresión axial fueron similares.

2.- Murete de albañilería

La (Norma E.070 pág. 549) indica que la resistencia característica a compresión diagonal (muretes) para ladrillo King Kong artesanal la mínima permisible es 5.1 kg/cm² y para ladrillo King Kong industrial siendo la mínima permisible es 8.1 kg/cm². Respecto al comportamiento de la albañilería en el ensayo de compresión diagonal ($v'm$), arrojaron los siguientes resultados:

MA, MB, MC ($v'm = 7.82 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en 53.33 %

MD, ME, MF ($v'm = 7.47 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en 46.47 %

Resultado de los valores de los muretes con massa dun dun

MA, MB, MC ($v'm = 5.12 \text{ kg/cm}^2$) supero a la unidad King Kong artesanal en 0.39 %

MD, ME, MF ($v'm = 4.30 \text{ kg/cm}^2$) se redujo respecto a la unidad King Kong artesanal en - 15% este resultado fue desfavorable, por el tipo de ladrillo usado, falta de limpieza de los polvos del bloque y al resultado del desviación estándar.

La resistencia a corte ($v'm$) de muretes construidos con juntas de mortero tradicional fue mayor que las juntas con mortero massa dun dun por la dosificación usada en el mortero.

Cabe indicar que estos resultados obtenidos se aproximan a los valores de la unidad King Kong industrial, por lo que se nombra ladrillo king kong 18 huecos semi industrial, esto se debe a la falta de limpieza en la unidad, y al resultado de la variación dimensional que no cumple con la norma, y al tipo de unidad utilizada.

3.- Fallas

En su mayor porcentaje 33.32% las pilas sujetas a compresión axial elaboradas con juntas de mortero tradicional un espesor de 1.2 cm se identificaron falla vertical y un 33.32 % con espesor de 1.00cm fueron también falla vertical.

En su mayor porcentaje 33.32% las pilas sujetas a compresión axial elaboradas con juntas de massa dun dun un espesor de 1cm de ancho se identificó falla vertical

El su mayor porcentaje 33.32% de las fallas en los muretes elaborados con juntas de mortero tradicional un espesor de 1.2cm se identificó, fallas por tensión diagonal.

El su mayor porcentaje 33.32 % de las fallas en los muretes elaborados con juntas horizontales y verticales con massa dun dun se identificó, fallas escalonadas.

4.- Costo-Beneficio

El análisis de costo-beneficio dio como resultado viable a producto massa dun dun, puesto que el costo disminuyo en un 9% por m² respecto al mortero tradicional y Se concluye que la aplicación de producto massa dun dun es adecuado y económico con un mejor rendimiento sin desperdicios en la ejecución de muros de albañilería.

De los ensayos realizados se pudo determinar que el mortero tradicional y massa dun dun ambas son aptas para ser empleadas en la construcción de muros no portantes confinados de acuerdo a la norma E.070.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en unidades de albañilería se recomienda a las industrias tener más control y monitoreo de los ladrillos fabricados, la tesis presente concluyo en la unidad de albañilería como semi industrial clasificándose como ladrillo King kong 18 huecos (de baja durabilidad y resistencia).

Es recomendable el uso del producto massa dun dun en muros no portantes, en edificaciones con estructuras aperticadas, divisiones de muros interiores, cercos perimétricos y con ladrillos industriales tipo v, uso electivo para el ejecutor ya que este producto tiene sus ventajas y desventajas al igual que el mortero tradicional, Se recomienda limpiar bien la superficie del ladrillo al usar el producto massa dun dun y realizar bien el proceso constructivo de dichos muros, antes de aplicarlo recomendable capacitarse. Es recomendable el uso del producto por que se concluye que la aplicación de massa dun dun es adecuado y económico con un mejor rendimiento sin desperdicios en la ejecución de muros de albañilería y un ahorro de 10 soles por m².

Se recomienda para futuras investigaciones realizar tesis de resistencia axial de pilas de diferentes esbelteces nominal Max de 1 a 5 de acuerdo a la norma técnica E.070 aplicando el producto massa dun dun, con distintas unidades de albañilería de la ciudad del Cusco, ya que en la tesis presente se usó el efecto de la esbeltez min. Esto a fin de contrastar los resultados obtenidos con las especificaciones dadas por el fabricante y realizar a mismo tiempo un análisis y recomendación de las unidades de albañilería, comercializadas en nuestro medio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006, V. (s.f.). (RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 011-2006,VIVIENDA,2006).
- Alas quinteros, J. a. (2012). "DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE MORTEROS PARA MAMPOSTERÍA UTILIZANDO ESPECÍMENES CILÍNDRICOS Y CUBOS, CON AGREGADOS DEL BANCO DE ARENA: LAGUNA DE ARAMUACA EN SAN MIGUEL". 1-271.
- ALBAÑILERIA, N. T. (s.f.).
- allendes, I. a. (2004). "REPARACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA CON ESTUCO ARMADO CON MALLA ACMA". 1-100.
- Ana victoria, a. o. (2011). ESTUDIO DE UN NUEVO LADRILLO DE CONCRETO Y DE LA INFLUENCIA DE LA CAL EN EL MORTE EN EL COMPORTAMIENTO SISMICO DE MUROS CONFINADOS ". (U. C. PERU, Ed.) 1- 97. Recuperado el 22 de AGOSTO de 2017
- Ángel san bartolomé, d. q. (Febrero de 2011). DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURA SISMORRESISTENTES Y DE ALBAÑILERIA. LIMA: FONDO EDITORIAL DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
- Arquitectura, I. D. (01 de Octubre de 2015). PATOLOGIA DE LA CONSTRUCCIÓN FISURAS DE MUROS. <https://www.arquigrafico.com/patologia-de-la-construccion-fisuras-en-muros/>.
- Cabezas, J. A. (2010). MORTEROS LARGA VIDA: DISEÑO Y APLICACION. (U. S. QUITO, Ed.) TESIS, 1-121. Recuperado el 08 de 11 de 2017
- Cañas, J. s. (2007). "ANÁLISIS DE TAMAÑO DE PARTICULA POR TAMIZADO EN AGREGADO FINO Y GRUESO". *LABORATORIO DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN*.
- Castillo, R. (2012). MANUAL DE CONSTRUCCION .
- cieza, Y. L. (2012). COMPORTAMIENTO SISMICO DE MUROS DE ALBAÑILERIA CONFINADA TIPO HAITI, ENSAYO DE CARGA LATERAL Y VERTICAL.
- desastres, r. d. (2007). 153.
- dun, f. t. (2017).
- E.060, r. n. (2017).
- E.070, N. t. (2017). 12.
- Hernández, M. V. (2015). "INFLUENCIA DEL TIPO DE CURADO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION AXIAL DE LA ALBAÑILERIA ". (U. P. NORTE, Ed.) TESIS, 1-150. Recuperado el 15 de 08 de 2017
- Julio kuroiwa Horiuchi, J. s. (2009). MANUAL PARA LA REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERIA CONFINADA DAÑADAS POR SISMOS. Lima: Calle los Cedros 269- Lima 27. Recuperado el 10 de Enero de 2018
- lopez, L. g. (2003). *CONCRETO Y OTROS MATERIALES DE CONSTRUCCION*. COLOMBIA: Segunda edición. Recuperado el 25 de noviembre de 2017
- Murales, D. A. (2014). ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE MORTERO DE SABIETA TRADICIONAL PARA LEVANTADO DE MAMPOSTERÍA FABRICADO EN OBRA

- COMPARADO CON MORTERO PREDOSIFICADO. (U. d. Guatemala, Ed.) *tesis*, 1-103.
Recuperado el lunes de agosto de 2017
- Nadia Luz Huisa Cuito, E. S. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS COEFICIENTES DE CORRECCIÓN DE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DE PILAS DE ALBAÑILERÍA POR EFECTOS DE ESBELTEZ; ELABORADAS CON LADRILLO SEMI INDUSTRIAL KING KONG 18 HUECOS, RESPECTO DE LOS COEFICIENTES ESTABLECIDOS POR LA NORM. TESIS , CUSCO. Recuperado el 20 de 09 de 2017
- Omar R.chavez lobaton, &. f. (2014). COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO SÍSMICO ENTRE UN MURO DE ALBAÑILERIA ARAMADA Y OTRO DE ALBAÑILERIA DE JUNTA SECA UTILIZANDO BLOQUES DE CONCRETO VIBRADO . (U. C. PERU, Ed.) *TESIS*, 1- 87.
Recuperado el 23 de AGOSTO de 20
- Pari, P. D. (2008). "COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO A CARGA LATERAL CÍCLICA DE UN MURO CONFINADO CON LADRILLOS DE CONCRETO Y OTRO CON LADRILLOS DE ARCILLA". TESIS , PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ , LIMA .
- REVISTA. (2011). REPARACIÓN DE FISURAS, GRIETAS Y RAJADURAS EN MAMPOSTERÍAS.
- Ricardo Medina Cruz, A. B. (s.f.). MANUAL DE CONSTRUCCIÓN.
sismoresistente, N. E. (2017).
- Sonora, D. d. (1994). DURABILIDAD DEL CONCRETO DE ALTO COMPORTAMIENTO.
RECUPERADO EL 24 DE 11 DE 2017
- vargas, J. p. (2016). INFLUENCIA DE REFORZAMIENTO CON FIBRAS DE POLIPROPILENO(HS-SIKAFiber PE) Y EL CALCULO OPTIMO DEL ESPESOR DEL MORTERO EN EL MODULO DE ALBAÑILERIA (LADRILLO + MORTERO)DE TRES MARCAS CONOCIDAS EN LA CUIDAD DEL CUSCO - 2016 ". *TESIS*, 1-251. RECUPERADO EL 24 DE AGOSTO DE 2017

ANEXOS

Resultado de pilas

PILAS		Especimen (Pilas)	Altura (cm)	Largo (cm)	Ancho (cm)	AREA	Esbeltez	Pu		
								KN	Kg	Kg/cm ²
Mortero tradicional	1.20cm	P1	32.00	24.00	12.00	288.00	2.67	176.72	18020.00	62.57
		P2	31.00	24.10	12.00	289.20	2.58	143.86	14670.00	50.73
		P3	30.00	23.90	12.00	286.80	2.50	149.45	15240.00	53.14
	1.20cm	P4	30.00	24.00	12.00	288.00	2.50	277.43	28290.00	98.23
		P5	31.00	24.00	12.00	288.00	2.58	165.63	16890.00	58.65
		P6	32.00	24.30	12.00	291.60	2.67	159.65	16280.00	55.83
Massa Dun Dun	1.00cm	P1	27.50	23.80	12.00	285.60	2.29	187.50	19120.00	66.95
		P2	27.50	23.80	12.00	285.60	2.29	148.67	15160.00	53.08
		P3	27.50	24.10	12.00	289.20	2.29	163.28	16650.00	57.57
	1.00cm	P4	27.50	24.00	12.00	288.00	2.29	173.19	17660.00	61.32
		P5	27.50	24.00	12.00	288.00	2.29	127.68	13020.00	45.21
		P6	27.50	24.10	12.00	289.20	2.29	187.50	19120.00	66.11

Resultado de muretes

MURETES		ESPECIMEN (MURETE)	SECCION TRANSVERSAL (cmxcm)	Pu							
				P.S.I	Kgf/cm ²	Area Efectiva cm ²	kgf	N	Ab(mm ²)	MURETES V'm (kg/cm ²)	MURETES V'm (MPA)
Mortero Tradicional	1.20cm	MA-1	60.20*59.00	7000.00	492.96	458.21	225878.17	2215119.44	110100.00	14.22	1.42
		MB-2	60.10*60.00	3500.00	246.48	458.21	112939.08	1107559.72	109200.00	7.17	0.72
		MC-3	60.20*59.00	7500.00	528.17	458.21	242012.32	2373342.26	109800.00	15.28	1.53
	1.00cm	MD-4	60.20*59.00	6000.00	422.54	458.21	193609.86	1898673.81	101880.65	13.18	1.32
		ME-5	60.10*59.00	4000.00	281.69	458.21	129073.24	1265782.54	101021.20	8.86	0.89
		MF-6	60.10*59.00	3800.00	267.61	458.21	122619.58	1202493.41	101854.20	8.35	0.83
Massa Dun Dun	1.00cm	MA-1	59.00*56.00	2800.00	197.18	458.21	90351.27	886047.78	97613.93	6.42	0.64
		MB-2	59.00*57.00	2200.00	154.93	458.21	70990.28	696180.40	98443.89	5.00	0.50
		MC-3	59.00*56.00	3000.00	211.27	458.21	96804.93	949336.90	97613.93	6.88	0.69
	1.00cm	MD-4	59.00*57.00	2500.00	176.06	458.21	80670.77	791114.09	97613.93	5.73	0.57
		ME-5	59.00*57.00	2000.00	140.85	458.21	64536.62	632891.27	97613.93	4.58	0.46
		MF-6	58.00*57.00	2000.00	140.85	458.21	64536.62	632891.27	97613.93	4.58	0.46

Figura 10: fotos de tipos de fallas en muretes

		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL CUSCO				
	MURETE DE 59X57 MASSA DUN DNU	RESISTENCIA A LA ADHERENCIA	TIPO DE FALLA	MURETE DE 60X60 MORTERO TRADICIONAL	RESISTENCIA A LA ADHERENCIA	FALLA
M-A		P.S.I.=2800	DESPLAZAMIENTO		P.S.I.=7000	MIXTA
M-B		P.S.I.=2200	DESPLAZAMIENTO		P.S.I.=3500	DIAGONAL
M-C		P.S.I.=3000	ESCALONADA		P.S.I.=7500	DIAGONAL
M-D		P.S.I.=2500	DESPLAZAMIENTO		P.S.I.=6000	ESCALONADA
M-F		P.S.I.=2000	ESCALONADA		P.S.I.=4000	MIXTA
M-G		P.S.I.=2000	ESCALONADA		P.S.I.=3800	DIAGONAL

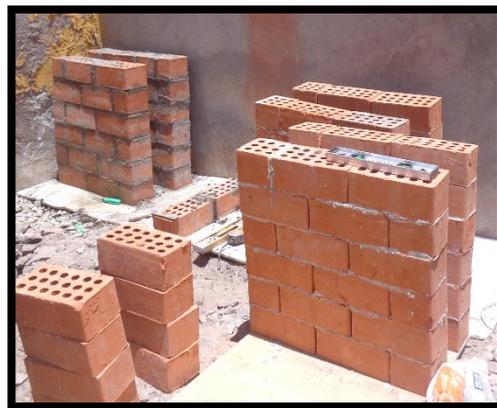
Figura 26: fotos de tipos de fallas en pilas

		UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS FILIAL CUSCO				
	PILA DE 0.24 X 0.27 MASSA DUN DUN	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓ N (kg/cm2)	TIPO DE FALLA	PILA DE 0.24X0.30 MORTERO TRADICIONAL	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	TIPO DE FALLA
P-1		Pu=19120	falla explosiva		Pu=18020	falla vertical
P-2		Pu=15160	falla vertical		Pu=14670	falla vertical
P-3		Pu=16650	falla vertical		Pu=15240	falla compuesta
P-4		Pu=17660	falla vertical		Pu=28290	falla compuesta
P-5		Pu=13020	falla explosiva		Pu=16890	falla vertical
P-6		Pu=19120	falla por aplastamiento		Pu=16280	falla vertical

Fotos

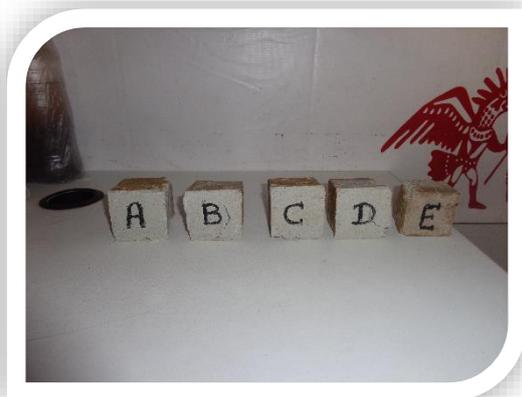
1.- Construcción de muretes y pilas de albañilería con ladrillos sólidos de 18 huecos king kong, con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun.





2.-Ensayo realizado en el laboratorio de la universidad alas peruanas filial Cusco alabeo, absorción, aucción y granulometría





3.-Ensayo en el laboratorio de la universidad alas peruanas filial Cusco pilas y muretes.



4.-Ensayo en el laboratorio de la universidad alas peruanas filial Cusco pilas y muretes.



Matriz de consistencia:

Pregunta	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
<p><u>PROBLEMA GENERAL:</u></p> <p>¿En qué medida varia el comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál es la variación de la Resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: (Cemento, Arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco? • ¿Cuál es la variación de la Resistencia a la adherencia en los muros 	<p><u>OBJETIVO GENERAL:</u></p> <p>Comparar el comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero tradicional y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar el comportamiento mecánico y económico de la Resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de mortero: Cemento, Arena Gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco. • Comparar el comportamiento mecánico 	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></p> <p>El comportamiento mecánico y económico de los muros de ladrillo construidos con juntas de massa dun dun será mejor que los muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • La resistencia a la compresión de los muros de ladrillo construidos con juntas de massa dun dun Sería mejor, que las juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco. • la resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo construidos con juntas de massa dun 	<p>A. Variable independiente :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mortero tradicional • Massa dun dun <p>B. Dimensiones :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Propiedades físicas del agregado fino • Resistencia a la compresión axial • Resistencia a la adherencia en los muros de albañilería • Tipos de falla • Análisis de costos 	<p>1. Tipo de Estudio: Aplicada - Cuantitativa</p> <p>2. Nivel de Investigación: Comparativo – experimental</p> <p>3. Ámbito de Estudio: Universidad alas peruanas FILIAL CUSCO – Santiago</p> <p>4. Población: Pilas – muretes</p> <p>5. Muestra: Ladrillos- cemento – arena – agua.</p> <p>6. Técnica: pruebas de ensayo</p> <p>8. Instrumento: Maquina de ensayo diagonal y compresión axial.</p>

<p>de ladrillo contruidos con juntas de mortero: (Cemento, Arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco?</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero: (Cemento, Arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco? • ¿Cuál será la variación del costo unitario de los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero: (Cemento, Arena gruesa) y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco? 	<p>y económico de la Resistencia a la adherencia en los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero: Cemento, Arena Gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los tipos de falla que experimentas los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero: Cemento, Arena Gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco. • Estimar la variación del costo unitario de los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero: Cemento, Arena Gruesa y juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco. 	<p>dun mejoraría con respecto a los muros de ladrillo con juntas de mortero tradicional en la ciudad del Cusco.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los tipos de falla que experimentan los muros de ladrillo contruidos con juntas de mortero tradicional serian semejantes con respecto a las fallas producidas en muros de ladrillo con juntas de massa dun dun en la ciudad del Cusco. • los costos unitarios de los muros de ladrillo contruidos con juntas de massa dun dun sería menor que los costos del mortero tradicional en la ciudad del Cusco. 		
---	---	---	--	--