

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **TESIS**

---

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS  
ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA  
MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS  
DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**PRESENTADO POR**

- BACH. CUEVAS CÁRDENAS RUBÉN VLADIMIR
- BACH. HUACHACA PERALTA AHMED EDISSON

**DICTAMINANTES:**

- M.Sc. ING. ENRIQUE SALOMA GONZALEZ
- ING. CARLOS HUGO LOAIZA SCHIAFFINO
- DR. ING. JOSE FELIPE MARIN LOAYZA

**ASESOR:**

- MGT. ING. IGNACIO FRUCTUOSO SOLIS QUISPE

**TESIS FINANCIADA POR:**

- UNSAAC - PROGRAMA “YACHAYNINCHIS WIÑARINANPAQ”

**CUSCO - PERÚ**

**2022**

## **INTRODUCCIÓN**

En los últimos años, el sector construcción se ha incrementado notoriamente en nuestro ámbito local, regional y nacional; teniendo como elemento fundamental el uso de las unidades de albañilería por lo cual cada vez se busca mejorar aún más sus diferentes características y comportamientos en los diferentes ámbitos a los que están expuestos. Sin embargo este fuerte crecimiento en la construcción y en otros sectores de la sociedad es acompañado por un crecimiento de malos usos de los diferentes objetos tecnológicos como son los aparatos de telecomunicación, transportes terrestres y aéreos, herramientas de la construcción, los cuales producen incomodidades auditivas en su funcionamiento y manipulación a otras personas que se encuentran en sus hogares o en diferentes ambientes.

Como consecuencia de estos ruidos perturbadores y teniendo políticas nacionales o normas que no son estrictas y que regulen adecuadamente estos excesos y ya teniendo comprometido un tema de salud pública es por ello que se buscan nuevas alternativas en elementos de la construcción para dar mejor confort sonoro

Con ese propósito; desde el presente estudio de investigación se ve como elemento fundamental de estudio las unidades de albañilería, las cuales al ser de uso general en los inmuebles casi en su totalidad se pretende dar nuevas soluciones para que estas unidades de albañilería tengan la capacidad de no dejar pasar sonidos perturbadores, reduciendo el ruido externo modificando parte de la geometría de las unidades de albañilería más usadas en nuestro medio, es decir cambiar las formas de los alveolos sin modificar las dimensiones externas de las unidades.

El trabajo guarda los requisitos exigidos en la normativa peruana, para lo cual se desarrollaron las pruebas, ensayos y análisis exigidos para así garantizar su posterior uso y ver que diseños cumplen mejor con resolver el problema planteado, para lo cual presentaremos el estudio en los capítulos siguientes:

En el **CAPÍTULO I**, se muestra las generalidades respectivas de los responsables del proyecto de investigación, como la localización geográfica de la investigación.

---

En el **CAPÍTULO II**, se muestra la descripción del problema con su justificación, las delimitaciones, limitaciones y viabilidad del proyecto, la relación costo beneficio para ver su rentabilidad, los objetivos generales y específicos, el planteamiento y descripción de las hipótesis a nivel general e hipótesis específicas y la identificación de variables con su respectiva operacionalización.

En el **CAPÍTULO III**, se expone el marco teórico referido a las unidades de albañilería y a la acústica, además de las bases teóricas se desarrolla el marco conceptual referido a la presente investigación.

En el **CAPÍTULO IV**, se presenta la base sustentatoria y justificación de los criterios considerados en la obtención de los nuevos diseños de ladrillos de alveolos modificados en la presente investigación.

En el **CAPÍTULO V**, se presenta paso por paso el procedimiento y/o la metodología que se sigue para llevar a cabo los diferentes ensayos que exige la presente investigación y para entender el análisis, interpretación y los resultados obtenidos en cada ensayo de laboratorio.

En el **CAPÍTULO VI**, se presenta los resultados que se obtuvieron en los diferentes análisis, pruebas y ensayos de laboratorio que se realizaron a las muestras, cada uno seguido de una breve discusión e interpretación de resultados de la investigación.

En el **CAPÍTULO VII**, se presenta las conclusiones a las que se llegó con la presente investigación.

Finalmente, la investigación contiene las, recomendaciones, bibliografía, panel fotográfico y anexos.

## **RESUMEN**

La presente investigación se desarrolló tomando en cuenta una metodología experimental, la cual se basó en la fabricación de cuatro diseños de ladrillos con alveolos modificados respecto a los tradicionales encontrados en nuestro mercado local, dos del tipo King Kong (9cmx 12cmx 24cm y dos del tipo Blocker (12cmx 20cmx 30cm) Los cuales fueron diseñados y elaborados para tener una mayor cantidad de absorción de sonidos respecto a los ladrillos tradicionales del mercado local.

Durante la fabricación de los ladrillos de alveolos modificados se tomó en cuenta el proceso tradicional de fabricación de ladrillos teniendo como única diferencia del uso de moldes de metal con dimensiones internas de 9cm x 12cm x 24cm para el tipo King Kong de forma de alveolos Triangular y Rectangular y 9cm x 20cm x 30cm de dimensiones internas para el tipo Blocker de forma de alveolos Hexagonal y Lente, los cuales fueron diseñados para la tesis. Los ladrillos de alveolos modificados fueron sometidos a ensayos de análisis granulométrico, límite de consistencia, prueba de dimensionamiento, ensayo de alabeo, determinación de área bruta y área neta, resistencia a la compresión, compresión axial en pilas, densidad, absorción en frio, prueba de perdida de transmisión sonora, resistencia al fuego, prueba de ultrasonido, durabilidad mediante máquina de los ángeles. Para ver sus características físicas y mecánicas y compararlo con ladrillos tradicionales según se indica en la Norma Técnica Peruana E.070.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron en el capítulo V en las pruebas de laboratorio realizadas se mostró que el ladrillo con alveolos modificados tiene similar características y valores en comparación con los ladrillos tradicionales del mercado local e incluso en algunas pruebas se determinó que tienen mejor comportamiento.

Palabras Clave: Aislamiento acústico, ladrillos acústicos, alveolos modificados, absorción sonora

---

**ABSTRACT**

The present investigation was developed taking into account an experimental methodology, which consisted in the elaboration of four brick designs with alveoli modified with respect to the traditional ones found in our local market, two of the King Kong type (9cmx 12cmx 24cm and two of the Blocker type (12cmx 20cmx 30cm) which were designed and made to have a greater amount of sound absorption compared to traditional bricks from the local market.

During the manufacture of modified cell bricks, the usual brick-making process was taken into account, the only difference being the use of metal molds with internal dimensions of 9cm x 12cm x 24cm for the King Kong type of Triangular and Rectangular and 9cm x 20cm x 30cm of internal dimensions for the Blocker type of Hexagonal and Lens alveoli shape, which were designed for the thesis. Modified cell bricks were subjected to particle size analysis tests, consistency limit, sizing test, warpage test, determination of gross area and net area, compressive strength, axial compression in piles, density, cold absorption, test loss of sound transmission, fire resistance, ultrasound test, durability by means of the angels machine. To see its physical and mechanical characteristics and compare it with traditional bricks as indicated in the Peruvian Technical Standard E.070.

According to the results obtained in chapter V, in the laboratory tests carried out, it was shown that the brick with modified alveoli has similar characteristics and values compared to the traditional bricks on the local market and even in some tests it was determined that they have better performance.

Keywords: Acoustic insulation, acoustic bricks, modified alveoli, sound absorption

---

### **DEDICATORIA**

A mis padres Pedro † y Dolores por sus consejos, apoyo incesante, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por ayudarme en los recursos necesarios para haber cumplido este objetivo, mostrándome el camino a la superación y siendo ejemplo de perseverancia y sacrificio. Me han dado todo lo que soy y seré como persona, mis valores, mis principios. A mis hermanos que con el apoyo y ejemplo supieron brindarme el mejor soporte estudiantil y de dedicación para lograr los objetivos.

A mi familia por ser fuente de motivación, responsabilidad e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

Ahmed Edison

A mi padre Teófilo † y a mi madre Hermelinda, por su trabajo y su sacrificio, por su aliento, cariño e infinito apoyo que me brindaron durante este largo camino de formación universitaria, porque solo gracias a ellos fue posible cumplir con esta meta.

A mis hermanos Ronald Franklin y Analí Edith, por su apoyo incondicional y su paciencia infinita.

A los amigos, compañeros y cada persona que colaboraron de diferentes maneras para realizar esta investigación.

Rubén Vladimir

## **AGRADECIMIENTOS**

Al asesor de la tesis de investigación MGT. ING. IGNACIO FRUCTUOSO SOLIS QUISPE, por su tiempo, sus conocimientos brindados para llevar adelante la presente investigación.

A la comisión dictaminadora de la tesis de investigación, M. Sc. Ing. ENRIQUE SALOMA GONZALEZ, al Ing. CARLOS HUGO LOAIZA SCHIAFFINO y al DR. ING. JOSE FELIPE MARÍN LOAYZA, por su disposición, conocimientos y experiencia brindada para realizar la presente investigación.

A la empresa “LADRILLOS LATESAN” y en especial al gerente general ING. ASCENSIÓN GABINO AUCCAPURE ROJAS por las recomendaciones, experiencia y por facilitarnos sus instalaciones de manera desinteresada para la producción de los nuevos tipos de unidades de albañilería.

Al Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y su personal técnico por su disposición y las facilidades prestadas para llevar a cabo cada ensayo de laboratorio de la investigación.

Ahmed Edison y Rubén Vladimir

---

**ÍNDICE**

INTRODUCCIÓN .....	i
RESUMEN .....	iii
ABSTRACT.....	iv
1.    CAPÍTULO I: GENERALIDADES.....	1
1.1.    TÍTULO.....	1
1.2.    ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.3.    TESISTAS.....	1
1.4.    INSTITUCIÓN.....	1
1.5.    LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
2.    CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
2.1.    DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	2
2.2.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
2.2.1.    PROBLEMA GENERAL.....	3
2.2.2.    PROBLEMA ESPECÍFICO.....	3
2.3.    JUSTIFICACIÓN.....	4
2.4.    DELIMITACIÓN, LIMITACIONES Y VIABILIDAD DEL PROYECTO .....	5
2.5.    DETERMINACION DE LA RELACION COSTO BENEFICIO .....	6
2.6.    OBJETIVOS.....	7
2.6.1.    Objetivos generales: .....	7
2.6.2.    Objetivos específicos:.....	7
2.7.    HIPÓTESIS: .....	8
2.7.1.    HIPÓTESIS GENERAL: .....	8
2.7.2.    HIPÓTESIS ESPECÍFICA:.....	8
2.8.    IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	8
2.8.1.    VARIABLE INDEPENDIENTE: .....	8
2.8.2.    VARIABLE DEPENDIENTE:.....	8
2.9.    OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	9
3.    CAPITULO III: MARCO TEÓRICO .....	10
3.1.    ANTECEDENTES .....	10
3.2.    BASES TEORÍAS.....	13
3.2.1.    Ladrillo .....	13
3.2.1.1.    Definición.....	13
3.2.1.2.    Tipos de ladrillo.....	14
3.2.1.2.1.    Ladrillo Sólido .....	14
3.2.1.2.2.    Ladrillo hueco .....	14
3.2.1.2.3.    Ladrillo tubular .....	14
3.2.2.    Muros de albañilería .....	15
3.2.2.1.    Clasificación de los muros de albañilería.....	15
3.2.2.1.1.    Clasificación por la función estructural .....	15
3.2.2.1.2.    Clasificación por la distribución del refuerzo.....	16
3.2.2.1.3.    Clasificación por el modo de aparejo.....	16
3.2.3.    Acústica .....	17
3.2.3.1.    Sonido.....	17
3.2.3.1.1.    Definición .....	17

---



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

3.2.3.1.2.	Fuentes generadoras de sonido .....	18
3.2.3.1.3.	Magnitudes asociadas al sonido.....	18
3.2.3.1.4.	Características del sonido .....	21
3.2.3.1.5.	Ruidos aéreos .....	24
3.2.3.1.6.	Campo audible .....	25
3.2.3.1.7.	Aislamiento y absorción .....	26
3.2.3.2.	Cámara anecóica.....	30
4.	<b>CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LADRILLOS CON ALVEOLOS MODIFICADOS.</b>	<b>31</b>
4.1.	<b>CRITERIOS.....</b>	<b>31</b>
4.1.1.	LEY DE LAMBERT .....	31
4.1.2.	CUÑAS ACÚSTICAS .....	32
4.1.3.	MATERIALES POROSOS.....	34
4.2.	<b>JUSTIFICACIÓN DE LOS NUEVOS ALVEOLOS PARA LADRILLOS.....</b>	<b>35</b>
4.2.1.	Ladrillo King Kong Triangular.....	35
4.2.2.	Ladrillo King Kong Rectangular .....	36
4.2.3.	Ladrillo Blocker Hexagonal .....	37
4.2.4.	Ladrillo Blocker Lente.....	38
5.	<b>CAPÍTULO V: METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
5.1.	<b>ENSAYOS DE LABORATORIO A REALIZAR A LAS MUESTRAS .....</b>	<b>40</b>
5.1.1.	Análisis químico de la arcilla .....	40
5.1.1.1.	Análisis de Composición Química Elemental .....	40
5.1.1.2.	Análisis Físicoquímico .....	40
5.1.2.	Análisis Granulométrico por Sedimentación – Composición textural .....	41
5.1.3.	Límites de consistencia.....	41
5.1.3.1.	Limite Líquido.....	42
5.1.3.2.	Limite Plástico .....	44
5.1.4.	Prueba de dimensionamiento (MEDIDA DEL TAMAÑO).....	45
5.1.5.	Medida del alabeo.....	46
5.1.6.	Determinación de área bruta y área neta .....	47
5.1.7.	Resistencia a la compresión con caping de yeso .....	49
5.1.8.	Resistencia en Compresión de Prismas (Pilas) de Albañilería .....	50
5.1.9.	Absorción en frío y Caliente.....	52
5.1.10.	Prueba de pérdida de transmisión sonora .....	53
5.1.11.	Resistencia al fuego .....	59
5.1.12.	Prueba de Ultrasonido .....	63
5.1.13.	Ensayo de durabilidad mediante máquina de los ángeles.....	64
6.	<b>CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>66</b>
6.1.	<b>ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ARCILLA .....</b>	<b>66</b>
6.1.1.	Análisis de Composición Química Elemental .....	66
6.1.2.	Análisis físicoquímico .....	66
6.2.	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARCILLA .....</b>	<b>67</b>
6.3.	<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA .....</b>	<b>68</b>
6.4.	<b>PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO .....</b>	<b>70</b>
6.5.	<b>ENSAYO DE ALABEO .....</b>	<b>77</b>
6.6.	<b>DETERMINACIÓN DE ÁREA BRUTA Y ÁREA NETA.....</b>	<b>82</b>
6.7.	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAPING DE YESO.....</b>	<b>89</b>

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

6.8.	COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS.....	97
6.9.	ABSORCIÓN EN FRIO Y CALIENTE .....	105
6.10.	PRUEBA DE PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN SONORA.....	112
6.10.1.	Índice de reducción sonora R (dB).....	113
6.10.1.1.	King Kong Tradicional.....	113
6.10.1.2.	King Kong Triangular .....	114
6.10.1.1.	King Kong Rectangular .....	115
6.10.1.1.	Blocker Tradicional .....	116
6.10.1.1.	Blocker Lente .....	117
6.10.1.2.	Blocker Hexagonal .....	118
6.11.	RESISTENCIA AL FUEGO .....	122
6.12.	PRUEBA DE ULTRASONIDO.....	131
6.13.	Ensayo de durabilidad mediante máquina de los ángeles.....	139
7.	CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES .....	146
8.	CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES.....	149
	BIBLIOGRAFÍA .....	150
	ANEXOS	153
	ANEXO 01. PLANOS .....	154
	ANEXO 02. CERTIFICADO DE PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA E.P. INGENIERIA CIVIL .....	158
	ANEXO 03. INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA ARCILLA USADA EN LA FABRICA LATESAN.....	159
	ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO.....	177

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Impedancia característica de algunos medios. ....	20
Tabla 2. Clasificación para elementos de construcción en general.....	61
Tabla 3. Composición Química Elemental de una Muestra de Tierra Utilizada Como Materia Prima en la Ladrillera Latesan .....	66
Tabla 4. Características fisicoquímicas de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.....	66
Tabla 5. Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.....	67
Tabla 6 Datos obtenidos durante el ensayo de límites de consistencia.....	68
Tabla 7 Límites de consistencia de la arcilla de la fábrica LATESAN.....	68
Tabla 8 Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Tradicional .....	70
Tabla 9 Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Rectangular .....	71
Tabla 10 Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Triangular.....	72
Tabla 11 Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Tradicional .....	73
Tabla 12. Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Hexagonal.....	74
Tabla 13. Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Lente.....	75
Tabla 14 Cuadro Resumen del Ensayo de variación Dimensional .....	76
Tabla 15. Medida de alabeo en ladrillos King Kong Tradicional .....	77
Tabla 16. Medida de alabeo en ladrillos King Kong Rectangular .....	77
Tabla 17. Medida de alabeo en ladrillos King Kong Triangular.....	78
Tabla 18. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Tradicional .....	79
Tabla 19. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Hexagonal .....	79
Tabla 20. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Lente.....	80
Tabla 21. Resultados de la prueba de porcentaje de vacíos en ladrillos King Kong Tradicional .....	82
Tabla 22. Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos King Kong Rectangular .....	83
Tabla 23. Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos King Kong Triangular.....	84
Tabla 24. Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Tradicional .....	85
Tabla 25. Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Hexagonal.....	86
Tabla 26. Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Lente.....	87
Tabla 27. Cuadro Resumen del Ensayo de Determinación de Porcentaje de vacíos .....	88
Tabla 28. <i>Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Tradicional</i> .....	89
Tabla 29. Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Rectangular .....	90
Tabla 30. Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Triangular .....	91
Tabla 31. Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Tradicional .....	92
Tabla 32. Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Hexagonal .....	93
Tabla 33. Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Lente .....	94
Tabla 34 Resumen del Ensayo de Resistencia a compresión en Unidades.....	95
Tabla 35. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Tradicional .....	97
Tabla 36. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Rectangular .....	98
Tabla 37. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Triangular.....	99
Tabla 38. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Tradicional.....	100
Tabla 39. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Hexagonal.....	101
Tabla 40. Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Lente.....	102
Tabla 41 Resumen de Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas.....	103
Tabla 42. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Tradicional .....	105
Tabla 43. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Triangular.....	106

---

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Tabla 44. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Rectangular .....	107
Tabla 45. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Tradicional.....	108
Tabla 46. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Lente .....	109
Tabla 47. Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Hexagonal .....	110
Tabla 48 Datos de la prueba de absorción de sonido (dB).....	112
Tabla 49. Lecturas de la temperatura medida en los puntos de control para todos los tipos de ladrillos en estudio.....	122
Tabla 50. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Tradicional.....	123
Tabla 51. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Rectangular.....	124
Tabla 52. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Triangular.....	125
Tabla 53. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Tradicional.....	126
Tabla 54. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Hexagonal.....	127
Tabla 55. Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Lente .....	128
Tabla 56. Cuadro comparativo de la temperatura máxima alcanzada en los muros elaborados con los diferentes tipos de ladrillos .....	129
Tabla 57. Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Tradicional .....	131
Tabla 58. Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Rectangular .....	132
Tabla 59. Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Triangular.....	133
Tabla 60. Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Tradicional .....	134
Tabla 61. Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Hexagonal .....	135
Tabla 62. Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Lente.....	136
Tabla 63. Resumen de la prueba de ultrasonido en los diferentes tipos de ladrillos.....	137
Tabla 64. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Tradicional .....	139
Tabla 65. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Rectangular .....	140
Tabla 66. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Triangular.....	141
Tabla 67. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Tradicional .....	142
Tabla 68. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Hexagonal .....	143
Tabla 69. Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Lente .....	144

---

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1.</i> Terminología de las caras y aristas de los ladrillos.....	14
<i>Figura 2.</i> Onda plana Sinusoidal .....	17
<i>Figura 3.</i> Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora .....	18
<i>Figura 4.</i> Longitud de onda del sonido.....	19
<i>Figura 5.</i> Transmisión de ruidos de impacto y aéreo.....	25
<i>Figura 6.</i> Respuesta del oído humano al sonido.....	26
<i>Figura 7.</i> Imagen de cómo actúa el sonido al incidir sobre un elemento de partición .....	26
<i>Figura 8.</i> Sonido incidente sobre una superficie .....	27
<i>Figura 9.</i> Índice de reducción en muro construido con unidades acustiarquilla.....	28
<i>Figura 10.</i> Cámara anecoica.....	30
<i>Figura 11.</i> Absorción de un Movimiento Ondulatorio .....	31
<i>Figura 12</i> Mecanismo por el cual las cuñas anecoicas logran gran absorción sonora. ....	32
<i>Figura 13 .</i> Cuña tipo Cremer.....	33
<i>Figura 14 .</i> Formas cuña tipo Wedge .....	33
<i>Figura 15 .</i> Absorbente en forma de cuña y longitud $\lambda/4$ .....	34
<i>Figura 16 .</i> Poros abiertos y cerrados en un material absorbente .....	34
<i>Figura 17 .</i> Curvas de absorción típicas de algunos materiales absorbentes. ....	35
<i>Figura 18.</i> Vista en planta del King Kong Triangular.....	35
<i>Figura 19.</i> Recorrido de onda de sonido a través del KK Triangular.....	36
<i>Figura 20.</i> Vista en planta del King Kong Rectangular.....	36
<i>Figura 21.</i> Recorrido de onda de sonido a través del KK Rectangular. ....	37
<i>Figura 22.</i> Vista en planta del Blocker Hexagonal.....	37
<i>Figura 23.</i> Recorrido de onda de sonido a través del Blocker Hexagonal.....	38
<i>Figura 24.</i> Vista en planta del Blocker Lente.....	39
<i>Figura 25.</i> Estados de Consistencia de Atterberg.....	41
<i>Figura 26</i> Requisitos mínimos de resistencia al fuego. ....	60
<i>Figura 27.</i> Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.....	67
<i>Figura 28.</i> Trazado de recta para determinar límite líquido.....	68
<i>Figura 29.</i> Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Tradicional .....	70
<i>Figura 30.</i> Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Rectangular.....	71
<i>Figura 31.</i> Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Triangular .....	72
<i>Figura 32.</i> Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Tradicional.....	73
<i>Figura 33.</i> Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Hexagonal .....	74
<i>Figura 34.</i> Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Lente .....	75
<i>Figura 35.</i> Comparación de la variación dimensional obtenida en los tipos de ladrillos estudiados .....	76
<i>Figura 36.</i> Medida de alabeo en ladrillos King Kong Tradicional .....	77
<i>Figura 37.</i> Medida de alabeo en ladrillos King Kong Rectangular .....	78
<i>Figura 38.</i> Medida de alabeo en ladrillos King Kong Triangular.....	78
<i>Figura 39.</i> Medida de alabeo en ladrillos Blocker Tradicional .....	79
<i>Figura 40.</i> Medida de alabeo en ladrillos Blocker Hexagonal .....	80
<i>Figura 41.</i> Medida de alabeo en ladrillos Blocker Lente.....	80
<i>Figura 42.</i> Área Neta en King Kong Tradicional .....	82
<i>Figura 43.</i> Área Neta en King Kong Rectangular .....	83
<i>Figura 44.</i> Área Neta en King Kong Triangular.....	84
<i>Figura 45.</i> Área Neta en Blocker Tradicional .....	85
<i>Figura 46.</i> Área Neta en Blocker Hexagonal .....	86
<i>Figura 47.</i> Área Neta en Blocker Hexagonal .....	87

---

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

<i>Figura 48.</i> Comparación del porcentaje de vacíos en los diferentes tipos de ladrillos estudiados .....	88
<i>Figura 49.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Tradicional .....	89
<i>Figura 50.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Rectangular .....	90
<i>Figura 51.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Triangular.....	91
<i>Figura 52.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Tradicional .....	92
<i>Figura 53.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Hexagonal .....	93
<i>Figura 54.</i> Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Lente.....	94
<i>Figura 55.</i> Comparación de la resistencia a Compresión entre los diferentes tipos de ladrillos estudiados .....	95
<i>Figura 56.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Tradicional.....	97
<i>Figura 57.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Rectangular .....	98
<i>Figura 58.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Triangular .....	99
<i>Figura 59.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Tradicional .....	100
<i>Figura 60.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Hexagonal .....	101
<i>Figura 61.</i> Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Lente .....	102
<i>Figura 62.</i> Comparación de la Resistencia a Compresión en pilas construidas con los diferentes tipos de ladrillos estudiados.....	103
<i>Figura 63.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos King kong Tradicional.....	105
<i>Figura 64.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos King kong Triangular .....	106
<i>Figura 65.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos King kong Rectangular .....	107
<i>Figura 66.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos Blocker Tradicional .....	108
<i>Figura 67.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos Blocker Lente .....	109
<i>Figura 68.</i> Absorción en frio y caliente en ladrillos Blocker Lente .....	110
<i>Figura 69.</i> Aislamiento de Ruido (dB) en muro de ladrillo King Kong Tradicional .....	113
<i>Figura 70.</i> Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo King Kong Triangular .....	114
<i>Figura 71.</i> Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo King Kong Rectangular .....	115
<i>Figura 72.</i> Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Tradicional .....	116
<i>Figura 73.</i> Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Lente .....	117
<i>Figura 74.</i> Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Hexagonal .....	118
<i>Figura 75.</i> Comparación de la medida de sonido en muros de Ladrillos King Kong para las diferentes frecuencias .....	119
<i>Figura 76.</i> Comparación de la absorción de sonido en muros de Ladrillos King Kong para las diferentes frecuencias .....	120
<i>Figura 77.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Tradicional .....	123
<i>Figura 78.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Rectangular .....	124
<i>Figura 79.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Triangular .....	125
<i>Figura 80.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Tradicional .....	126
<i>Figura 81.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Hexagonal.....	127
<i>Figura 82.</i> Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Lente .....	128
<i>Figura 83.</i> Variación de la temperatura máxima alcanzada por cada grupo de muros en la prueba de resistencia al fuego.....	129
<i>Figura 84.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos King Kong Tradicional.....	131
<i>Figura 85.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos King Kong Rectangular.....	132
<i>Figura 86.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos King Kong Triangular .....	133
<i>Figura 87.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos Blocker Tradicional .....	134
<i>Figura 88.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos Blocker Hexagonal .....	135
<i>Figura 89.</i> Velocidad Ultrasónica en unidades de ladrillos Blocker Lente .....	136

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

<i>Figura 90.</i> Comparación de la Velocidad Ultrasónica en los diferentes tipos de ladrillos estudiados .....	137
<i>Figura 91.</i> Curva granulométrica de ladrillos King Kong Tradicional sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	139
<i>Figura 92.</i> Curva granulométrica de ladrillos King Kong Rectangular sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	140
<i>Figura 93.</i> Curva granulométrica de ladrillos King Kong Triangular sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	141
<i>Figura 94.</i> Curva granulométrica de ladrillos Blocker Tradicional sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	142
<i>Figura 95.</i> Curva granulométrica de ladrillos Blocker Hexagonal sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	143
<i>Figura 96.</i> Curva granulométrica de ladrillos Blocker Lente sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.....	144

## **CAPÍTULO I: GENERALIDADES**

### **1.1. TITULO**

“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”

### **1.2. ÁREA DE INVESTIGACIÓN**

Innovación y tecnología de los materiales.

### **1.3. TESISISTAS**

Bachiller en Ingeniería Civil; Cuevas Cárdenas, Rubén Vladimir

Bachiller en Ingeniería Civil; Huachaca Peralta, Ahmed Edison

### **1.4. INSTITUCIÓN**

Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

### **1.5. LOCALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

Región : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : San Jerónimo



## **CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente el ruido ambiental se considera como uno de los grandes problemas de las zonas urbanas, razón por la cual, la Organización Mundial de la Salud (OMS) indica que a nivel mundial el ruido provocado por el tráfico es "la segunda causa de enfermedad por motivos medioambientales", siendo superada por la contaminación atmosférica; además de asegurar que la contaminación acústica en las ciudades no solo es una molestia, sino también una amenaza para la salud pública. De igual manera otras investigaciones indican que 60 dB representan un nivel de ruido moderado y que valores superiores a éste generan molestias que se vuelven progresivamente más desagradables hasta convertirse en dolorosas al llegar a 130 dB y causan lesiones en el oído a 140 dB. Diversos autores señalan, que incluso exponerse a ruidos por debajo de 100 dB en periodos cortos de tiempo pueden generar daños permanentes al oído (elpaís.com, 2011; Kinsler, Frey, Coppins, & Sanders, 1995).

Biskaia hace referencia a la información brindada por la Comisión Europea donde se señala que “Uno de cada cuatro europeos/as está expuesto a niveles de ruido potencialmente nocivos. Además, suelen quejarse de pérdida de sueño, falta de concentración y altos niveles de estrés” mientras que en América Latina el problema aun es más grave por lo que la OMS califica a esta región como la más ruidosa del mundo, además el coordinador del Laboratorio de Análisis y Diseño Acústico de la Universidad Autónoma Metropolitana en México, Fausto Rodríguez señaló en una entrevista para scidev que “en América Latina el sector salud todavía no considera al ruido como un problema y que solamente en el país de Chile son conscientes del problema del ruido por lo que tratan al ruido con la misma importancia que se le da en Europa” (Biskaia, Tecnalia, & Ekoire, 2018, p. 5; scidev, 2018).

En Perú si bien existen normas sobre los “Estándares de Calidad Ambiental” (ECA) que siguen las pautas contenidas en el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM- Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido (Reglamento ECA Ruido), decreto mediante el cual se establecieron los valores para los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para ruido y los planes de acción para que estos estándares sean cumplidos, a la fecha éstos no se respetan o son muy difícil de cumplir, puesto que estudios realizados a nivel nacional por el “Organismo de

Evaluación y Fiscalización Ambiental” (OEFA) demuestran que de 436 evaluaciones de ruido el 90% de los casos sobrepasan los valores establecidos en los ECA, por otra parte la ciudad del Cusco no es ajeno a la problemática del ruido ya que un estudio realizado por la OEFA en el 2012 sobre el análisis de 32 puntos demostró que los niveles de ruido medidos varían de 66.6 db a 77.2 db, razón por la cual y de acuerdo a los estándares de calidad ambiental, ninguno de estos 32 puntos críticos evaluados podría considerarse como zona residencial. Debido a esta realidad y siendo muy complicado controlar el ruido exterior se han hecho esfuerzos con el objetivo de brindar confort acústico dentro de las edificaciones, razón por la cual han surgido algunos productos y sistemas de construcción que van desde ladrillos mejorados y fibras acústicas hasta paredes dobles, donde unos no logran una absorción óptima del sonido, mientras que otros resultan costosos y destinan un área excesiva a elementos de separación en las edificaciones (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, Evaluación Rápida De Ruido Ambiental En La Ciudad De Cusco, 2012; OEFA, 2013).

## **2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida varia la absorción del sonido de muros construidos con ladrillos de arcilla con alveolos modificados geométricamente?

### **2.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuánto será la variación de la absorción del sonido medido en decibeles en muros construidos con ladrillos con alveolos modificados geométricamente?

¿Cómo se verá afectado la resistencia a la compresión de las unidades con alveolos modificados geométricamente?

¿Cómo se verán afectados las características físicas de las unidades de albañilería con alveolos modificados geométricamente?

### **2.3. JUSTIFICACIÓN**

La problemática del ruido medioambiental y sus altos niveles de contaminación acústica aunado a la poca capacidad que tienen las edificaciones para absorber el ruido externo, han hecho que aun dentro de nuestras viviendas o centros de trabajo sobrepasemos los valores de sonido establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental (ECA), por lo que resulta de interés especial buscar la manera o productos alternativos que nos permitan mejorar el aislamiento acústico de las edificaciones o de los elementos que lo conformen, ya que en la actualidad si bien existen productos y procedimientos constructivos para mejorar la absorción del sonido en edificaciones, éstas resultan muy costosas lo que ha evitado su uso masivo; por otra parte se conoce que para el caso de los muros construidos con unidades cerámicas su comportamiento acústico se ve influenciada por la forma de aparejo del muro y básicamente del material aislante en composición original de elementos de albañilería entre otros factores (Zapata, 2013).

La investigación propuesta nace debido a la falta de información que se tiene sobre la absorción acústica de las unidades de albañilería tradicionales, razón por la cual es necesidad estudiar de qué manera se ve afectada esta propiedad al variar geométricamente sus alveolos, proponiendo y fabricando unidades con alveolos modificados que tengan una mejor absorción acústica.

Con la investigación planteada pretendemos lograr el conocimiento y perspectivas respecto a la absorción sonora de los materiales cerámicos usados en la construcción de los muros en base a unidades de albañilería, para de esta forma mejorar el aislamiento acústico de las unidades de albañilería ofrecidas en el mercado local. Asimismo, los resultados ayudaran a utilizar estos elementos adecuadamente con el propósito de aminorar los niveles de contaminación acústica y mejorar la calidad de vida y confort en los hogares de la ciudad del Cusco.

Por otro lado, este proyecto de investigación creará datos sobre la absorción acústica que ofrecen las unidades de albañilería tradicionales que se producen en la ciudad, los cuales serán comparados con las propiedades que tendrán las nuevas unidades que se fabricarán en este proyecto.

## **2.4. DELIMITACIÓN, LIMITACIONES Y VIABILIDAD DEL PROYECTO**

### **Delimitación:**

La presente investigación está centrada en la producción de ladrillos de arcilla Blocker de medidas 12cm x 20cm x 30cm, unidades que se usan en la construcción de muros divisorios no portantes; además de ladrillos del tipo King Kong de medidas 9cm x 12cm x 24cm, unidades que son empleadas tanto en la construcción de muros no portantes y portantes.

Para este proyecto de investigación se variará la geometría de los alveolos de las unidades de albañilería sustituyendo al clásico diseño de alveolos. Con la finalidad de obtener mejores características acústicas y obtener una resistencia equiparable a la de los ladrillos convencionales.

El tipo de material usado en la elaboración será el mismo que es usado por las fábricas de ladrillos del distrito de San Jerónimo, mismo lugar donde se encuentra la FÁBRICA LATESAN en donde se realizará la elaboración de las unidades.

### **Limitación:**

Inexistencia de normalización nacional para las pruebas de sonido, además de que la normativa extranjera respecto a estas pruebas solo establece estructuras de gran inversión.

En nuestro medio local como nacional no existen laboratorios especializados para realizar las pruebas de sonido.

Inexistencia de estudios locales o nacionales relacionados a la absorción del sonido en unidades de albañilería de arcilla cocida o muros construidos con estas unidades.

### **Viabilidad:**

Disponibilidad de materia prima, así como lugares de fabricación de las unidades de albañilería.

Se dispone del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la “Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, para llevar a cabo las pruebas correspondientes a la Norma E-070 y NTP 399.613.

---

## **2.5. DETERMINACION DE LA RELACION COSTO BENEFICIO**

Se determinó la relación de costo beneficio con el objetivo de valorar la necesidad y oportunidad de la realización del proyecto de ladrillos acústicos con alveolos modificados, para lo cual se seleccionó la alternativa más beneficiosa para lo cual se estimó los recursos económicos adecuadamente en la realización de nuestro proyecto.

Para el proyecto en mención se consideró como beneficio las ventajas a experimentar por el propietario en cuanto el proyecto bajo consideración sea utilizado es decir cuando las unidades de albañilería que se plantean en la presente investigación sean usados en el medio con el fin de hacer muros acústicos, es decir, que estos muros absorban mayor cantidad de sonido y no dejen pasar el sonido al otro lado de muro, mientras el costo se considera como los gastos anticipados por construcción (la inversión inicial del proyecto), gastos de operación, es decir el costo por las creación de las unidades de albañilería con alveolos modificados tanto para el tipo King Kong y blocker. Para lo cual se calculará la razón beneficio/costo y se tomará la decisión tomando en consideración si:

$$B/C > 1 \rightarrow \text{El proyecto es aconsejable.}$$

$$B/C = 1 \rightarrow \text{El proyecto es indiferente.}$$

$$B/C < 1 \rightarrow \text{El proyecto NO es aconsejable.}$$

Para lo cual se tuvo que considerar que todos los beneficios positivos, negativos y costos identificados deben considerarse a unidades comunes como serían los soles, además se deben trasladar todos los flujos de efectivo a la misma unidad de tiempo en un valor presente equivalente o futuro.

En base a nuestro proyecto como bien se sabe se utilizó la misma materia usada en los ladrillos tradicionales de nuestro mercado y en similares cantidades de masa entonces se considerará como costo de producción de s/. 0.50 y venta a 0.80 soles para los ladrillos de tipo King Kong tradicionales y s/. 0.90 como costo de producción y venta s/. 1.10 soles para los ladrillos de tipo Blocker como consta en las encuestas realizadas al inicio de la presente investigación, para lo cual calcularemos para un muro de 1m x 1 m (1m<sup>2</sup>) es decir:

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Costo x m2 ladrillo King kong (en sogá 39 unidades) + más junta =  $31.20 + 350*(0.12m3-39*0.12*0.09*0.24) = 31.20 + 8.55 =$  total x m2 s/. 39.75

Costo x m2 ladrillo blocker (en sogá 16 unidades) + más junta =  $17.60 + 350*(0.12m3-16*0.20*0.30*0.12) = 17.60 + 2.80 =$  total x m2 s/. 20.40

Tomamos como referencia manifiesta por parte de entendidos del lugar donde se fabricó los ladrillos acústicos que por tratarse de un producto novedoso y nuevo en el mercado se consideraría un precio de mercado para los ladrillos King Kong de s/. 1.00 soles y para el ladrillo blocker de s/. 1.2. Las cantidades requeridas para un m2 de muro serán las mismas por tener las mismas medidas externas de las unidades por lo que se tendrá la siguiente relación.

Ladrillo King Kong       $B/C = 1/0.5 = 2$       .....       $B/C > 1$

Ladrillo blocker       $B/C = 1.20/0.90 = 1.33$       .....       $B/C > 1$

Con lo cual podemos inferir que para los ladrillos de tipo King y Blocker el proyecto es aconsejable, y además es un producto innovador que puede ganarse rápidamente el mercado local por el mejor comportamiento acústico que poseen comparación de las unidades tradicionales.

## **2.6. OBJETIVOS**

### **2.6.1. Objetivos generales:**

Desarrollar un estudio con el cual a través de ensayos de laboratorio y empíricos podamos demostrar que el ladrillo de arcilla con alveolos interiores modificados resulta apropiado para utilizarse en la construcción de muros con solicitaciones de baja transmisión del sonido como sustituto de los ladrillos convencionales y que este brinde mejor confort acústico.

### **2.6.2. Objetivos específicos:**

- Establecer si la modificación de la geometría de los alveolos de ladrillos de arcilla puede aumentar considerablemente el aislamiento acústico en muros.
  - Determinar por medio de las pruebas de compresión realizados a los ladrillos de arcilla con alveolos modificados pueden alcanzar la resistencia establecida por la Norma Técnica Peruana E 070 y Norma Técnica Peruana 399.613.
-

- Determinar que el ladrillo de arcilla con alveolos modificados se encuentre dentro de los parámetros de clasificación para fines estructurales establecida por la Norma Técnica Peruana E 070 y Norma Técnica Peruana 399.613.
- Determinar el aislamiento acústico medido en decibeles para los diferentes tipos de ladrillos que se desarrollarán con el presente proyecto.
- Aplicar la prueba de ultrasonido con equipo de laboratorio a los diferentes tipos de ladrillos que se desarrollarán para el presente proyecto.
- Determinar las propiedades físico-químicas y mecánicas de la arcilla que se usa para producir ladrillos en la “FÁBRICA LATESAN” del distrito de San Jerónimo.

## **2.7. HIPÓTESIS:**

### **2.7.1. HIPÓTESIS GENERAL:**

La utilización del ladrillo de arcilla con alveolos modificados puede mejorar las propiedades acústicas en los muros portantes y no portantes manteniendo sus propiedades mecánicas dentro de los valores exigidos por la NTP E 070 y NTP 399.613. Determinar que el ladrillo de arcilla con alveolos modificados se encuentre dentro de los parámetros de clasificación para fines estructurales.

### **2.7.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA:**

Los ladrillos de arcilla con alveolos modificados (variando su geometría); pueden mejorar la absorción sonora en muros divisorios y alcanzar la resistencia a la compresión en unidades establecida por las normativas peruanas y así brindar mayor confort en comparación con los ladrillos convencionales más utilizados de nuestro medio.

## **2.8. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

### **2.8.1. VARIABLE INDEPENDIENTE:**

Dimensión y geometría de los alveolos de los ladrillos de arcilla.

### **2.8.2. VARIABLE DEPENDIENTE:**

Amortiguación acústica.

Resistencia a la compresión.

---

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**2.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>METODOLOGÍA</b>
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b></p> <p>-¿En qué medida la variación de los alveolos de los ladrillos de arcilla influye en su comportamiento acústico y en su resistencia?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b></p> <p>-¿Cuál es la geometría optima con la cual se obtiene la mayor absorción acústica?</p> <p>-¿Cuál es la incidencia de la variación del espesor de los alveolos en la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillo elaborados en la ciudad del Cusco?</p> <p>-¿Cuál es la incidencia de la variación de la geometría de los alveolos en la resistencia a la compresión de las unidades de ladrillo elaborados en la ciudad del Cusco?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Evaluar la incidencia de la variación geométrica de las celdas de ladrillo en su comportamiento acústico.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <p>-Determinar la geometría de la celda del ladrillo para lograr el mayor recorrido de la onda acústica.</p> <p>- Determinar la capacidad de absorción sonora de un muro construido con la nueva unidad de ladrillo.</p> <p>-Determinar la incidencia de la nueva geometría en la resistencia a la compresión.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL</b></p> <p>-La variación de las celdas internas de ladrillos de arcilla puede mejorar considerablemente sus propiedades acústicas, pero podría reducir su resistencia.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS.</b></p> <p>-Existe una geometría óptima de las celdas internas de los ladrillos que permite lograr la mayor absorción acústica.</p> <p>-La variación del espesor de las celdas de los ladrillos influye considerablemente en la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla.</p> <p>-La variación de la geometría de las celdas de los ladrillos y su configuración influye considerablemente en la resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla.</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>- Dimensión y geometría de las celdas internas de los ladrillos de arcilla.</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>- Amortiguación acústica (Aislamiento acústico).</p> <p>-Resistencia a la compresión</p>	<p>-Forma de la celda</p> <p>-Espesor de la celda.</p> <p>-Distancia que recorre la onda sonora.</p> <p>-Resistencia a la compresión.</p>	<p>-Sonómetros</p> <p>-Equipo electrónico para recopilación de datos.</p> <p>-Cámara anecoica</p> <p>-Equipos disponibles en el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Diseños de la geometría de las celdas más conveniente.</li> <li>2. Fabricación de unidades de ladrillo.</li> <li>3. Construcción de sala acústica.</li> <li>4. Elaboración de muro y pilas de ladrillo.</li> <li>5. Ejecución de los ensayos según norma.</li> <li>6. Registro de datos de las diferentes pruebas (manual y electrónicamente)</li> <li>7. Análisis de resultados (análisis mediante cuadros gráficos explicativos).</li> <li>8. Comparación de resultados</li> <li>9. Conclusiones y recomendaciones</li> </ol>



### **CAPITULO III: MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

Villanueva (2019) en su tesis “COMPORTAMIENTO A CARGA LATERAL DE UN MURO CONFINADO DE ALBAÑILERÍA SÍLICO CALCÁREA” tuvo como objetivo estudiar y evaluar el comportamiento estructural de una nueva unidad de albañilería, el ladrillo sillico calcáreo king kong de 11 huecos. La muestra del estudio estuvo conformada por 3 pilas, 3 muretes y un muro confinado construido con los nuevos ladrillos a escala real, además de realizar los ensayos clasificatorios señalados en la Norma E-070. Los resultados a los que llegó muestran que los ladrillos macizos con menor cantidad de alveolos cumplen satisfactoriamente las pruebas que se exigen en la Norma E-070, además de que los muros fabricados usando este nuevo ladrillo poseen un comportamiento estructural satisfactorio; razones por la que es una buena alternativa ante los ladrillos tradicionales de arcilla.

Pérez (2016) mediante su estudio “COMPORTAMIENTO FÍSICO-MECÁNICO DEL LADRILLO DE CONCRETO TIPO IV” donde tuvo como objetivo examinar el comportamiento físico mecánico del ladrillo de concreto de 4 alveolos. La muestra del estudio estuvo conformada por cuatro tipos de ladrillos, un tipo de ladrillo de concreto con una fila de 04 alveolos, un tipo de ladrillo de concreto con 02 filas de alveolos y dos tipos de ladrillos de arcilla cocida, además por cada tipo de ladrillo se usó 152 unidades para realizar los ensayos de alabeo, porcentaje de vacíos, absorción, resistencia a la compresión en unidades y pilas. Los resultados arrojados prueban que tanto el ladrillo de concreto con una fila de alveolos y el ladrillo comercial de concreto de dos filas de alveolos cumplen con las pruebas establecidas en Norma E-070 y pueden ser clasificados como unidades de albañilería de tipo IV.

Alanya (2014) en su estudio “INFLUENCIA DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LADRILLO EN EL CONTROL DE RUIDOS AEREOS Y APLICACIÓN EN LA ‘PLANTA DE INDUSTRIA AGRÍCOLA COMUNAL’ EN EL DISTRITO DE HUAYUCACHI” donde tuvo como objetivo evaluar la manera en que influyen los elementos constructivos de ladrillos en el control de ruidos aéreos. El estudio contó con 17 muestras construidas con unidades de albañilería cocida de diferentes espesores de los cuales 10 correspondieron a muros y 7 a techos. Los resultados del estudio demostraron que el 90% de los elementos constructivos en base a unidades

---

de albañilería cocida son muy buenos para controlar el ruido como aislantes, además de esta mejora a medida que se aumenta el espesor del muro, siendo los muros con aparejo de cabeza los que lograron un mejor aislamiento acústico, por otra parte, el estudio también concluye que los muros con revestimiento pueden mejorar el aislamiento en 1 o 2 db.

Vallejos (2018) en su estudio “EVALUACIÓN Y PROPUESTA DE AISLAMIENTO ACÚSTICO EN UN DEPARTAMENTO DEL PROYECTO DE VIVIENDA YOO CUMBAYA MEDIANTE EL USO DE UN SISTEMA AISLANTE DE PAREDES DOBLES” donde tuvo por objetivo analizar el comportamiento de los diversos tipos de paredes a través de un software que pronostica el aislamiento acústico. Para lograr los objetivos se plantearon cuatro tipos de muros, pared de ladrillo hueco sin recubrimiento, pared de planchas de fibrocemento con cámara de aire, pared de planchas de fibrocemento con aislamiento de lana de roca y pared doble de planchas de fibrocemento con aislamiento de lana de roca. Los resultados arrojados por el estudio dan a conocer que el muro de ladrillo convencional puede tener mayor aislamiento que los sistemas constructivos alternativos, si estos últimos no se utilizan correctamente; además de que el costo del muro de ladrillo convencional resulta más económico que los sistemas alternativos estudiados en el proyecto.

En cambio, Peinado (2019) en el estudio “COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE SISTEMAS ETICS DE REHABILITACIÓN POR EL EXTERIOR DE LA FACHADA CON LANAS MINERALES (PROYECTO BALI)” donde los autores usaron tres tipos de muros, muro tradicional, muro tradicional más panel de lana de roca de 60 mm y muro tradicional más panel de poliestireno expandido; donde las dimensiones de cada muestra fueron de 3.6 m de ancho por 2.8 m de alto. Los resultados de estudio demuestran que la correcta combinación de muros tradicionales y lanas minerales tienen mejor aislamiento que los muros tradicionales con adición de paneles de poliestireno expandido.

Pino (2016) en su estudio “COMPORTAMIENTO ACÚSTICO DE TRES TIPOS DE VIVIENDAS: UN PROTOTIPO DE VIVIENDA DE EMERGENCIA FABRICADO BAJO EL SISTEMA CONSTRUCTIVO SIP (Structural Insulated Panel), UNA VIVIENDA SOCIAL Y UNA VIVIENDA DE EMERGENCIA ACTUAL (mediagua)” donde el objetivo fue evaluar el comportamiento acústico de tres tipos de viviendas construidas con diferentes tipos de tableros

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

(MDF, OSB, Plywood y Hardboard). La metodología tuvo como referencia a la norma NCh 2786, NCh 352 e ISO 140-3; además las muestras tuvieron dimensiones de 1.85 m de alto por 0.70 m de ancho, las cuales se colocaron en una pared de hormigón para realizar las pruebas correspondientes. El estudio determinó que para cualquier tipo de tablero ensayado a mayor densidad mejor es su comportamiento acústico, además de que a mayor espesor de tablero mayor es el aislamiento acústico.

Corbella, Fernandez, Hernández, & Armisen (2014) en su artículo “NEW DESIGNS OF THE CERAMIC BRICKS OF HORIZONTAL HEXAGONAL HOLLOW” donde se trata de mostrar al dibujo técnico como una herramienta indispensable en los procesos de investigación, la metodología consistió en mejorar una propuesta de optimización de la geometría de los alveolos de ladrillos convencionales mediante las herramientas de dibujo técnico y CAD, la muestra se basó en unidades de albañilería huecas y de alveolos horizontales. La investigación arrojó que la nueva propuesta de geometría del alveolo del ladrillo cerámico mejoraría la amortiguación acústica en paredes construidas con este tipo de ladrillos, esto debido a que la geometría planteada lograría el recorrido del sonido en un ladrillo sea el equivalente al ancho de más de cuatro ladrillos convencionales, además de que este nuevo ladrillo mantiene las dimensiones del ladrillo convencional por lo que no aumenta los costos de producción.

## **3.2. BASES TEORÍAS**

### **3.2.1. Ladrillo**

#### **3.2.1.1. Definición**

La NTP 331.017 define al ladrillo como una unidad de albañilería prismática rectangular, moldeada mediante la extrusión de arcilla para posteriormente ser cocida en un horno, de igual manera Jiménez señala que la norma UNE 6701 define al ladrillo como aquella pieza cerámica ortodédrica que se usa en la albañilería, cuyo proceso de fabricación es el moldeado, secado y cocción de una masa de arcilla; además señala que se excluyen como ladrillos a aquellas unidades cerámicas donde su dimensión exceda los 30 centímetros (Jimenez, 2005).

Según Jiménez (2005) entre los elementos del ladrillo de arcilla se puede nombrar las caras, las aristas y los alveolos.

Las caras tienen los siguientes nombres:

- Tabla, llamada así la cara de longitud mayor.
- Canto, llamada así la cara de longitud intermedia.
- Testa, llamada así la cara de longitud menor.

Las aristas tienen los siguientes nombres:

- Soga, llamada así la arista de longitud mayor.
- Tizón, llamada así la arista de longitud media.
- Grueso, llamada así la arista de longitud menor.

Los alveolos vienen a ser los orificios perpendiculares a la tabla de la unidad de albañilería, éstos orificios se pueden presentar tanto en unidades solidas como huecas y se les conoce como unidades alveolares. La presencia de los alveolos en los ladrillos se da principalmente por dos

motivos, primero para aminorar el peso del ladrillo y segundo para alojar el refuerzo estructural en la construcción de muros armados.

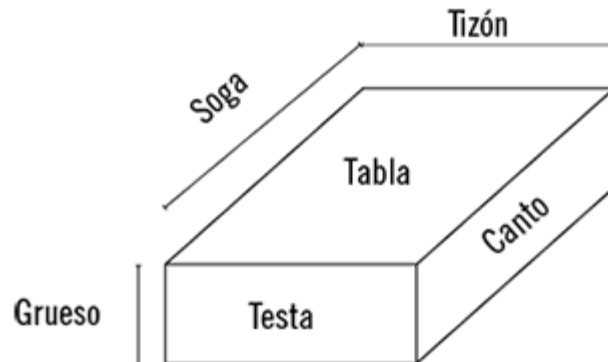


Figura 1. Terminología de las caras y aristas de los ladrillos

Fuente: Técnica de la construcción del ladrillo

### **3.2.1.2. Tipos de ladrillo**

#### **3.2.1.2.1. Ladrillo Sólido**

Es aquel ladrillo donde el área transversal a su superficie de asiento es mayor o igual al 70 % del área bruta del mismo plano (Norma E.070, 2020).

#### **3.2.1.2.2. Ladrillo hueco**

Es aquel ladrillo donde el área transversal a su superficie de asiento es menor o igual al 70 % del área bruta del mismo plano (Norma E.070, 2020).

#### **3.2.1.2.3. Ladrillo tubular**

Es aquel ladrillo donde los huecos que posee ésta y su superficie de asiento son paralelos entre sí. (Norma E.070, 2020)

### **3.2.2. Muros de albañilería**

Se define como un “Material estructural compuesto por unidades de albañilería asentadas con mortero o por unidades de albañilería apiladas, en cuyo caso son integradas con concreto líquido”. (Norma E.070, 2020, p. 15)

#### **3.2.2.1. Clasificación de los muros de albañilería**

##### **3.2.2.1.1. Clasificación por la función estructural**

#### **Muros no portantes**

Se les conoce así aquellos muros que no soportan carga vertical y por lo son diseñados ante cargas perpendiculares a su plano que pueden ser provocadas por cargas de empuje como sismo, vientos u otros. Debido a su pequeña masa y la generación de mínimas fuerzas de inercia comparadas con su resistencia a esfuerzo cortante estos muros no son diseñados para acciones sísmicas coplanares. Algunos ejemplos de este tipo de muros son los tabiques, cercos y parapetos (San Bartolomé, 1994; San Bartolomé, Quiun, & Silva , 2011)

#### **Muros portantes**

Se les conoce así a aquellos muros que se usan como elementos estructurales de una edificación. Este tipo de muros están bajo la acción de toda clase de solicitaciones, que están contenidas en su plano como perpendicular a éste, verticales como laterales y tanto eventuales como permanentes. (San Bartolomé, 1994)

De manera similar el Ministerio de vivienda define a los muros portantes como muros que se diseñan y se construyen de tal modo que transfieran tanto cargas verticales como horizontales de un determinado piso a uno inferior o a la cimentación. Los muros portantes forman la estructura de un edificio de albañilería y deberán tener continuidad vertical (Norma E.070, 2020).

3.2.2.1.2. *Clasificación por la distribución del refuerzo*

**Muros no reforzados o de albañilería simple**

Albañilería que carece de refuerzo o que la cantidad que presenta no cumple con las especificaciones mínimas del reglamento. Este tipo de edificación no debe emplearse, por el carácter frágil de su falla ante los terremotos (Norma E.070, 2020).

**Muros reforzados de acuerdo a la disposición del refuerzo**, los muros se clasifican en:

De acuerdo a la Norma E 070 estos tipos de muros se pueden clasificar en los siguientes:

**Muros de albañilería armada**

Albañilería que en su interior esta reforzada con varillas de acero distribuidas vertical y horizontalmente a lo largo de su altura y en toda su longitud respectivamente, e integrada con concreto líquido con la albañilería, de tal forma que los diversos componentes actúen de manera conjunta para resistir los esfuerzos (Norma E.070, 2020).

**Muros de albañilería confinada**

Albañilería que en todo su perímetro esta reforzada con elementos de concreto armado, los cuales son vaciados después de construida la albañilería (Norma E.070, 2020).

3.2.2.1.3. *Clasificación por el modo de aparejo*

**Muros en sogá**

En este tipo de muro la longitud mayor de albañilería se coloca en la misma dirección que el muro, por lo que el ancho del muro es una de las dimensiones más cortas de la unidad. Estos muros son usados

principalmente como divisiones de ambientes, ya que no cumplen una función estructural (Alanya, 2014).

### **Muro en cabeza**

En este tipo de muro la longitud mayor de la albañilería se coloca de manera perpendicular a la dirección que sigue el muro, por lo que el ancho del muro es igual a la longitud mayor de la unidad. En muchas ocasiones debido a su resistencia a la compresión los muros de cabeza cumplen una función estructural (Alanya Pariona, 2014).

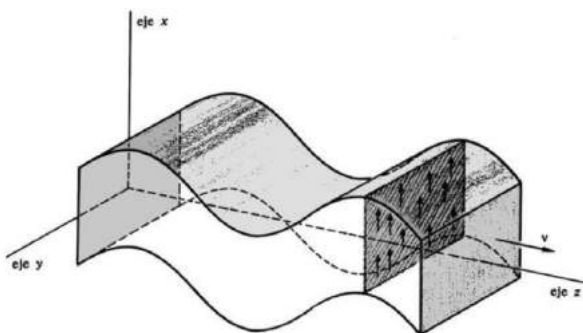
## **3.2.3. Acústica**

### **3.2.3.1. Sonido**

#### **3.2.3.1.1. Definición**

Algunos autores como Giani interpretan al sonido como la propagación en un medio elástico de una perturbación, la cual se da en forma de onda; onda que genera vibraciones de partículas como también variaciones de presión que bajo ciertas características son captadas por el oído humano u otros instrumentos fabricados para tal fin. En su expresión más sencilla este movimiento de partículas viene a ser un movimiento armónico simple (M.A.S.) asociándose a una gráfica sinusoidal (Giani, 2012).

A su vez el sonido también puede definirse como una onda mecánica longitudinal que puede propagarse en medios como el aire, agua y otros. El sonido viene a ser fundamental en la vida diaria de la totalidad de los animales superiores, quienes poseen órganos específicos para generar y detectar estas ondas. Mediante el sonido, los animales (sobretudo el hombre) logran comunicarse entre sí y recolectar información sobre el medio que les rodea (Cromer, 1984).



*Figura 2. Onda plana Sinusoidal*  
Fuente: Física para las ciencias de la vida



### 3.2.3.1.2. Fuentes generadoras de sonido

Se conoce como fuente sonora a aquel elemento que genera un sonido (cuerda de violín, tambor, cuerdas vocales, etc.). El sonido se genera cuando la fuente inicia a vibrar, este movimiento se transfiere hacia las partículas de aire próximas a la fuente, partículas que de igual manera transmiten la vibración a partículas próximas; la perturbación hace que las partículas oscilen con respecto a su posición de equilibrio, más no genera que éstas se desplacen. La forma mediante la cual una perturbación logra trasladarse entre dos puntos se conoce como propagación de la onda sonora. Por ejemplo, si consideramos un tambor como fuente sonora, un golpe en la membrana genera una oscilación, si el movimiento de la membrana es hacia el exterior las partículas de aire junto a su superficie se acumulan formándose la zona de compresión, por otro lado, al suceder lo contrario las partículas se separan formando una zona de dilatación o enrarecimiento (Carrion, 2015).

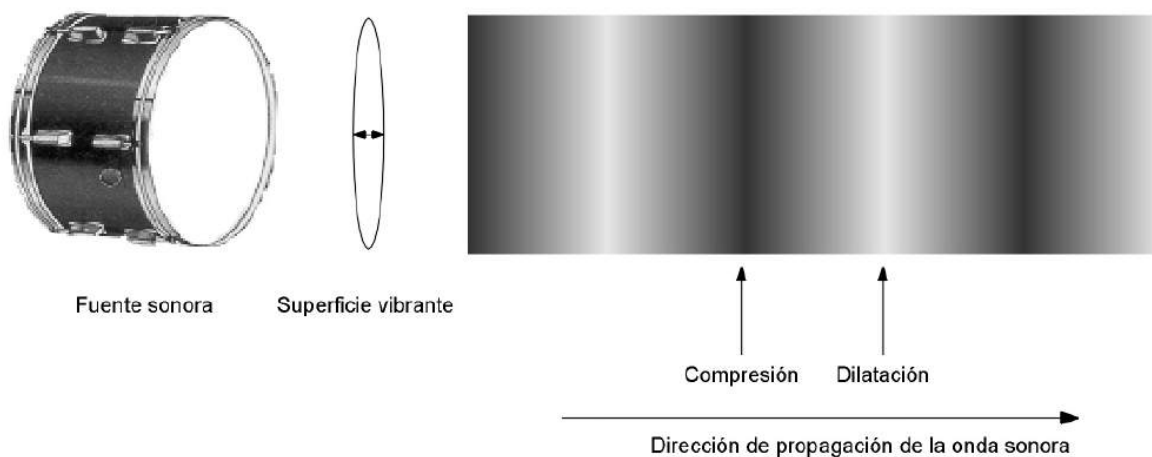


Figura 3. Zonas de compresión y dilatación de las partículas de aire en la propagación de una onda sonora

Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos

### 3.2.3.1.3. Magnitudes asociadas al sonido

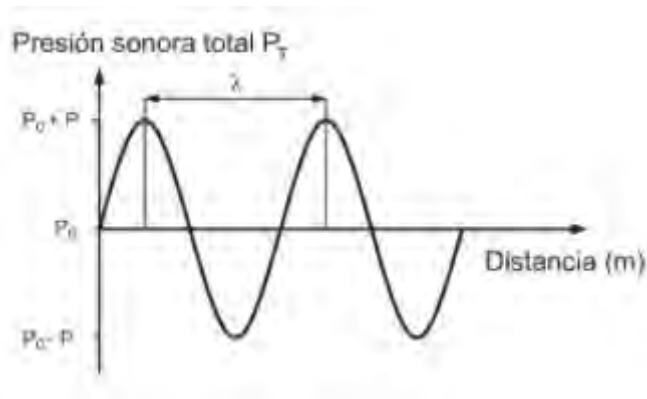
Las magnitudes asociadas al sonido pueden definirse como:

### **Frecuencia**

Viene a ser la cantidad de veces que la perturbación se repite en un segundo, puede calcularse como la inversa del periodo de repetición (**T**), su unidad de medida es el hertzio (**Hz**) el cual mide el número de oscilaciones por segundo (Gallegos y Montalvo, 2008).

### **Longitud de onda**

Dentro de un campo sonoro se conoce como longitud de onda a la distancia entre dos puntos sucesivos que tienen el mismo estado de vibración, también es definida como la distancia que recorre una onda sonora en el tiempo de un periodo (Carrion, 2015).



*Figura 4. Longitud de onda del sonido*  
Fuente: Diseño acústico de espacios arquitectónicos

### **Velocidad**

Viene a ser la velocidad con la que una onda sonora se desplaza en un determinado medio; y su valor depende de la elasticidad y densidad del medio en el que se propaga; a condiciones normales, es decir, a 22 °C de temperatura y presión de 1 atmosfera la velocidad del sonido viene a ser aproximadamente 345 m/s. la velocidad será mayor cuando el medio sea más denso y menos elástico (Carrion, 2015).

### Amplitud

Es el parámetro que brinda información acerca de las variaciones de presión, el sonido será débil si la amplitud es pequeña y será fuerte si la amplitud es grande (Alanya, 2014).

### Impedancia acústica

Parámetro que se define matemáticamente como la división entre la presión sonora **P** y la velocidad **V** de una onda acústica, físicamente representa la resistencia que presenta un medio al desplazamiento de una onda acústica (Gallegos y Montalvo, 2008).

$$Z = \frac{P}{V}$$

Seguidamente, se muestra un cuadro con valores de velocidad e impedancia acústica en ciertos medios:

Tabla 1

*Impedancia característica de algunos medios.*

<b>MATERIAL</b>	<b>VELOCIDAD (m/s)</b>	<b>IMPEDANCIA (rayls)</b>
Aire a 0°C	331	427
Aire a 20°C	340	414
Agua	1493	144 * 10 <sup>4</sup>
Madera	3900	140 * 10 <sup>5</sup>
Cemento	4000	162 * 10 <sup>5</sup>
Acero	5100	390 * 10 <sup>5</sup>

Fuente: Diseño De Una Cámara Anecoica Y Una Cámara Reverberante

Debido a que el cálculo de la velocidad e impedancia en sólidos, líquidos o gases varían de acuerdo al elemento no es posible usar una única fórmula para determinar su valor, por esta razón no se debe establecer una relación directa entre los valores señalados.

3.2.3.1.4. *Características del sonido*

Las características del sonido pueden definirse según Gallegos y Montalvo como:

**INTENSIDAD.**

Viene a ser la cuantía de energía que un sonido tiene, ésta permite distinguir si el sonido es débil o fuerte. Se determina por la potencia, que a su vez está determinada por la amplitud Este parámetro se mide con el sonómetro y los valores obtenidos son expresados en decibelios (dB) (Gallegos y Montalvo, 2008).

Para ondas sonoras hay tres conceptos que se asocian a la parte energética de ésta, las cuales son Potencia Sonora, Presión Sonora e Intensidad Sonora (Gallegos y Montalvo, 2008, p. 7).

**POTENCIA SONORA.**

Se mide en watios (W) y se define como la energía acústica emitida por la fuente en una unidad de tiempo para una determinada banda. Hablando de potencia instantánea, que viene a ser la energía irradiada en un instante de tiempo; al valor máximo que alcanza la potencia en cualquier instante de tiempo se le conoce como Potencia máxima y al valor integrado de potencia en un intervalo determinado de tiempo se le conoce como Potencia Media (Gallegos y Montalvo, 2008).

**PRESIÓN SONORA**

Viene a ser el producto que resulta cuando un sonido se propaga. Las partículas del aire entran en un movimiento ondulatorio cuando la energía que genera la onda sonora incide sobre ellos, esto causa que la presión estática del aire sufra una variación alterna (pequeñas variaciones en la presión atmosférica). Cuando en su camino las ondas se encuentran con el oído, la presión que éstas aplican en el oído no es la misma para toda la longitud de onda. De ahí que, la presión sonora se puede definir como la diferencia entre la presión instantánea

(en el momento donde la onda llega al oído) y la presión atmosférica estática. Su unidad de medida es el Pascal (Gallegos y Montalvo, 2008).

### **INTENSIDAD SONORA**

Al considerar un punto dentro del campo sonoro, podemos definir la intensidad sonora ( $I$ ) en una determinada dirección como el paso que hace la energía sonora a lo largo de un área unitaria del punto mencionado, donde el área y la dirección mencionada son perpendiculares entre sí (Gallegos y Montalvo, 2008).

$$I = \frac{P}{S}$$

Donde “P” es la potencia sonora que la fuente emite (Wattios)  
y “S” es el área unitaria (m<sup>2</sup>)

Cuando un sonido incide en el oído la respuesta que esta brinda no es lineal, dicho de otro modo, no hay una relación proporcional entre el valor absoluto del estímulo y la respuesta causada por el oído, sino que viene a ser la correlación entre un valor umbral y el estímulo que llega al oído. Es por esto y por los extensos márgenes de potencia que son empleados en las ondas sonoras, que se utilizan las escalas logarítmicas definidas a continuación (Gallegos y Montalvo, 2008).

- **NIVEL DE POTENCIA SONORA.**

La potencia sonora se expresa de la siguiente manera:

$$L_w(dB) = 10 \log\left(\frac{W}{W_0}\right)$$

Dónde:  $W_0$  es la potencia referencial,  $10^{-12}$  wattios, luego de simplificar la expresión queda:

$$L_w(dB) = 10 \log W - 10$$

- **NIVEL DE PRESIÓN SONORA.**

Se expresa en dB y se define de la siguiente manera:

$$L_p(dB) = 10 \log\left(\frac{P}{P_0}\right)^2 = 20 \log\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

Dónde: "Po" la presión sonora referencial, con valor usual

$$20mPa = 2 \times 10^{-5} \frac{N}{m^2}$$

- **NIVEL DE INTENSIDAD DEL SONIDO.**

Se mide en dB y se calcula como la división de la intensidad del sonido (I) entre la intensidad sonora de referencia (Io), multiplicado por 10:

$$LI(dB) = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

Siendo:  $I_0 = 10^{-12} \text{ w/m}^2$ .

### **TONO.**

Viene a ser la propiedad que de acuerdo a su frecuencia caracteriza como más graves o agudos a los sonidos, esta propiedad es usada como equivalente de altura (el término altura o tono hace referencia a la característica de la sensación sonora que hace posible diferenciar entre un sonido agudo o alto de un sonido grave o bajo. El tono se incrementa al aumentar la frecuencia.). En ondas sonoras el tono está definido por su frecuencia fundamental, y es la propiedad que hace posible diferenciar entre sonidos graves, medios o agudos. Ésta propiedad se mide en Hercios (Hz) o ciclos por segundo. Para que un sonido pueda ser percibido por el oído humano, tiene que estar comprendido en el rango de 20 a 20000 Hz. A este rango se le conoce como rango de frecuencia audible (Gallegos y Montalvo, 2008).

- Tonos graves (de 20 a 300 Hz, frecuencias bajas).
- Tonos medios (de 300 a 2.000 Hz, frecuencias medias).
- Tonos agudos (de 2.000 hasta 20.000 Hz , frecuencias altas).

### **TIMBRE.**

Es la cualidad que hace posible diferenciar dos sonidos con frecuencias e intensidades iguales pero que presentan diferente forma de onda, dicho de otra manera, su evolución temporal es diferente. Los sonidos no están compuestos de un único tono (onda sinusoidal en el tiempo), sino que el espectro del sonido está formado por la superposición de ondas sinusoidales simples, exceptuando a los audímetros y diapasones, los cuales solo generan un tono (Gallegos y Montalvo, 2008).

#### 3.2.3.1.5. *Ruidos aéreos*

##### **Definición de ruidos**

Los ruidos vienen a ser una aglomeración de vibraciones desorganizadas, que a diferencia de lo que pasa con el sonido, resulta complicado descomponer al ruido en vibraciones armónicas simples dado que ésta compuesta por ondas abruptas.

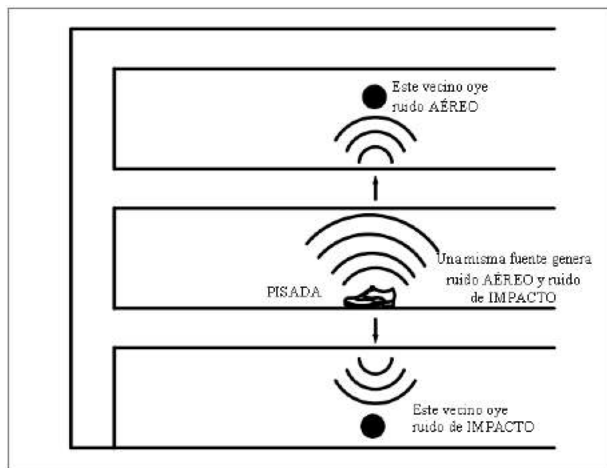
##### **Definición de ruidos aéreos**

Según el mecanismo de transmisión existen dos tipos de ruidos. El ruido aéreo (voz, sonido de máquinas, etc.). Ruido de impacto, como los golpes en elementos sólidos o las pisadas, que añaden energía de manera directa a la estructura de la edificación (Alanya, 2014).

Los ruidos aéreos vienen a ser aquellos ruidos que usan al aire como medio de propagación y que, al alcanzar una estructura (medio), las ondas la hacen vibrar, la cual generará nuevas ondas que se propagaran hasta el lado opuesto del medio (Alanya, 2014).

Los sonidos tienen el poder de ser transmitidos por más de una vía, es decir, un sonido en común tiene la capacidad de llegar a un sujeto mediante vía estructural y a otro mediante vía aérea. La figura muestra como las pisadas de un inquilino del segundo piso llegan a ser captadas por personas

del primer piso como ruido de impacto y por personas ubicadas en el tercer piso como ruido aéreo (Alanya, 2014).



*Figura 5.* Transmisión de ruidos de impacto y aéreo.  
Fuente: STEE-EILAS (2001) Jornada sobre criterios acústicos en el diseño de centros docentes

#### 3.2.3.1.6. *Campo audible*

El sonido produce una sensación auditiva en el ser humano, esto debido a las vibraciones que genera en el aire, sensación que ocasiona que el nervio auditivo reaccione, lo que genera el proceso que llamamos audición. Solo para las frecuencias comprendidas entre 20 y 20000 Hz nuestro sistema nervioso es capaz de producir sensación auditiva. Las ondas cuyas frecuencias se encuentran fuera del rango mencionado no son capaces de ser oídas, pero que un sonido este dentro del campo audible no es lo único que requiere para ser audible sino que también necesita que la amplitud de la presión sonora o su intensidad física esté dentro de ciertos valores, ya que valores menores no generan la suficiente excitación del oído y los sonidos no son percibidos y valores mayores generan sensaciones de dolor, los valores a los que se hace referencia varían respecto a la frecuencia del sonido (Gallegos y Montalvo, 2008).



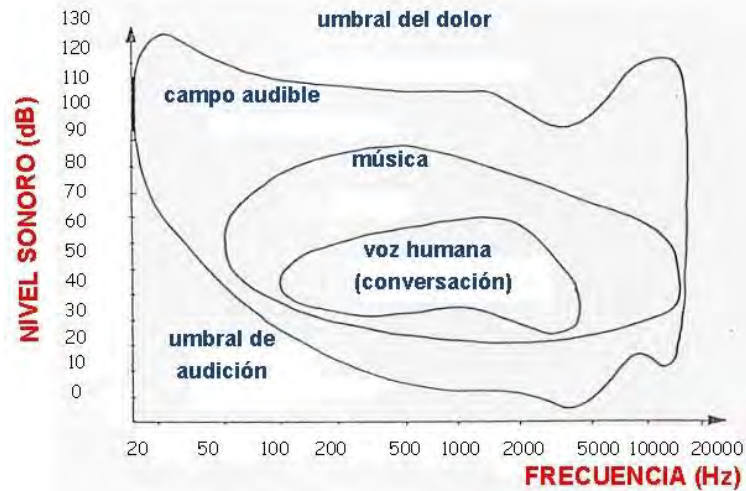


Figura 6. Respuesta del oído humano al sonido  
Fuente: Diseño De Una Cámara Anecoica Y Una Cámara Reverberante

### 3.2.3.1.7. *Aislamiento y absorción*

Cuando un sonido incide sobre una estructura de división puede generarse varias situaciones, el sonido puede ser reflejado y devuelto al espacio donde se encuentra la fuente, ser absorbido por la estructura de división y desaparecer en forma de calor, o puede ser transmitido al espacio contiguo a la estructura. El siguiente gráfico muestra las posibilidades antes señaladas (Alanya, 2014).

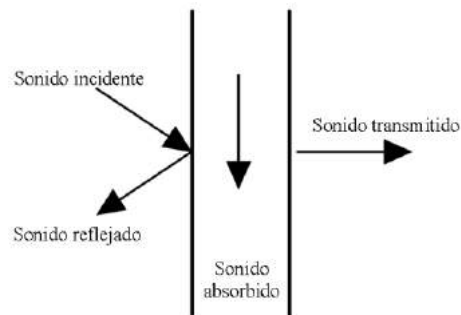


Figura 7. Imagen de cómo actúa el sonido al incidir sobre un elemento de partición  
Fuente: STEE-EILAS (2001) Jornada sobre criterios acústicos en el diseño de centros docentes.

### Índice de reducción sonora

Alanya señala que en los materiales el aislamiento que éstos poseen es medido con el índice de reducción sonora ( $R_{dB}$ ), índice que presenta variaciones en base a la frecuencia y es definido como la resta entre los niveles de presión sonora medidos a ambos lados de un elemento de partición entre 2 ambientes consecutivos. Con respecto a la siguiente figura, físicamente podemos calcular el valor del índice de reducción sonora de la siguiente manera (Alanya , 2014).

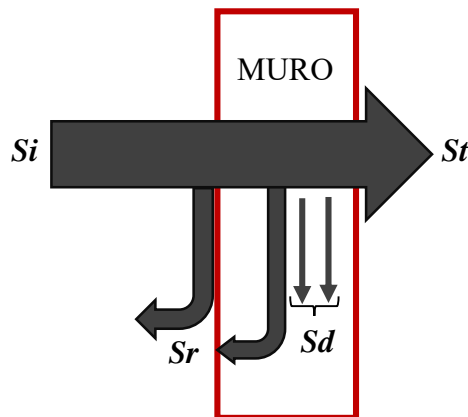


Figura 8. Sonido incidente sobre una superficie  
Fuente: Materiales aislantes acústicos para muros

$$R_{dB} = S_i - S_t$$

$S_i$  = sonido que incide en el muro

$S_r$  = sonido que es reflejado por el muro

$S_t$  = sonido que logra ser transmitido

$S_d$  = sonido que se disipa en el muro

Como ilustración se presentan el índice de reducción sonora para cada frecuencia correspondiente a un muro construido con ladrillo macizo perforado enlucido en ambas caras con yeso con un espesor de 1.5 cm.

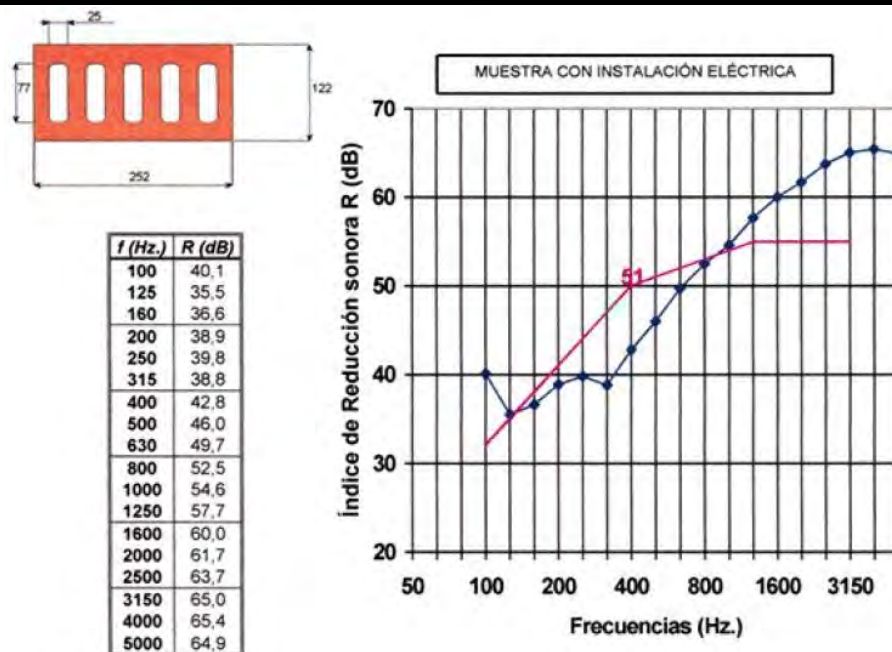


Figura 9. Índice de reducción en muro construido con unidades acustiarrilla  
Fuente: Aislamiento a ruido aéreo según UNE EN-ISO 140-3 – Cerámicas la paloma

Como se observa en el gráfico, el índice de reducción sonora varía de acuerdo a la frecuencia analizada y como se puede notar éste índice crece a medida de la frecuencia aumenta.

Un método para hallar el Índice de Reducción Sonora es a través de ensayos experimentales donde se coloca el espécimen a investigar (muro) en el interior de una cámara especialmente acondicionada, seguidamente se instala una fuente emisora de sonido en un costado del espécimen, para luego medir los niveles de presión sonora a ambos lados de éste, la diferencia entre los valores que se obtienen viene a ser el nivel de presión sonora (Alanya, 2014).

### Índice ponderado de reducción sonora $R_{(w)}$

Para facilitar cálculos y tomar un valor único en lo referente al índice de reducción sonora, se puede considerar al índice ponderado  $R_{(w)}$ , como el valor obtenido de promediar los índices  $R_{(dB)}$  que se obtienen para las frecuencias 125Hz, 250Hz, 500Hz, 1KHz, 2KHz, 4KHz; valores que son las frecuencias centrales correspondientes a las bandas de octava estándar. Y como ya se ha mencionado

anteriormente la manera experimental de calcular el índice de reducción sonora es insertando el material en estudio dentro de una cámara acústica en el cual se aplica un nivel de presión sonora, nivel para el cual se hace mediciones a cada lado del material, con lo que se obtiene la cantidad de presión sonora que logra atravesar el material en estudio. El índice de reducción sonora se calcularía de la siguiente manera (Alanya, 2014).

$$R_w = (S_i - S_t)_w$$

$S_i$  = sonido que incide en el material

$S_r$  = sonido que es reflejado por el material

$S_t$  = sonido que logra ser transmitido

$S_d$  = sonido que se disipa en el material

#### **Absorción de sonido-aislamiento acústico**

La absorción del sonido por obstáculos se da cuando una onda sonora alcanza al obstáculo, parte de la energía que posee la onda será absorbida por el material que conforma el obstáculo, otra parte puede ser reflejada y/o atravesar el obstáculo. En los materiales la absorción se da principalmente a que estos son porosos, cuando una onda sonora choca con el obstáculo hace que el aire que existe en sus poros entre en vibración y la fricción que se da entre los poros y el movimiento de las partículas de aire genera calor (Alanya, 2014).

Es así como una parte de la energía total que contiene la onda es convertida en energía térmica. Para poder hallar cuánto ruido absorbe un material es necesario tomar en cuenta el coeficiente de absorción sonora del material (Alanya, 2014).

### 3.2.3.2. Cámara anecoica

Una cámara anecoica viene a ser un espacio cerrado que es fabricado con el objetivo de analizar el campo libre dentro de él y sus características físicas. Sus dimensiones no solo están condicionadas por los elementos que se analicen dentro de la cámara (motores, altavoces, antenas, automóviles, etc.), sino también por las frecuencias con las que se trabaje. A las cámaras anecoicas se les clasifica como acústicas o electromagnéticas de acuerdo al tipo de energía que controlan y generalmente se construyen para un solo fin, ya sea acústico o electromagnético. La característica principal de una cámara anecoica es el absorber y aislar la energía generada por una fuente que se ubica en su interior, lo cual se logra seleccionando materiales cuya capacidad de aislamiento y absorción sean las suficientes para controlar el tipo de energía. Las cámaras anecoicas se usan principalmente para desarrollar estudios, ensayos y mediciones bajo condiciones controladas. En el campo de la acústica se usan para establecer la potencia sonora de una fuente emisora de sonido, coeficiente de difusión de materiales, en altavoces se mide la función de transferencia, entre otros. (Barrionuevo & Gonzalez, 2012)

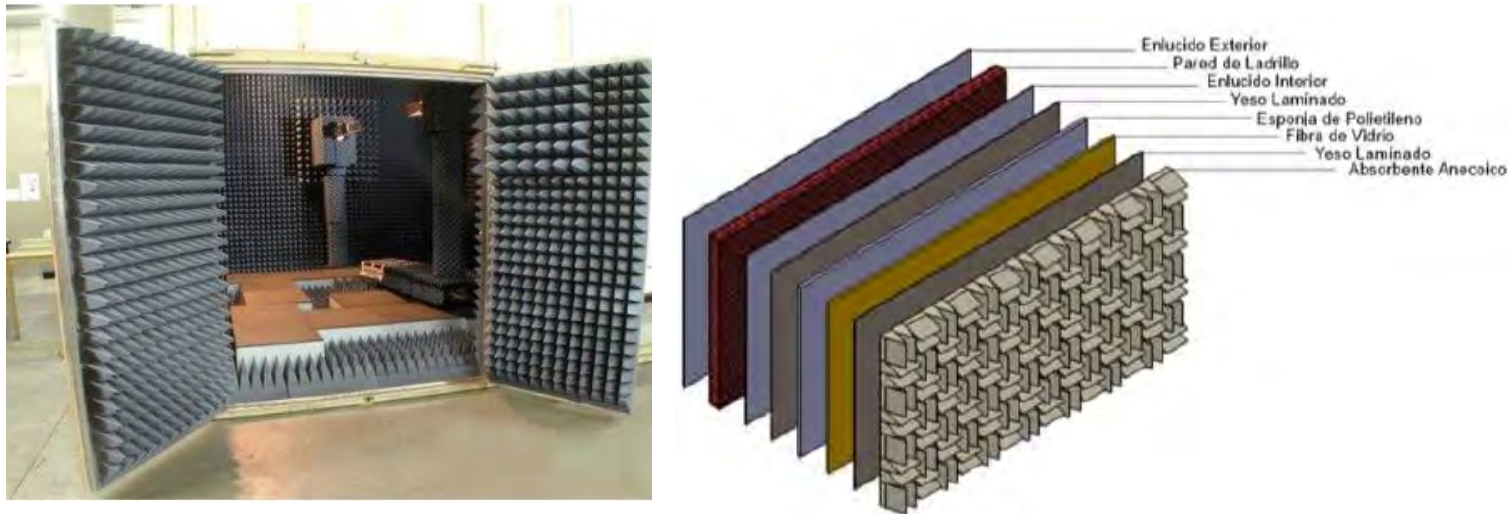


Figura 10. Cámara anecoica

Izquierda: vista del interior de una cámara anecoica; derecha: corte que muestra los materiales típicos usados para lograr el acondicionamiento acústico de la cámara.

Fuente: Estudio, Diseño e Implementación de una Cámara Anecoica para el Análisis Acústico de Sistemas Mecánicos del Motor de Combustión Interna Alternativo

---

## CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LADRILLOS CON ALVEOLOS MODIFICADOS

### 4.1. CRITERIOS

Para plantear los nuevos alveolos de las nuevas unidades de albañilería se consideran algunos principios o criterios que permitan mejorar la absorción del sonido del ladrillo y por consiguiente de los muros que con estos se construyan, a continuación, se mencionan y explican algunos de los criterios en los que se basa la geometría de los nuevos alveolos propuestos.

#### 4.1.1. LEY DE LAMBERT

Teoría que hace referencia a la absorción de movimientos ondulatorios, el cual señala que la intensidad de la onda disminuye exponencialmente con la distancia recorrida a través del medio y con tanta mayor rapidez cuando mayor sea el coeficiente de absorción (Burbano de Ercilla, Burbano & Gracia, 2009)

La onda no solo disminuye su intensidad con la distancia recorrida desde su origen, también el medio de propagación absorbe energía ya que el medio no es perfectamente elástico y mostrará pérdidas por fricción entre sus partículas. (Burbano et al. 2009).

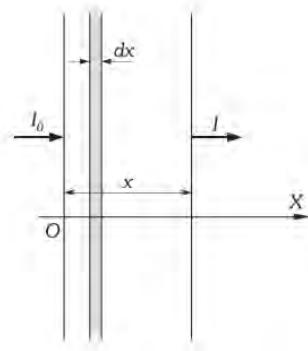


Figura 11. Absorción de un Movimiento Ondulatorio  
Fuente: Física General

### Demostración Experimental de la “Disminución Relativa de la Intensidad es Proporcional al Desplazamiento”.

Sea “O” el origen de un sonido y “OX” la dirección de propagación.

$$\frac{dl}{l} = -\gamma dx$$

Siendo  $\gamma$  el coeficiente de absorción

El resultado de integrar la ecuación anterior es:

$$\ln I = -\gamma x + Cte$$

Donde para un desplazamiento de cero se tiene:  $x = 0$  ,  $I = I_0$  entonces:  $cte = \ln I_0$  .

Por lo que la ecuación general es:

$$\ln I = -\gamma x + \ln I_0 \quad \rightarrow \quad \ln \frac{I}{I_0} = -\gamma x \quad \rightarrow \quad I = I_0 e^{-\gamma x} \quad \text{LEY DE LAMBERT-BEER}$$

#### 4.1.2. CUÑAS ACÚSTICAS

Son estructuras superficiales que cuando un sonido incide en ellos actúan como una trampa, esto se da porque el sonido incidente en las paredes de la cuña es reflejado varias veces, con esta forma se puede incrementar el desplazamiento del sonido.

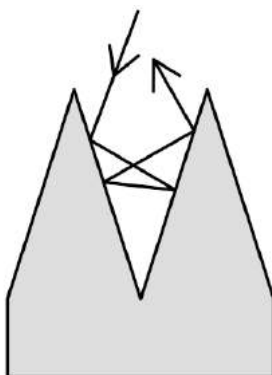
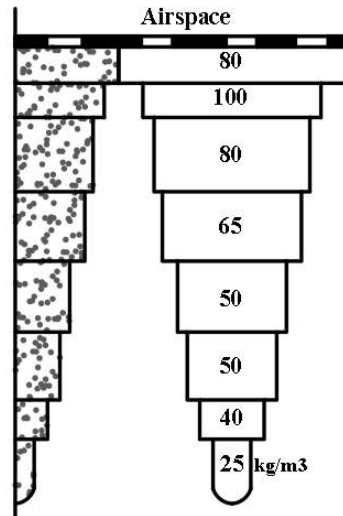


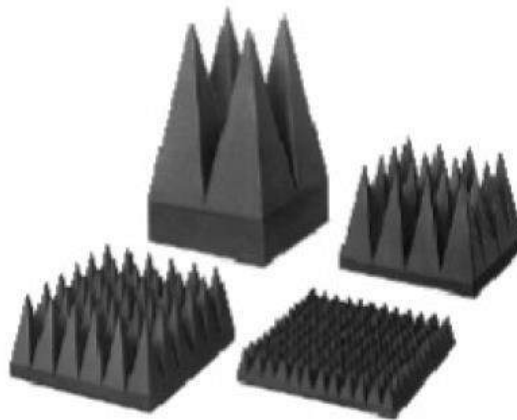
Figura 12 Mecanismo por el cual las cuñas anecoicas logran gran absorción sonora.  
Fuente: Estudio, Diseño e Implementación de una Cámara Anecoica para el Análisis Acústico de Sistemas Mecánicos del Motor de Combustión Interna Alternativo.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

En la actualidad existen dos tipos de cuñas, la cuña Cremer y la cuña Wedge. Estos dos tipos difieren principalmente por el tipo de material del que están fabricados. Por un lado, la cuña tipo Cremer está constituido por cubos que van variando su densidad, característica que va decreciendo de la base hacia la punta; mientras que la cuña tipo Wedge está construida en su totalidad por un mismo material por lo que la densidad no varía. Ambos tipos de cuña suelen tener forma piramidal o cónica.



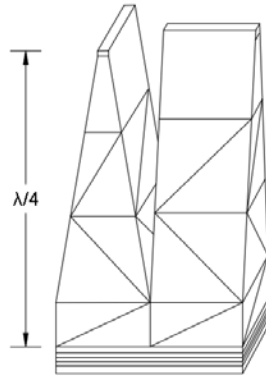
*Figura 13 . Cuña tipo Cremer*  
Fuente: Diseño de una cámara anecoica con aplicación para trabajo acústico



*Figura 14 . Formas cuña tipo Wedge*  
Fuente: Criterios Generales para el Diseño de Cámaras Anecoicas



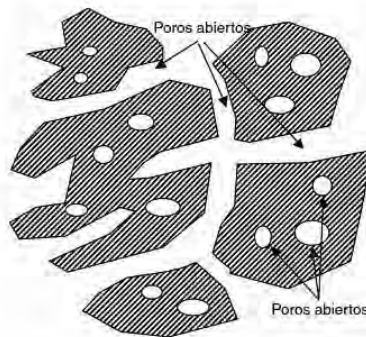
La geometría de las cuñas está en función de la frecuencia de diseño de la cuña, mientras mayor sea la altura de las cuñas su capacidad para absorber sonidos de bajas frecuencias aumentará, las cuñas presentan un rango variable con respecto a sus alturas que va desde los 0.1m hasta los 3 m, siendo el más usado el de 0.61 m (Barrionuevo y González, 2012).



*Figura 15 . Absorbente en forma de cuña y longitud  $\lambda/4$*   
Fuente: Estudio, Diseño e Implementación de una Cámara Anecoica para el Análisis Acústico de Sistemas Mecánicos del Motor de Combustión Interna Alternativo.

#### **4.1.3. MATERIALES POROSOS**

Son estructuras formadas por un esqueleto que puede ser de dos tipos, flexible o rígido, en cuya parte interior presenta cavidades llenas de aire, llamadas poros y las cuales pueden ser cerrados o abiertos. Cuando una onda acústica se propaga por un medio poroso genera procesos térmicos y viscosos que convierten la energía acústica en calor. Los materiales porosos de esqueleto flexible generalmente tienen una menor absorción que los de esqueleto rígido para determinadas frecuencias, pero son mejores para la absorción de sonidos de baja frecuencia (Cobo, 2015).



*Figura 16 . Poros abiertos y cerrados en un material absorbente*  
Fuente: Absorción del Sonido.

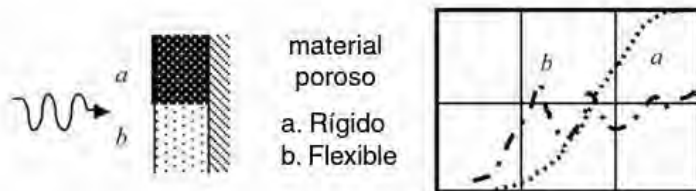


Figura 17 . Curvas de absorción típicas de algunos materiales absorbentes.  
Fuente: Absorción del Sonido.

## 4.2. JUSTIFICACIÓN DE LOS NUEVOS ALVEOLOS PARA LADRILLOS

La justificación de la geometría de los nuevos alveolos para ladrillos King Kong y Blocker se hace en base a la teoría antes mencionada, algunas geométricas se basan principalmente en un principio, mientras que otras se justifican con dos o más de los principios antes mencionados.

La investigación contempla el diseño de cuatro diseños de unidades de albañilería cocida con nuevas formas de alveolos, dos nuevos diseños para ladrillo King Kong 12x9x24 cm y dos para ladrillo Blocker de medidas 12x20x30 cm; a continuación, se explica las geométricas seleccionadas.

### 4.2.1. Ladrillo King Kong Triangular

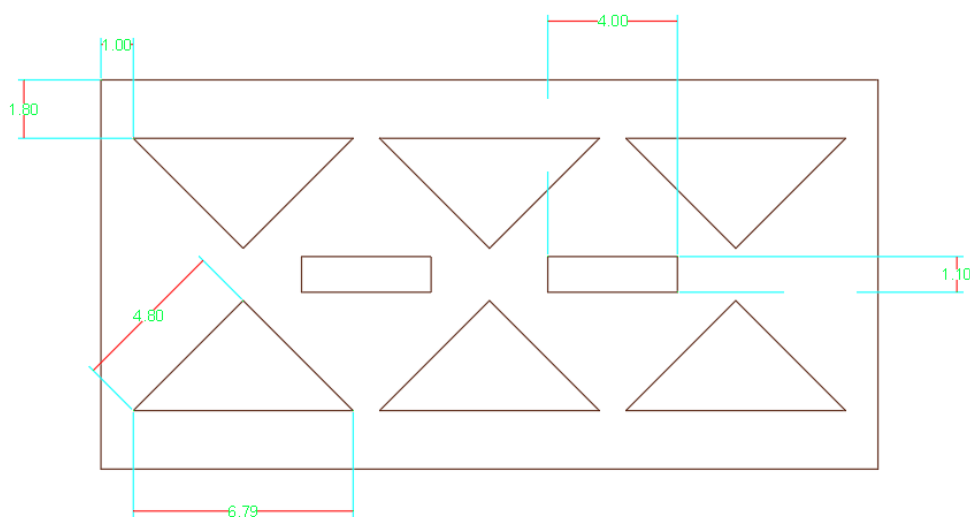


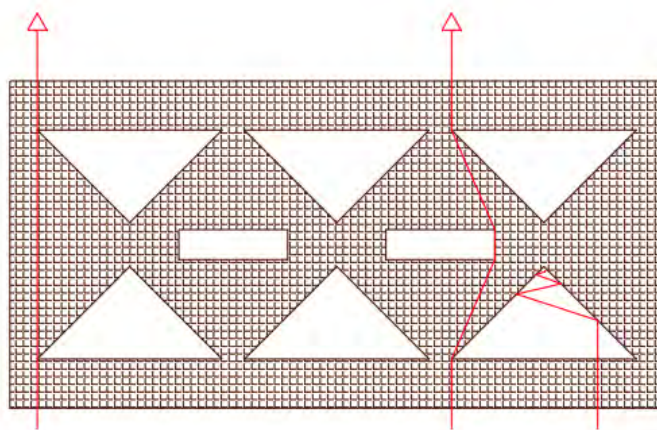
Figura 18. Vista en planta del King Kong Triangular.

Nota: La imagen muestra la geometría de los alveolos así como también la disposición de éstos en el ladrillo, también muestra las medidas de los alveolos medidas en cm.

Fuente: elaboración propia.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Para este tipo de ladrillo se planteó alveolos triangulares, cuyas bordes traten de simular el comportamiento de las cuñas tipo Wedge, con lo que se busca que el sonido que ingrese al alveolo obtenga un mayor recorrido antes de llegar a la segunda parte sólida, por otra parte también se consideraron alveolos de forma rectangular que en las zonas intermedias del ladrillo eviten el paso directo del sonido por la parte solida del ladrillo, además de que con este alveolo se aumenta el número de medios por la cual es sonido atraviesa antes de llegar al . El ladrillo presenta en sus extremos zonas donde el sonido presentará un recorrido mínimo que es igual al ancho del ladrillo.

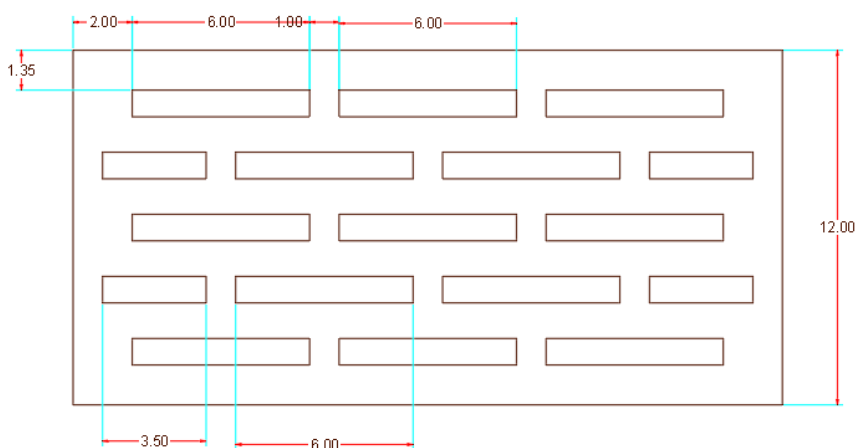


*Figura 19.* Recorrido de onda de sonido a través del KK Triangular.

Nota: Izquierda, onda que tiene el recorrido más corto. Centro, onda que tiene el recorrido más largo. Derecha, onda que entra a la zona donde se pretende simular el comportamiento del sonido en paredes de cuñas anecóicas.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Ladrillo King Kong Rectangular

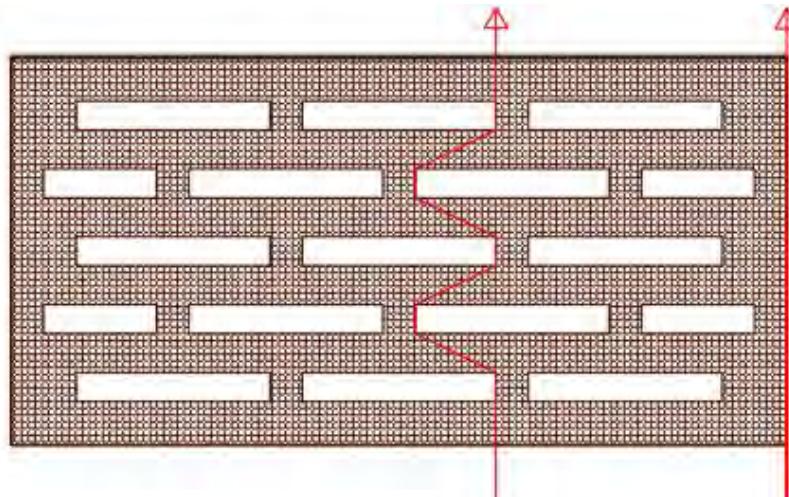


*Figura 20.* Vista en planta del King Kong Rectangular.

Nota: La imagen muestra la geometría de los alveolos así como también la disposición de éstos en el ladrillo, también muestra las medidas de los alveolos medidas en cm.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Este tipo de ladrillo se basa principalmente en la teoría de Lamber-Beer, es así que con los alveolos rectangulares planteados se busca que la distancia recorrida por el sonido a través del ladrillo sea el máximo posible, por lo cual se plantean cinco filas de alveolos las cuales generan que en las zonas intermedias se logró un aumento en el recorrido del 50% con respecto a la geométrica de los ladrillos tradicionales, además con la disposición de estos alveolos se busca que el ladrillo King Kong rectangular se asemeje a una estructura porosa lo que también ayuda a la absorción del sonido.

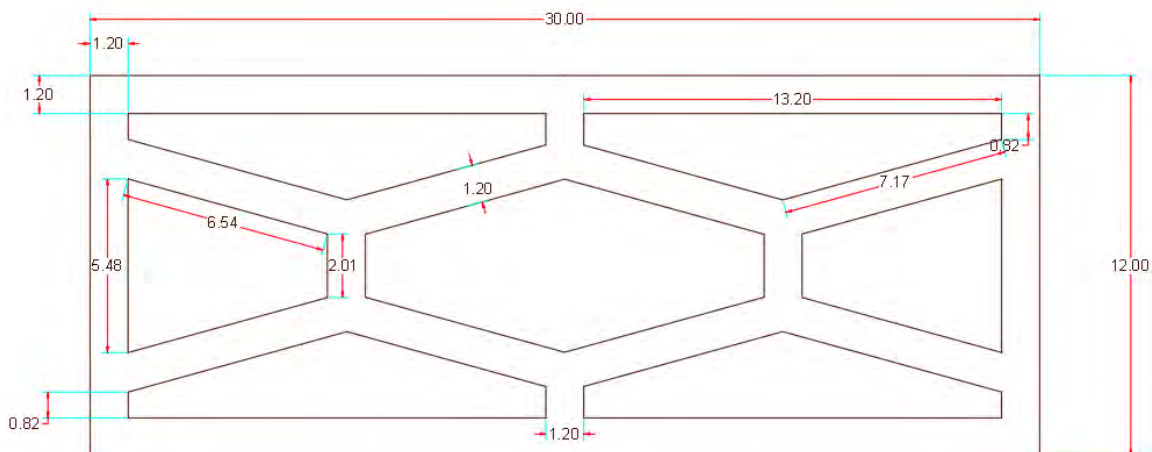


*Figura 21.* Recorrido de onda de sonido a través del KK Rectangular.

Nota: Izquierda, onda que tiene el recorrido más largo. Derecha, onda que presenta el recorrido más corto al atravesar el ladrillo.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.3. Ladrillo Blocker Hexagonal

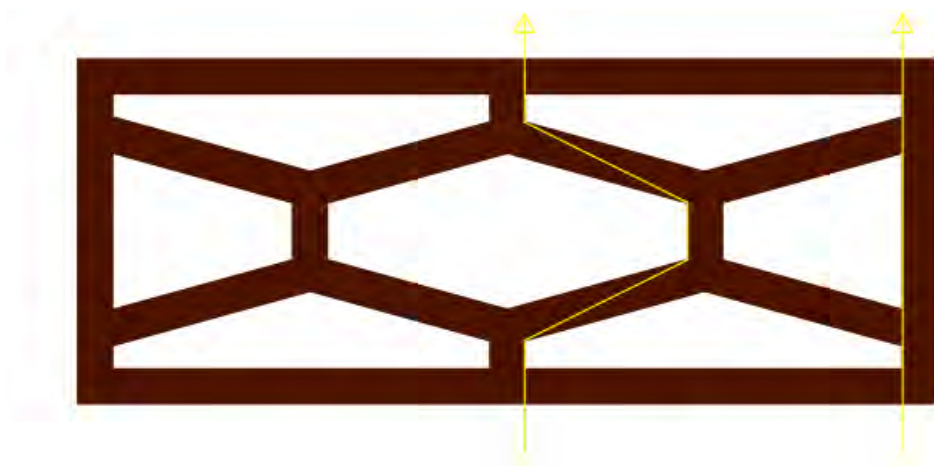


*Figura 22.* Vista en planta del Blocker Hexagonal.

Nota: La imagen muestra la geometría, y medidas en centímetros de los alveolos que tiene el ladrillo.

Fuente: elaboración propia.

El tipo de geometría de este ladrillo se basa en la ley de Lamber-Beer, por lo que se buscó una geometría que logre el mayor recorrido del sonido a través del ladrillo, pero además esta geometría debía de garantizar la rigidez de la unidad para evitar problemas durante el proceso de fabricación, razones por la cual se plantean hexágonos irregulares que aumentan la distancia de recorrido de la onda de sonido hasta en un 59%, este tipo de ladrillo solamente presenta siete alveolos lo cual reduce las trayectorias sólidas por donde la onda de sonido puede hacer su recorrido.



*Figura 23.* Recorrido de onda de sonido a través del Blocker Hexagonal.

Nota: Se puede observar el recorrido a través de la estructura sólida del ladrillo, por la izquierda el recorrido más largo y por la derecha el más corto.

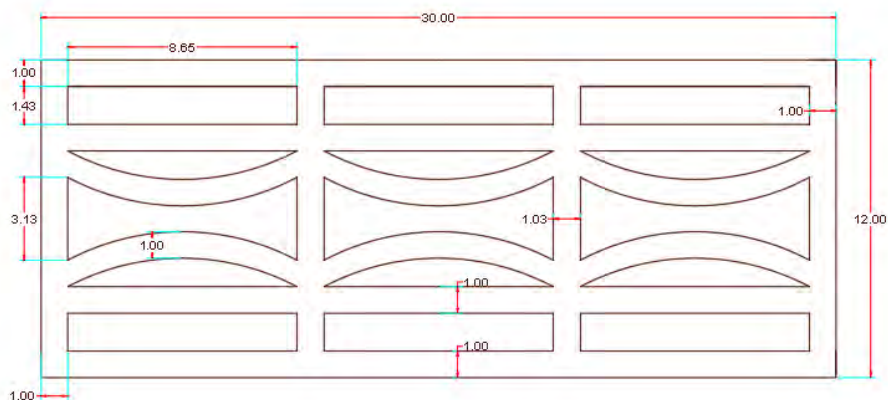
Fuente: elaboración propia.

#### **4.2.4. Ladrillo Blocker Lente**

El diseño de los alveolos de este tipo de Blocker se basó principalmente en la reflexión de ondas en superficies cóncavas, para tal efecto el nuevo modelo plantea la división de la unidad en 3 zonas simétricas, donde se colocan alveolos con paredes cóncavas hacia los extremos del ladrillo Blocker, con estas superficies se busca que los rayos sonoros transmitidos se reflejen enfocándose hacia una zona, con lo cual se espera que el sonido no se refleje a lo largo de la longitud del ladrillo, sino éste trate de salir lo más antes de la estructura del ladrillo. Este diseño también presenta unos paneles paralelos a la cara más larga de la longitud del ladrillo, los cuales tienen por objetivo rigidizar a la unidad para evitar problemas durante la producción.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---



*Figura 24. Vista en planta del Blocker Lente*

Nota: la imagen muestra las secciones del y disposición de los alveolos en el ladrillo, también muestra el espesor de las paredes de los alveolos medidas en cm.

Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V: METODOLOGÍA

### 5.1. ENSAYOS DE LABORATORIO A REALIZAR A LAS MUESTRAS

#### 5.1.1. Análisis químico de la arcilla

##### 5.1.1.1. *Análisis de Composición Química Elemental*

Para esta prueba se aplica la técnica semi cuantitativa de fluorescencia de rayos X (FRX), donde se emplea un equipo portátil de la marca Thermo Scientific™ Mon Tm XL3t GOLDD XRF Analyzer, provisto de un generador de rayos X de ánodo de plata que opera a 50 kV y 200 pA, calibrado en fábrica. Los rayos X fluorescentes producidos en cada punto de análisis son detectados por un transductor GOLDD (Geometrically Optimised Largo area Silicon Drift Detector). En este estudio se emplearon los cuatro filtros de análisis de fábrica (high filter, main filter, low filter y light filter) y el modo Test all geo, uno de los pre establecidos por Thermo Fisher Scientific para el cálculo de concentraciones de elementos químicos. La duración de cada análisis fue de 120 s (30 s por filtro). Para el análisis se colocó la muestra en una probeta sugerida como parte de los consumibles del equipo, se comprimió el material dentro de la probeta y se cerró con una lámina de plástico film, siguiendo el protocolo recomendado por los fabricantes del equipo para trabajos con material suelto, finalmente se colocó la probeta sobre la ventana del analizador del equipo de FRX y se procedió a su irradiación, como resultado del proceso se obtuvo la composición química elemental en partes por millón (p.p.m) con un nivel de confianza de 95.5 %. (Ministerio de Cultura-Cusco, 2019, p. 2)

##### 5.1.1.2. *Análisis Fisicoquímico*

Los análisis de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, salinidad y pH se realizan utilizando un medidor de pH/conductividad eléctrica de marca Mettler Toledo modelo Seven go duo, previamente calibrado con soluciones buffer de pH 2, 7, 10 y solución de 1413 pS/cm. La densidad se determina aplicando la Norma UNE 103-302-94. La humedad se determina por pérdida de peso durante el secado en estufa eléctrica. (Ministerio de Cultura-Cusco, 2019, p. 2)

---

### 5.1.2. Análisis Granulométrico por Sedimentación – Composición textural

Este análisis se realizó sobre la fracción de material que paso el tamiz N° 40 de la serie americana, según lo detallado en la norma ASTM D422. Se utilizó un hidrómetro normalizado 152H, graduado para leer gravedad específica en gramos por litro de la suspensión, conforme los requerimientos para hidrómetros ASTM E100 y un termómetro con precisión de 1°C. (Ministerio de Cultura-Cusco, 2019, p. 2)

### 5.1.3. Límites de consistencia

Hay suelos que cuando son remoldeados cambiando su contenido de humedad de ser necesario toman una consistencia particular conocida como plástica y antiguamente los hombres que se dedicaban a la cerámica llamaron a estos suelos como arcillas, en aquel entonces la plasticidad solo servía para clasificar a los suelos de manera descriptiva pero con los años se descubrió que las propiedades fisicoquímicas que determinaban el comportamiento mecánico de las arcillas estaban relacionadas con la plasticidad, por lo que ésta última dejó de ser solo una cualidad descriptiva y de trabajabilidad para convertirse en una propiedad de interés científico. Se han llevado a cabo diversos criterios para calcular la plasticidad, de los cuales solo uno, la desarrollada por Atterberg que es la que se aplicará en la presente investigación (Juarez y Rico, 2005)

De acuerdo a Juarez y Rico, (2005) “según su contenido de agua en orden decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia definidos por Atterberg”:



Figura 25. Estados de Consistencia de Atterberg

Fuente: Recuperado

<http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptoresgeotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>.



### **5.1.3.1. Límite Líquido**

“Es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico. A este nivel de contenido de humedad el suelo está en el vértice de cambiar su comportamiento al de un fluido viscoso” (Bowles, 1981).

Este ensayo se elaboró en base al Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil y se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela profesional de Ingeniería Civil.

#### **Materiales**

- 0.5 kg de muestra de arcilla del tipo alterada.
- 01 martillo de goma
- 02 capsulas para contenido de humedad
- 01 pocillo de porcelana
- 01 placa de vidrio
- 01 ranurador
- 01 espátula

#### **Equipo**

- Cuchara de Casagrande
- 01 balanza de capacidad mínima de 2 kg con aproximación igual a 0.5 g.
- 01 horno eléctrico con capacidad de sostener temperaturas entre 110°C -115°C, además de permitir una libre circulación del aire.

## **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según a lo indicado en Bowles (1981) – Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil, el cual señala lo siguiente:

- Se pulverizó una porción de muestra secada al aire, porción que garantizó la obtención de una muestra representativa de aproximadamente 250 gr que pasen el tamiz No. 40;
- Usando el extremo superior en forma de dado que tiene el ranurador patrón se comprobó que la cuchara de Casagrande tenga una altura de 1 cm;
- En el pocillo de porcelana se mezcló con agua los 250 gr de muestra hasta conseguir un color uniforme, donde luego se realizó un ensayo de prueba para verificar que 50 golpes puedan unir una ranura de 12.70 mm, comprobada la validez del ensayo de prueba se removió 20 gr del pocillo para determinar el límite plástico. Luego se añadió agua para hacer que la nueva consistencia permita un cierre de la ranura con un número de golpes entre 30-40;
- Se puso la porción necesaria de suelo dentro de la cuchara de Casagrande, para que la profundidad sea la óptima para el trabajo del ranurador. Con la espátula se uniformizó, para luego con el ranurador proceder a realizar una clara y recta ranura, que separó la pasta en dos partes. La altura de la pasta de suelo fue aproximadamente igual a la altura que tiene la cabeza del ranurador, luego se enciende la cuchara e inicia inmediatamente el conteo de golpes;
- Para determinar el contenido de humedad se tomó una muestra de alrededor de 40 g, la cual fue insertado dentro de una cápsula, la muestra fue tomada del lugar donde las masas divididas por la ranura se unieron. Posteriormente se añadió y se mezcló para conseguir una pasta con coloración homogénea, cuya consistencia sea tal que una nueva ranura pudo ser unida con una cantidad de golpes de 25 a 30. Para esta nueva prueba se repitió el paso de toma de muestra para ser llevada al horno;

- Se repitieron los pasos anteriores para realizar 02 pruebas complementarias con conteo de golpes que varíen entre 15-20 y 20-25. Se limpió y secó perfectamente la cuchara de Casagrande después de cada ensayo;
- Se pesaron las muestras de humedad obtenidas con los diversos ensayos y fueron llevados al horno donde secaron a 110°C de temperatura (pág. 21, pág. 23).

#### **5.1.3.2. Limite Plástico**

Es el contenido de humedad por debajo del cual se puede considerar el suelo como material no plástico (Bowles, 1981).

Este ensayo se elaboró en base al Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil y se realizó en las instalaciones del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

#### **MATERIALES:**

- 15 gr aproximados de muestra humedecida y amasada en el ensayo anterior.
- Vidrio esmerilado para determinación de humedades.
- Capsulas para secado de muestras.

#### **b) EQUIPO:**

- Balanza de precisión.
- Horno eléctrico.

#### **c) PROCEDIMIENTO:**

Procedimiento llevado a cabo según a lo indicado en Bowles (1981) – Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil.

- Se tomó la porción de arcilla húmeda y amasada de la muestra que correspondía a la que tuvo de 50 golpes debido a que tenía menos contenido de humedad;

- Luego se amasó esta porción sobre el vidrio esmerilado, formando una hebra con un diámetro de 3 mm en toda su longitud hasta que logró que se fragmente en pedazos de 8 mm aproximadamente;
- Finalmente se reunieron todos los pedazos y dentro de las capsulas se llevaron al horno por 24 horas;
- Transcurrido este tiempo se determinó su contenido de humedad (pág. 24).

#### **5.1.4. Prueba de dimensionamiento (MEDIDA DEL TAMAÑO)**

Para desarrollar este ensayo de laboratorio se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana N° 399.613 denominada “UNIDADES DE ALBANILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA”, ensayo N° 14 denominado “Medida del Tamaño”. A continuación, se mencionan lo materiales y procedimiento seguido.

##### **Materiales**

- Diez (10) unidades de ladrillos representativos respectivamente codificados.
- 01 regla de acero graduada

##### **Procedimiento**

- Para determinar el ancho de una unidad se promedian cuatro medidas, dos medidas que resultan de unir los puntos medios de las *sogas* (ancho de tablas) y otras dos resultantes de unir los puntos medios de los *gruesos* (ancho de testas); éstas mediciones se hacen con aproximación de 1mm; (NTP 399.613, 2005, p.22)
- Se repitió el proceso anterior para determinar la medida del largo y altura de cada espécimen ensayado y se reportó las medidas obtenidas con aproximación de 1mm.

### **1. Medida de la longitud:**

- Se realizó cuatro (04) medidas con respecto al sentido longitudinal.
- Las dimensiones se obtuvieron midiendo a la mitad de cada una de las caras mencionadas para obtener resultados parejos en todas las unidades de muestra.

### **2. Medida del ancho:**

- Se realizó cuatro (04) medidas con respecto al sentido transversal.
- Las dimensiones se obtuvieron midiendo a la mitad de cada una de las caras mencionadas para obtener resultados parejos en todas las unidades de muestra.

### **3. Medida de la altura:**

- Se realizó cuatro (04) medidas con respecto a la altura.
- Las dimensiones se obtuvieron midiendo a la mitad de cada una de las caras mencionadas para obtener resultados parejos en todas las unidades de muestra.
- Los cuadros completos se mostrarán en el capítulo de Resultados y Discusión.

#### **5.1.5. Medida del alabeo**

Durante el desarrollo de esta prueba de laboratorio se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana N° 399.613 denominada “UNIDADES DE ALBANILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA”, ensayo N° 15 denominado “Medida del Alabeo”. A continuación, se mencionan los materiales y el procedimiento seguido.

#### **Materiales**

- Diez (10) unidades de ladrillos respectivamente codificados y que hayan sido sometidos al ensayo de Medida del Tamaño.

- 01 varilla de acero
- 01 cuña graduada de longitud de 60 mm
- 01 superficie plana de vidrio

### **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según los pasos señalados en la NTP 399.613 (2005) – “Unidades De Albañilería: Métodos De Muestreo Y Ensayo De Ladrillos De Arcilla Usados En Albañilería”.

Para las superficies cóncavas se colocó la varilla longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Se escogió la mayor distancia de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero se procedió a medir esta distancia con una aproximación de 1mm y fue registrada como la distorsión cóncava de la superficie. (NTP 399.613, 2005, p. 23).

Para las superficies convexas se colocó el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Usando la cuña, se midió la distancia con aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Se registró el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen. (NTP 399.613, 2005, p. 23).

#### **5.1.6. Determinación de área bruta y área neta**

Para desarrollar este ensayo de laboratorio se siguió lo señalado en la Norma Técnica Peruana N° 399.613 denominada “UNIDADES DE ALBANILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA”, ensayo N° 18 denominado “Medida del Área de vacíos en unidades perforadas”. A continuación, se mencionan los materiales y el procedimiento seguido.

### **Materiales**

- 01 regla de acero
- 01 probeta de cristal con volumen de 500 ml
- 01 hoja de papel con superficie dura
- 01 muestra de arena limpia y secada (500ml)
- 01 varilla de acero
- 01 placa de vidrio de área plana
- 01 escobilla de cerdas suaves
- 01 esponja de neopreno celulada de 6 mm de espesor

### **Equipo**

- 01 balanza de capacidad mínima de 2 kg con aproximación igual a 0.5 g.

### **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según a lo señalado en la NTP 399.613 (2005) – “Unidades De Albañilería: Métodos De Muestreo Y Ensayo De Ladrillos De Arcilla Usados En Albañilería”.

- Se midieron y registraron el ancho, largo y longitud de las unidades de albañilería de acuerdo al procedimiento mencionado en el punto 5.1.4 Medida del Tamaño;
- Encima de la placa de vidrio se apoyó el neopreno y encima de ésta fue extendida el papel, encima del cual se colocó la unidad de albañilería que fue ensayada (perforaciones verticales);
- Una vez concluida el paso anterior se procedió a rellenar mediante caída libre de la arena los alveolos de la unidad de albañilería, posteriormente usando el borde recto de la varilla se niveló la arena contenida en los alveolos, para luego con la escobilla eliminar cualquier excedente de arena de la superficie superior de la unidad de albañilería;

- Para determinar la cantidad de arena se levantó la unidad de albañilería, lo cual permitió que la arena quede en la hoja de papel, cantidad que fue llevada a la balanza donde se determinó y registro el peso de la arena que fue contenida en los alveolos de la unidad de albañilería;
- Para poder establecer la relación peso/volumen de arena, la probeta fue llenada con arena hasta la marca de 500 ml, arena que se dejó caer libremente sin ser agitada ni vibrada. Una vez llenada la probeta se llevó la cantidad de arena a la balanza, donde se determinó y registro su peso (p. 30)

#### **5.1.7. Resistencia a la compresión con capping de yeso**

Para desarrollar este ensayo de laboratorio se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana N° 399.613 denominada “UNIDADES DE ALBANILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA”, ensayo N° 8 denominado “Resistencia a la compresión”. A continuación, se mencionan lo materiales y procedimiento seguido.

##### **Materiales**

- Cinco (10) unidades enteras de ladrillos respectivamente codificados y que hayan sido sometidos al ensayo de Medida del Tamaño.
- 01 Maquina/equipo para ensayo de compresión.

##### **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según a lo indicado en la NTP 399.613 (2005) – “Unidades de Albañilería: Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla Usados en Albañilería”.

- Se seleccionó cinco unidades de albañilería por cada tipo, las cuales fueron secadas al horno y enfriadas como se establece en la NTP 399.613;



- Se tomó las cuatro medidas correspondientes a ancho, altura y longitud, para luego registra el promedio de las lecturas obtenidas;
- Mezclando agua y yeso en una proporción 1:1, se procedió a realizar el refrentado de las superficies opuestas (tablas) que entrarán en contacto con el equipo de compresión, cuidando que las superficies generadas sean paralelas entre si y que sus espesores no difieran en más de 3 mm. Se dejó secar el refrentado por una semana;
- Una vez secada el refrentado de las unidades de albañilería fueron cargadas a la máquina de compresión, colocando placas de apoyo de acero ( $e = \frac{3}{4}$ "') debajo del cabezal del equipo, centrándose tanto la unidad como la placa de apoyo debajo del eje del cabezal para lograr una distribución uniforme de carga;
- Se aplicó el 50% de la carga final que podría soportar la unidad de albañilería y posteriormente fue aplicada la carga restante dentro de un intervalo de tiempo no mayor a 2 minutos ni menor a 1;
- La resistencia a la compresión de las muestras fue el resultado de dividir la carga máxima entre el área de la muestra (pp.6-8).

#### **5.1.8. Resistencia en Compresión de Prismas (Pilas) de Albañilería.**

Para desarrollar este ensayo de laboratorio se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana N° 399.605 denominada “UNIDADES DE ALBAÑILERÍA-MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EN COMPRESIÓN DE PRISMAS DE ALBAÑILERÍA”. A continuación, se mencionan lo materiales y procedimiento seguido.

##### **Materiales**

- Cinco (05) prismas de albañilería contruidos (por tipo).
- Máquina de ensayo de compresión
- Placa metálica de apoyo ( $e = \frac{3}{4}$ "')

## **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según a lo que se indica en la NTP 399.605 (2013) – “Unidades De Albañilería: Método De Ensayo Para La Determinación De La Resistencia En Compresión De Prismas De Albañilería”.

- La construcción de prismas se realizó en una base plana y nivelada con unidades representativas, los prismas se construyeron asentando las unidades una sobre otra en forma de pila, se cuidó que las unidades estuvieran libres de humedad al momento de la construcción del prisma;
- Para la construcción de los prismas se puso mortero a lo largo del perímetro y dentro del alma interior de las unidades huecas;
- Los prismas de albañilería fueron curados por 48 horas, para luego ser ensayadas a los 28 días;
- Durante el traslado se proveyeron de medidas para evitar daños durante la manipulación y transporte hacia el interior del laboratorio;
- Se procedió a realizar la medición del ancho, longitud y altura de cada prisma de albañilería;
- Mezclando agua y yeso en una proporción 1:1, se procedió a realizar el refrentado de los prismas, refrentado con aproximadamente 1 cm de espesor, además se verificó que las superficies resultantes sean paralelas entre sí;
- Posteriormente se adecuó la máquina de ensayo para la realización de la prueba, es decir, se colocó una placa metálica de  $\frac{3}{4}$  de pulgada de espesor para cubrir toda la superficie transversal de los prismas;
- Se procedió a limpiar las caras de los especímenes, así como las caras de las placas de apoyo de la máquina. Se colocó el prisma de ensayo junto con la placa de apoyo y se alinea con el plato de carga de la máquina de ensayo;

- Se aplicó el 50% de la carga final que podría soportar el prisma de albañilería y posteriormente fue aplicada la carga restante dentro de un intervalo de tiempo no mayor a 2 minutos ni menor a 1 (pp. 4-10).
- Se registró los valores de carga obtenidos y se halló la Resistencia en Compresión del Prisma de Albañilería dividiendo la carga de compresión máxima del prisma entre su área neta; resistencia que posteriormente se multiplicara por el “factor de corrección por esbeltez”. La NTP 399.605 establece como valor de resistencia del prisma como el promedio de éstas.

#### **5.1.9. Absorción en frío y Caliente**

Para desarrollar este ensayo de laboratorio se siguió lo establecido en la Norma Técnica Peruana N° 399.613 denominada “UNIDADES DE ALBANILERIA: METODOS DE MUESTREO Y ENSAYO DE LADRILLOS DE ARCILLA USADOS EN ALBAÑILERIA”, ensayo N° 9 denominado “Absorción”. A continuación, se mencionan los materiales y procedimiento seguidos.

#### **Equipo**

- 01 balanza de capacidad mínima de 2 kg con aproximación igual a 0.5 g

#### **Procedimiento**

Procedimiento llevado a cabo según a lo que se establece en la NTP 399.613 (2005) – Unidades De Albañilería: Métodos De Muestreo Y Ensayo De Ladrillos De Arcilla Usados En Albañilería.

- *Prueba de Sumersión de 5 y 24 horas en agua fría*
  - Para la prueba de absorción primeramente se secan las unidades de albañilería, esto se poniendo las unidades durante 24 horas en un horno a 110°C, o hasta que la variación de pesaje de una unidad en un tiempo de 2 horas no varíe en más del 0.2%;

- Posteriormente se dejaron enfriar las unidades a temperatura ambiente por un lapso de tiempo de cuatro horas, para ello las unidades se dispusieron de manera separada tal que el aire pudiese circular de manera libre;
- Para saturar las muestras, se procedió a introducir las unidades en agua limpia (temperatura de 15°C -30°C) por un determinado tiempo, transcurrido ese tiempo se quitó del agua las unidades y con un paño se procedió a secar el agua superficial. Secadas todas las unidades y antes de cumplir los cinco minutos de ser sacados del agua, se procedió a determinar y registrar el peso de cada una (p.9)

#### **Ensayo en caliente de 1, 2 y 5 horas**

- Se utilizaron especímenes que fueron sometidos a la *prueba de sumersión en agua fría* y se procedió al ensayo de sumersión en agua caliente;
- Se procedió a sumergir las unidades en agua limpia (temperatura de 15°C -30°C) de modo que haya una libre circulación del agua por toda la unidad;
- En una hora se calentó el agua hasta su punto de ebullición, posteriormente se hirvió el agua hasta llegar al tiempo establecido (1, 2, 5hr), transcurrido ese tiempo se quitó del agua las unidades y se dejó enfriar a temperatura ambiente, mientras el agua superficial era secada con un paño, para luego pesar cada unidad antes de que se cumpliese los cinco minutos de haberlos sacado del agua (p.10).

#### **5.1.10. Prueba de pérdida de transmisión sonora**

Para medir la pérdida de transmisión sonora generada por la presencia de elementos constructivos se trata de seguir en lo posible lo establecido en la parte 3 y 4 de la Norma: UNE EN-ISO 140 (1999) denominada “Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción”.

**a) Materiales:**

Muros representativos. Muros de 60cm x 60cm construidos con cada tipo de ladrillo que se estudia.

**b) Equipo:**

- Cámara anecoica
- Sonómetros
- Fuente de sonido
- Computadoras portátiles

**Sonómetro:**

Especificaciones:

Marca: Wensn

Modelo: WS1361

Rango: 30 Db – 130 dB

Accuracy: +1.5 dB

Rango de frecuencias: 31.50 Hz - 8500 Hz

Resolución: 0.1 dB

Condiciones de operación: 0°C – 40°C ; 10 – 80% HR

Peso: 308 g

Dimensión: 256mmx70mmx35mm

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



Sonómetros Usados en el trabajo de investigación (Sonómetros, cable de conexión a PC, disco de instalación de software, manual de usuario)

***Procedimiento:***

**Construcción de cámara anecoica:** se procedió a construir una cámara anecoica con dimensiones exteriores de 1.28 x 0.70 x 0.80 m de largo, alto y ancho. Dicha cámara se construyó según los detalles, características y/o especificaciones realizadas por Piedrahita y Fajardo (2012) en su estudio “CONSTRUCCIÓN DE UNA CÁMARA ANECOICA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA PERDIDA DE TRANSMISIÓN SONORA”, en donde se analiza el aislamiento acústico que tienen algunos materiales como el cartón y el vidrio. (el proceso constructivo de la construcción de la cámara anecoica se puede ver en panel fotográfico “Construcción de cámara Anecoica”)

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



Figura 20. Cámara acústica por dentro con una muestra de muro representativo  
Fuente: Propia



Figura 21. Cámara acústica por fuera conjuntamente con el sistema de operabilidad.  
Fuente: Propia

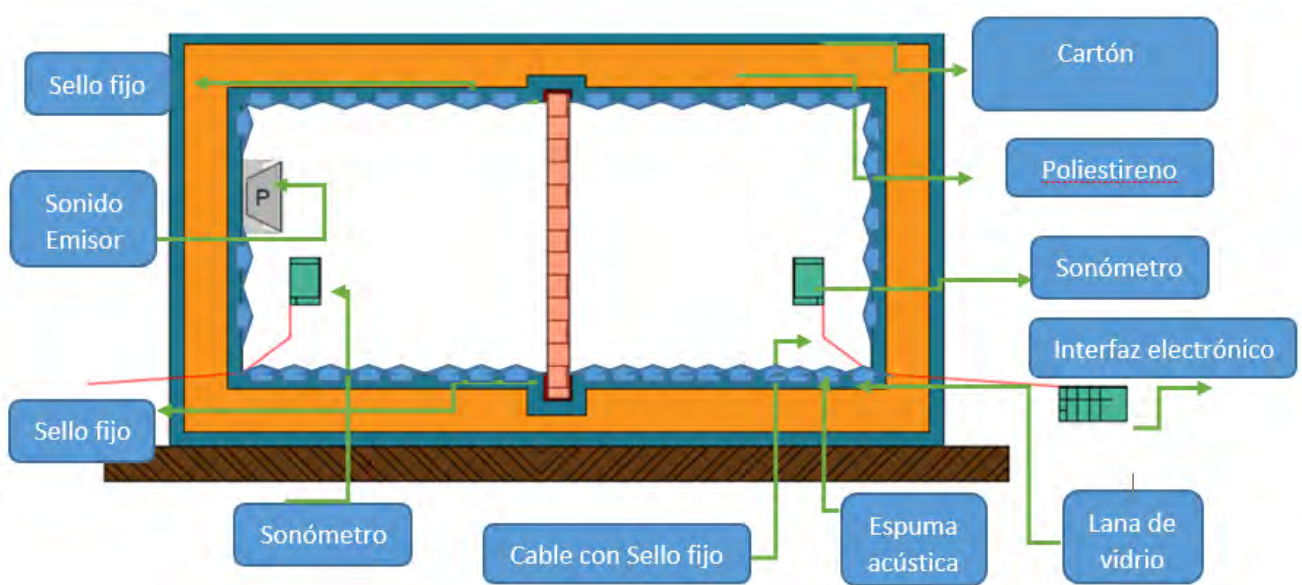


Figura 22. Detalle de las partes de la Cámara acústica utilizado  
Fuente: Propia

Como se aprecia en la figura 20,22 la cámara acústica presentó las siguientes características:

**Sus paredes** fueron formadas por la unión de:

- Cartón de 4 mm con ondulaciones tipo cónicas
- Poliestireno de 2” de densidad 10 kg/m<sup>3</sup>

- Poliestireno de 1” de densidad 10 kg/m<sup>3</sup>
- Lana de vidrio R7 de 50mm
- Espuma acústica tipo piramidal de 2” de espesor con auto adhesivo
- Caja externa de MDF con marcos de madera resistente a golpes.

**Su parte interior comprendió:**

- Emisor de sonido regulable de hasta 350 w.
- Dos sonómetros de 30-130 dBA, frecuencia 31.5 Hz – 8K Hz
- Muro de prueba representativos de 60x60cm
- Espuma SIKA BOOM para sellado de ranuras.

**En el exterior:**

- Dos ordenadores para emisión de tonos de diferentes frecuencias y toma de datos de los sonómetros.

El peso promedio es de 40 kg con medidas de 1.28 x 0.70 x 0.80 m por lo que se puede transportar a diferentes lugares sin mayor dificultad, siempre recomendando hacer las pruebas en lugares donde se tenga menor presencia de ruidos externos para una mejor toma de datos, en el caso de la investigación las pruebas se realizaron íntegramente en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil – UNSAAC.

**Protocolos de operación:** No se requiere de mayor medida de seguridad en la operación por ser un sistema de emisión de sonidos cerrado con bajas fugas de sonido, salvo para el cambio de las muestras de muro representativas que se aconseja el uso de EPP (Equipo de Protección Personal) y al menos dos personas por seguridad pues las muestras promedian los 50 kg.

**Construcción de muros representativos:** el procedimiento de construcción de los muros se realizó en base a lo señalado en la norma E-070, con lo cual se procedió a la construcción de muros de 60 cm de largo por 60 cm de alto, el asentado de los ladrillos se realizó con mortero tradicional P2 de relación cemento arena 1:4; con juntas verticales y horizontales que variaron entre 10 y 15 mm. La preparación de las muestras comprendió la construcción de cinco (5) muros representativos por cada tipo de ladrillo estudiado por lo cual se



construyeron 30 muros, los cuales secaron 28 días antes de ser sometidos a la prueba de absorción sonora.

### **Procedimiento de la prueba de transmisión de sonido**

- Se tomaron las dimensiones en centímetros del muro a ser ensayado.
- Se procedió a cargar el muro a ser ensayado dentro de la cámara anecoica. La carga y acomodado del muro dentro de la cámara se realizó con la ayuda de dos cintas rígidas de 2” de ancho, esto debido al peso de cada muro y para facilitar la extracción del mismo una vez culminada el ensayo.
- Se colocó el altavoz (fuente de sonido) dentro de cámara anecoica, este equipo quedó en posición fija y no se moverá hasta terminar el ensayo en todos los muros (el punto central del parlante del equipo es a 20cm de altura dentro de la cámara y a una distancia de 40 cm de la cara del muro).
- Se instalaron los sonómetros emisor y receptor en cada lado del muro, luego se procedió a conectar los sonómetros a las laptops a través de los cables de datos, esto para poder observar las lecturas de ambos sonómetros en tiempo real, posteriormente se colocó la tapa de la cámara anecoica (los sonómetros se instalaron en la parte central de la cámara a una distancia de 20cm de las caras del muro y a 20 cm de altura).
- Se procedió a generar las frecuencias con el programa NHC Tone Generator a la vez que se procede a tomar las lecturas de los sonómetros emisor y receptor con la ayuda de las laptops. La duración del sonido de cada frecuencia emitida fue de 30 segundos, esto para brindar una mayor confiabilidad de la prueba y eliminar lecturas de algún ruido que interfiera con la prueba.
- Una vez concluida la emisión de las 18 frecuencias se procedió a quitar la tapa y el muro de la cámara anecoica.
- Se repitió la secuencia de trabajo señalada para los 30 muros construidos.

- El Índice de reducción sonora para cada frecuencia se calculó como la diferencia de las lecturas tomadas a ambos lados del muro, el Índice Ponderado de Reducción Sonora se calculó como el promedio de las lecturas de las frecuencias 125Hz, 250Hz, 500Hz,1KHz,2KHz,4KHz.

#### **5.1.11. Resistencia al fuego**

La seguridad al fuego de una edificación es una característica que pocas veces es tomada en cuenta a pesar de que representa una característica importante debido a que la pérdida de vidas humanas por causas del fuego supera ampliamente a las vidas que se pierden por derrumbes o fallas estructurales (CICER, 2002).

En construcciones, la resistencia al fuego que uno de sus elementos posee está relacionada con la capacidad que éste tiene para conservar su “estabilidad y capacidad funciona”, además de otras características como la “estanqueidad y el aislamiento acústico”; éstas características vienen a ser los requisitos principales de resistencia al fuego que algunas normas como la ASTM, ISO, EN exigen que se cumplan por un determinado tiempo cuando se lleva a cabo un ensayo normalizado (Norma A 130, s.f., p. 15).

La norma hace referencia que los elementos pueden ser clasificados con respecto a su resistencia al fuego midiendo los minutos donde no falla ninguna de las siguientes condiciones:

- Estabilidad estructural;
- Aislamiento térmico;
- Estanquidad de llama y gases;
- No emisión de gases inflamables por la cara no expuesta. (Norma A.130, s.f., p.16)

Cualquier tipo de edificación tiene que garantizar que sus elementos estructurales tengan un periodo de resistencia al fuego, que de acuerdo a la tabla 44-1 de la Norma A.130, dicha resistencia para los diferentes tipos de usos que se le dé a una edificación será:

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 44-1							
TIEMPO DE RESISTENCIA AL FUEGO MÍNIMA PERMITIDA PARA LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES: PORTICOS, MUROS, ARCOS, LOSAS							
Uso de la edificación	Sistema de rociadores	Tiempo de resistencia al fuego mínimo en minutos para:					
		Sótanos		Pisos superiores			
		Profundidad del sótano más bajo (NPT)		Altura del piso superior sobre el nivel de descarga de ocupantes			
		> 10m	≤ 10m	≤ 5m	≤ 21m	≤ 60m	> 60m
VIVIENDA	NO	120	90	30	60	90	NP
	SI	120	90	30	30	60	120
HOSPEDAJE	NO	120	90	60	90	NP	NP
	SI	120	90	30	60	60	180
EDUCACIÓN	NO	180	90	30	120	120	180
	SI	120	60	30	90	90	120
SALUD							
	Puesto de salud, Centro de salud, Centro Hemodador	NO	NP	90	60	90	120
Hospitales	SI	120	60	30	60	90	NP
		NO	NP	NP	90	120	NP
OFICINAS	SI	240	180	60	90	120	180
		NO	NP	90	30	60	90
	SI	120	60	30	30	60	180

Figura 26 Requisitos mínimos de resistencia al fuego.

Fuente: Norma A.130 Requisitos De Seguridad

Cuando se lleva a cabo una prueba de resistencia al fuego esta se detiene cuando uno de los criterios mencionados anteriormente falla, es decir,

Que el muro falle estructuralmente, que la temperatura del algún punto de la cara no expuesta supere en 140°C a la temperatura inicial o que cualquier punto de la cara no expuesta alcance los 180°C, que el muro pierda estanqueidad y deje pasar una llama por un tiempo mínimo de 10 s o que al acercar una mota de algodón a la superficie del muro se encienda.

Además, la norma chilena les da una clasificación a los muros, en base al tiempo que estos resisten a dicha prueba.

Tabla 2.  
*Clasificación para elementos de construcción en general*

<b>Resistencia al Fuego</b>	<b>Resistencia en minutos</b>	
Clase FR 0	< 15 minutos	
Clase FR 15	>= 15 minutos	< 30 minutos
Clase FR 30	>= 30 minutos	< 60 minutos
Clase FR 60	>= 60 minutos	< 90 minutos
Clase FR 90	>= 90 minutos	< 120 minutos
Clase FR 120	>= 120 minutos	< 150 minutos
Clase FR 150	>= 150 minutos	< 180 minutos
Clase FR 180	>= 180 minutos	< 240 minutos
Clase FR 240	>= 240 minutos	

Nota: Cuadro para clasificación de elementos de construcción en general en base al tiempo que éstos resisten al fuego.

Fuente: Norma Chilena NCh 935/1

### **Descripción del equipo.**

#### ***Termómetro infrarojo***

##### ***Especificaciones:***

Marca: AUTOOL

Modelo: IT200

Rango: -50°C – 550°C

Accuracy: +-1.5 °C

Tiempo de respuesta: 500 ms

Resolución: 0.1 °C

Condiciones de operación: 0°C – 40°C ; <75% HR

Peso: 162 g

Dimensión: 155mmx95mmx43mm

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



Termómetro infrarrojo Autool-IT 200 usado en el proyecto de investigación.

### **Procedimiento**

- Se construyeron muros representativos de 0.80cm x 0.80cm, fueron 3 muros por cada tipo de ladrillo, lo cual generó un total de 18 muros.
- Para facilitar la realización de la prueba se agruparon los muros en grupos de tres, formando ángulos rectos.
- Se marcó 5 puntos de control en las caras laterales (no expuestas) de cada muro, 4 puntos equidistantes de las esquinas y 1 punto en el centro del muro.
- Se procedió a cubrir la parte superior de los muros con calaminas, esto para concentrar el fuego dentro de la disposición de los muros.
- Se procedió a generar fuego dentro de los muros, el material usado como combustible fue madera. Para iniciar el fuego se colocó 5 kg de madera que fueron rociados con 250 ml de gasolina, posteriormente se alimentó el fuego con 5kg de madera cada 15 minutos hasta terminar la prueba. La temperatura del ambiente ( $T_0$ ) era de 18°C al iniciar el fuego.
- Una vez simulado el incendio se procedió a registrar la temperatura en los puntos marcados en las caras expuestas y no expuestas de cada muro, las lecturas (tomadas a 50

mm de la cara del muro) de la temperatura de los muros fueron a los 30, 45, 60, 90 y 120 minutos de iniciado el fuego. En todos los casos solo se registró 1 medida interna de cada muro, esto debido a las altas temperaturas que hacían difícil tomar la temperatura en los puntos marcados, además solo se tomó medidas hasta los 60 minutos ya que pasado este tiempo la temperatura interna superaba los 600°C.

- Para el análisis del ensayo se consideró la temperatura mayor alcanzada por cada muro en cada intervalo de tiempo.

#### **5.1.12. Prueba de Ultrasonido**

El método del ultrasonido viene a ser un tipo de ensayo no destructivo, el cual tiene variadas aplicaciones. Este método se usa para detectar defectos como fisuras y poros de un material. Funciona gracias a sus frecuencias altas y longitudes de ondas cortas que hacen posible la inspección del interior de una pieza. La onda ultrasónica es generada en un transductor piezoeléctrico que transforma en señales sonoras las señales eléctricas y viceversa. El transductor viene a ser un cristal de cuarzo que se conecta a un generador de pulsos eléctricos que dependiendo de la emisión o recepción son capaces de deformar al cristal. ( Santos, Cancino, Yenque, Ramirez, & Palomino, 2005)

#### **Materiales**

- Cinco (05) unidades de ladrillos respectivamente codificados y que hayan sido sometidos al ensayo de Medida del Tamaño.
- 01 instrumento ultrasónico Pundit Lab
- Gel para prueba de ultrasonido

#### **Procedimiento**

- se procedió a medir el ancho de cada unidad a ser ensayada.
- Se procedió a ubicar y marcar los centros de los cantos de cada espécimen a ser ensayado.
- Se colocó gel en la zona central de los cantos marcadas anteriormente, esto para la colocación de los transductores.

- Se emitió el pulso y se registró la velocidad ultrasónica que muestra el equipo Pundit Lab.
- Se calculó el tiempo de recorrido de la onda ultrasónica a través de la unidad de albañilería como la división entre el ancho promedio de la unidad y la velocidad ultrasónica.

#### **5.1.13. Ensayo de durabilidad mediante máquina de los ángeles**

La máquina de los ángeles viene a ser un cilindro hueco de acero, dicho cilindro se encuentra cerrado en sus extremos y posee un diámetro de 28” y una longitud interna de 20”. El cilindro se apoya en dos ejes salientes que permiten su rotación. El cilindro cuenta con una abertura por donde se introduce la muestra a ensayar, esta abertura posee una cubierta hermética que esta provista de medios que permiten atornillar la cubierta al cilindro. El cilindro en su parte interna posee una pestaña de acero de 3.5 pulgadas de altura y 25.4 mm de espesor, esta pestaña abarca toda la longitud del cilindro. Adicionalmente se cuenta con unas esferas de 46.8 mm de diámetro y con una masa que varía entre 390 y 445 g. Este ensayo sirve para medir la degradación de agregados minerales mediante desgaste, impacto y trituración mediante la rotación de un cilindro de acero que tiene en su interior un determinado número de esferas de acero. (Manual de Ensayo de Materiales MTC, 2016)

El procedimiento aplicado a este ensayo de laboratorio se basó en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)-2016. A continuación, mencionamos los requisitos necesarios para desarrollar este ensayo:

#### **Materiales**

- Cinco (05) unidades de ladrillos respectivamente codificados y pesados.
- 01 máquina para ensayo de durabilidad mediante máquina de los ángeles
- 01 juego de tamices
- 01 balanza

### **Procedimiento**

- Se seleccionaron cinco muestras de cada tipo de ladrillo, las cuales fueron limpiadas, codificadas y pesadas.
- Se introdujo la unidad de albañilería dentro del cilindro junto a doce esferas de acero.
- Se encendió el equipo y se sometió la unidad a 100 revoluciones, con una velocidad de 30 rpm.
- Se extrajo el material resultante del interior del cilindro y se procedió a su tamizaje y registro de pesos contenido en cada número de tamiz.
- Calcular el porcentaje que retiene cada tamiz y el módulo de fineza se halla sumando los porcentajes retenidos acumulados dividido entre 100.



## CAPÍTULO VI: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. ANÁLISIS QUÍMICO DE LA ARCILLA

#### 6.1.1. Análisis de Composición Química Elemental

Tabla 3.

*Composición Química Elemental de una Muestra de Tierra Utilizada Como Materia Prima en la Ladrillera Latesan*

COMPOSICIÓN QUÍMICA ELEMENTAL							
<b>Mg</b>	8659.56	<b>Cu</b>	78.00	<b>Sc</b>	29.55	<b>Mo</b>	3.77
<b>Al</b>	40385.61	<b>Zn</b>	100.13	<b>Ti</b>	3022.50	<b>Pd</b>	1.02
<b>Si</b>	172334.76	<b>As</b>	13.54	<b>V</b>	92.01	<b>Cd</b>	83327.24
<b>P</b>	485.18	<b>Se</b>	0.00	<b>Cr</b>	119.91	<b>Ba</b>	657.56
<b>S</b>	859.39	<b>Rb</b>	38.35	<b>Mn</b>	1156.62	<b>Pb</b>	18.63
<b>Cl</b>	0.00	<b>Sr</b>	378.39	<b>Fe</b>	41719.31	<b>Bi</b>	2.41
<b>K</b>	19812.97	<b>Zr</b>	151.35	<b>Co</b>	82.33	<b>Th</b>	7.74
<b>Ca</b>	58014.08	<b>Nb</b>	8.34	<b>Ni</b>	31.88	<b>U</b>	1.01

Las concentraciones están expresadas en partes por millón (ppm).

El análisis fue solicitado por los testistas que ejecutan el presente proyecto de investigación.

Fuente: Resultados de análisis de una muestra de tierra (arcilla) utilizada como materia prima en la producción de ladrillos. Ministerio de Cultura.

En el cuadro se puede observar que el azufre y cloro, elementos químicos que podrían generar problemas durante o después del proceso productivo, se encuentran en cantidades no significativas a nulas.

#### 6.1.2. Análisis fisicoquímico

Tabla 4.

*Características fisicoquímicas de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.*

PARÁMETROS ANALIZADOS	Muestra
pH	7.81
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S/cm}$ )	10.64
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m)	5.32
Salinidad (ppt)	0.01
Densidad (g/ml)	1.98
Humedad Total (%)	9.51

Fuente: Resultados de análisis de una muestra de tierra (arcilla) utilizada como materia prima en la producción de ladrillos. Ministerio de Cultura.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Con los valores de la tabla que el comportamiento ácido básico de este material se caracteriza por ser neutro a ligeramente básico, lo que permite sugerir la presencia de carbonatos en cantidades irrelevantes.

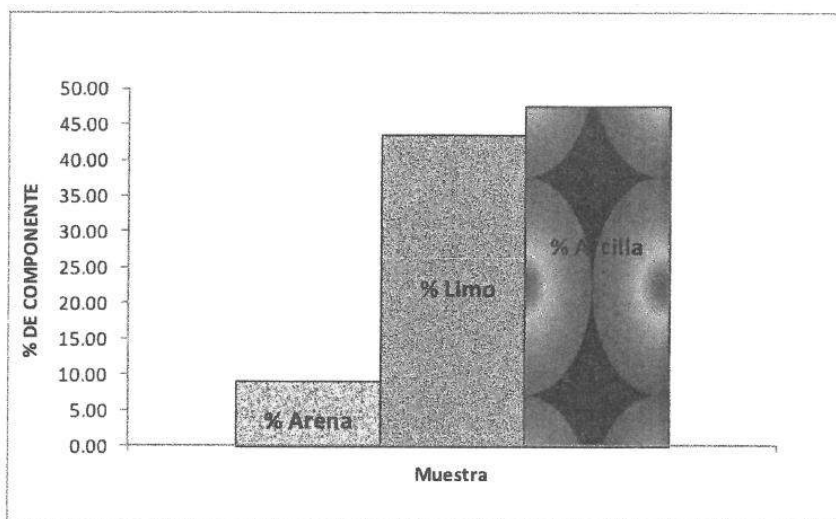
## 6.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA ARCILLA

*Tabla 5.*

*Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN*

Composición Textural				
% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase Textural	Textura
8.93	43.54	47.53	Arcillo limosa	Fina

Fuente: Resultados de análisis de una muestra de tierra (arcilla) utilizada como materia prima en la producción de ladrillos. Ministerio de Cultura.



*Figura 27.* Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.

Fuente: Resultados de análisis de una muestra de tierra (arcilla) utilizada como materia prima en la producción de ladrillos. Ministerio de Cultura.

### 6.3. LÍMITES DE CONSISTENCIA

Tabla 6

*Datos obtenidos durante el ensayo de límites de consistencia*

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO				
	6	1	2	4	5			
TARA								
Nro. DE GOLPES	17	22	27	---	---		I	27.52
PESO TARA	52.25	57.17	62.61	57.84	60.26		II	27.87
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr)	56.77	63.46	66.77	63.91	65.95		III	-----
PESO TARA + MUESTRA SECA (gr)	55.18	61.27	65.34	62.6	64.71			
PESO DEL AGUA	1.59	2.19	1.43	1.31	1.24		=	27.69
PESO SUELO SECO	2.93	4.1	2.73	4.76	4.45			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	54.27	53.41	52.38	27.52	27.87			

Fuente: Elaboración propia

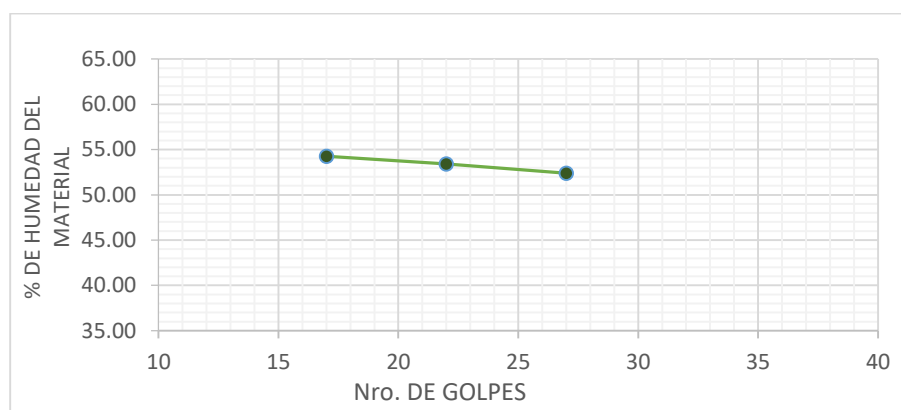


Figura 28. Trazado de recta para determinar límite líquido

Tabla 7

*Límites de consistencia de la arcilla de la fábrica LATESAN*

<b>LIMITE LIQUIDO</b>	:	52.7	%
<b>LIMITE PLÁSTICO</b>	:	27.69	%
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	:	25.01	%

Fuente: Elaboración propia

Se obtuvo que el porcentaje retenido de la muestra de suelo por la malla 200 es mayor del 50% entonces según la clasificación corresponde a un material fino entre limos y arcillas.

El ensayo de límite líquido y plástico es para ver en el caso del límite líquido el grado de fluidez que presenta cada estrato y el caso de límite plástico el índice de plasticidad en el suelo y con estos resultados se puede clasificar y determinar el tipo de suelo.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Según la clasificación SUCS del suelo analizado como el Limite Líquido es mayor de 50% y el punto definido por los valores de Límite Líquido y como también el Índice de Plasticidad se ubica por encima de la línea “A” del gráfico de plasticidad y el suelo no contiene suficiente materia orgánica, se podrá decir que se trata entonces de suelo predominantemente de tipo Arcilloso, Inorgánico y plasticidad alta a media denominado “CH”.

#### 6.4. PRUEBA DE DIMENSIONAMIENTO

Tabla 8

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Tradicional*

MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	122.0	122.0	122.0	122.0	92.0	91.0	90.0	92.0	245.0	241.0	243.0	242.0	122.0	91.3	242.8
M-2	123.0	121.0	121.0	122.0	90.0	90.0	89.0	90.0	243.0	242.0	244.0	240.0	121.8	89.8	242.3
M-3	122.0	123.0	122.0	122.0	89.0	92.0	91.0	91.0	244.0	242.0	244.0	242.0	122.3	90.8	243
M-4	122.0	123.0	122.0	122.0	90.0	88.0	91.0	90.0	242.0	241.0	240.0	240.0	122.3	89.8	240.8
M-5	122.0	123.0	121.0	122.0	91.0	89.0	92.0	91.0	243.0	240.0	244.0	241.0	122	90.8	242
Dimensión Promedio												122.1	90.5	242.2	
Dimensión Nominal												120	90	240	
Variación Dimensional												1.73%	0.56%	0.91%	

Fuente: Elaboración propia

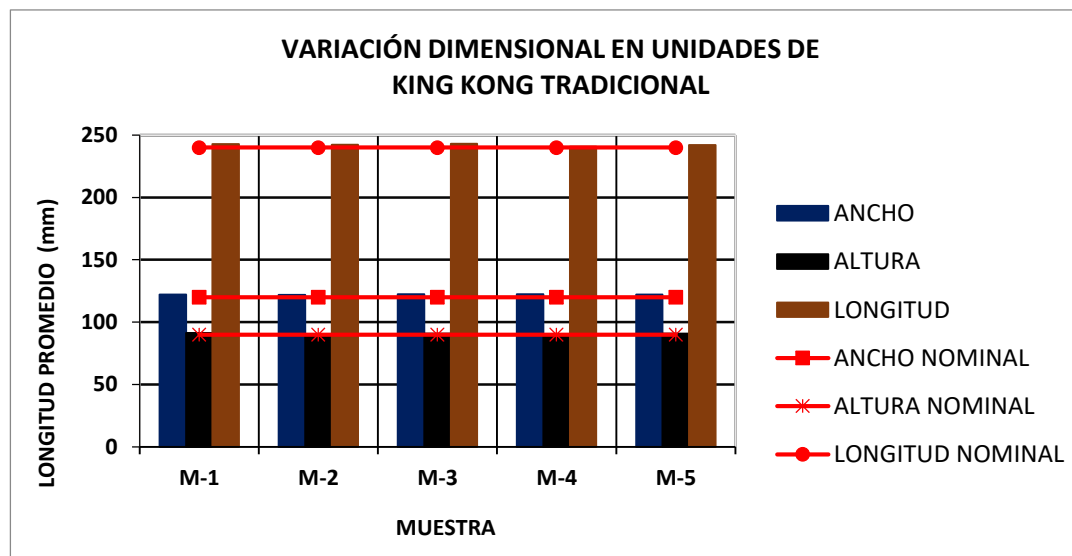


Figura 29. Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Tradicional

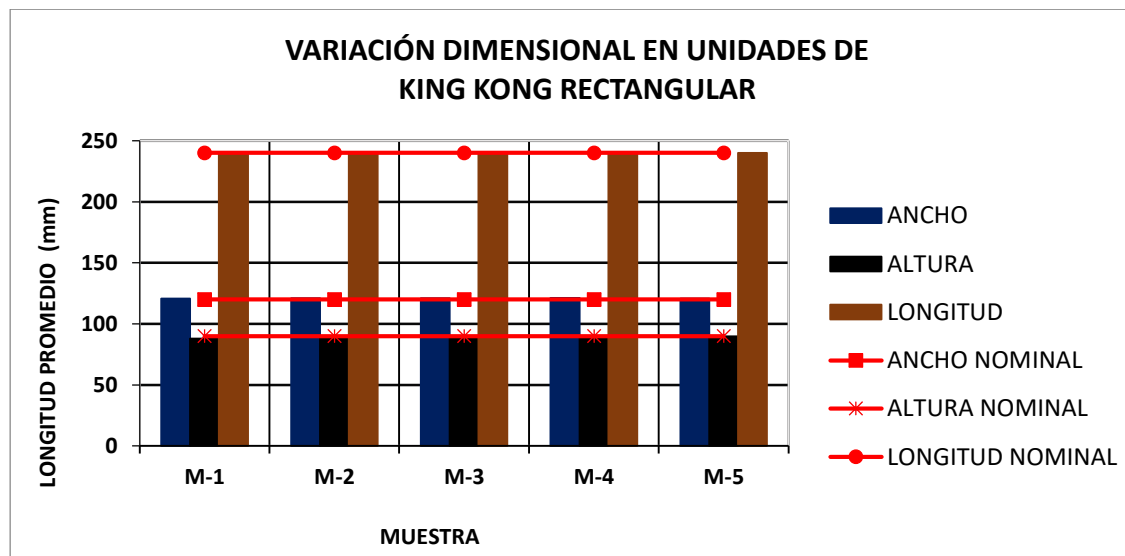
**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

*Tabla 9*

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Rectangular*

MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	121	121	121	120	88	89	85	89	240	240	240	240	120.8	87.8	240
M-2	121	121	122	120	91	89	90	89	241	240	240	240	121	89.8	240.3
M-3	121	121	122	120	91	89	90	89	240	240	241	240	121	89.8	240.3
M-4	122	121	122	120	91	90	90	89	240	239	240	241	121.3	90	240
M-5	121	121	122	119	90	89	91	89	242	239	239	240	120.8	89.8	240
Dimensión Promedio												121.0	89.4	240.1	
Dimensión Nominal												120	90	240	
Variación Dimensional												0.82%	0.62%	0.05%	

Fuente: Elaboración propia



*Figura 30. Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Rectangular*

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 10

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo King Kong Triangular*

MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	121	120	121	119	89	88	88	88	241	240	241	240	120.3	88.3	240.5
M-2	120	119	121	119	88	89	88	88	240	242	241	241	119.8	88.3	241
M-3	121	119	121	120	89	88	89	88	239	241	240	241	120.3	88.5	240.3
M-4	120	121	121	119	88	88	89	88	241	241	241	242	120.3	88.3	241.3
M-5	119	119	121	119	88	89	89	88	240	241	240	241	119.5	88.5	240.5
Dimensión Promedio												120.0	88.4	240.7	
Dimensión Nominal												120	90	240	
Variación Dimensional												0.03%	1.80%	0.30%	

Fuente: Elaboración propia

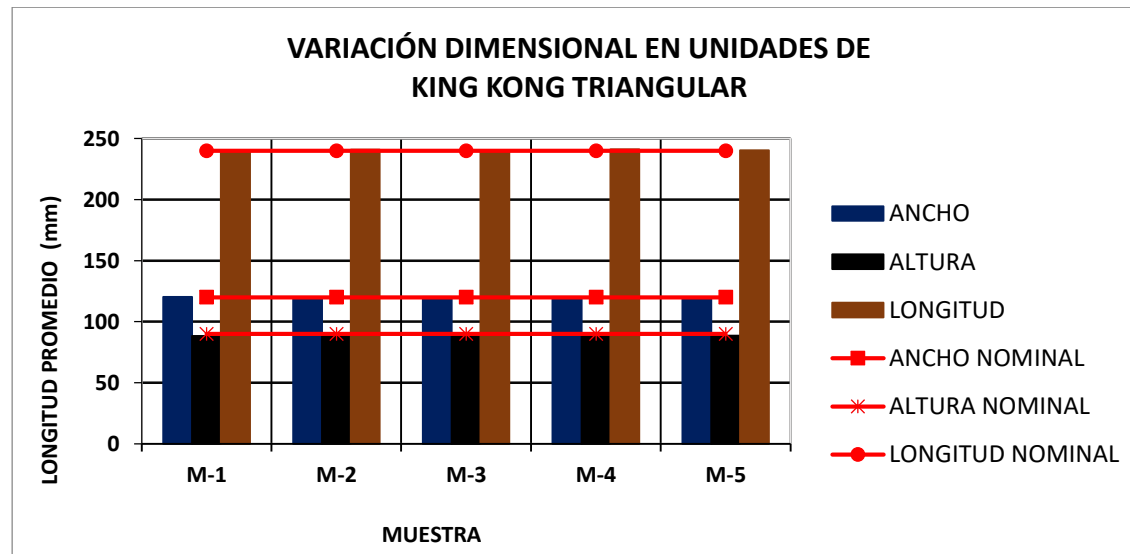


Figura 31. Variación Dimensional en Ladrillo King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 11

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Tradicional*

N DE MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	122.0	119.0	121.0	120.0	191.0	194.0	192.0	193.0	300.0	302.0	300.0	301.0	120.5	192.5	300.8
M-2	119.0	117.0	117.0	118.0	189.0	190.0	188.0	190.0	294.0	296.0	294.0	295.0	117.8	189.3	294.8
M-3	120.0	119.0	120.0	118.0	190.0	190.0	190.0	190.0	294.0	297.0	297.0	295.0	119.3	190	295.8
M-4	118.0	119.0	118.0	119.0	187.0	188.0	187.0	189.0	295.0	296.0	295.0	296.0	118.5	187.8	295.5
M-5	120.0	118.0	119.0	118.0	187.0	188.0	186.0	189.0	293.0	294.0	293.0	295.0	118.8	187.5	293.8
Dimensión Promedio													119.0	189.4	296.1
Dimensión Nominal													120	200	300
Variación Dimensional													0.85%	5.29%	1.29%

Fuente: Elaboración propia

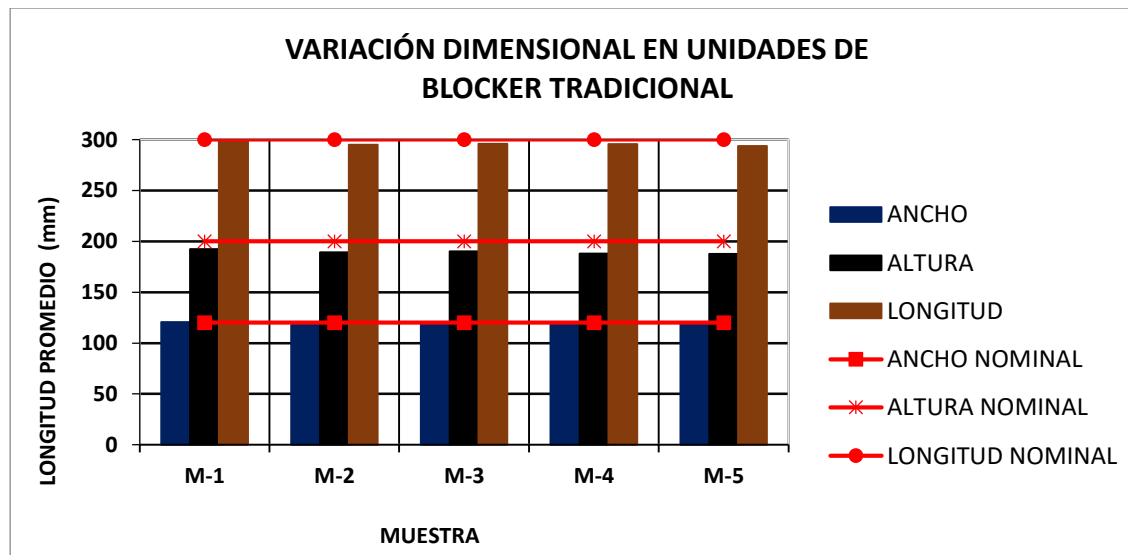


Figura 32. Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Tradicional



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 12.

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Hexagonal*

N DE MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	119	121	120	122	199	198	201	198	301	299	299	298	120.50	199.00	299.30
M-2	119	120	118	121	198	198	198	201	298	298	298	299	119.50	198.80	298.30
M-3	119	120	119	121	197	197	197	200	299	298	298	299	119.80	197.80	298.50
M-4	119	120	118	120	197	200	196	197	298	298	298	297	119.30	197.50	297.80
M-5	119	121	120	122	197	199	197	198	299	298	297	299	120.50	197.80	298.30
Dimensión Promedio													119.9	198.2	298.4
Dimensión Nominal													120	200	300
Variación Dimensional													0.07%	0.91%	0.52%

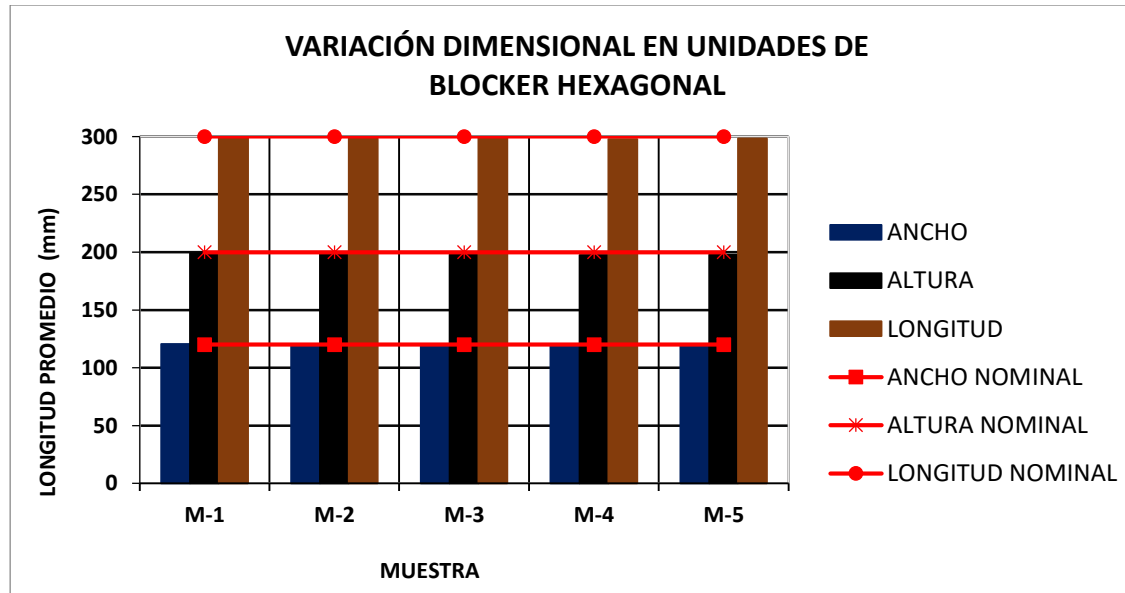


Figura 33. Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Hexagonal

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 13.

*Ensayo de Variación Dimensional en Unidades de Ladrillo Blocker Lente*

N DE MUESTRA	ANCHO (mm)				ALTURA (mm)				LONGITUD (mm)				PROMEDIO		
	A1	A2	A3	A4	h1	h2	h3	h4	L1	L2	L3	L4	ANCHO	ALTURA	LONGITUD
M-1	118	118	116	119	200	198	200	196	298	297	298	296	117.80	198.50	297.30
M-2	121	120	121	120	200	199	196	197	298	295	297	295	120.50	198.00	296.30
M-3	117	120	116	118	195	198	198	200	300	297	297	297	117.80	197.80	297.80
M-4	120	120	120	120	198	197	196	198	297	296	298	296	120.00	197.30	296.80
M-5	117	114	116	121	198	199	195	199	296	298	300	296	117.00	197.80	297.50
Dimensión Promedio												118.6	197.9	297.1	
Dimensión Nominal												120	200	300	
Variación Dimensional												1.15%	1.06%	0.95%	

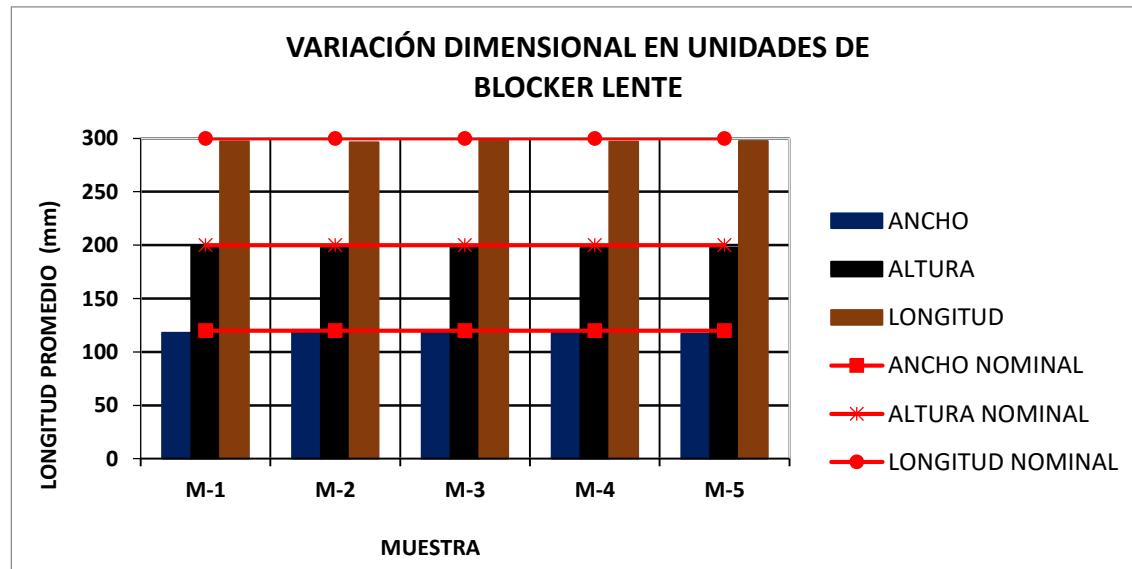


Figura 34. Variación Dimensional en Ladrillo Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 14

*Cuadro Resumen del Ensayo de variación Dimensional*

TIPO DE LADRILLO	ANCHO PROMEDIO	ALTURA PROMEDIO	LONGITUD PROMEDIO	% VARIACIÓN		
				ANCHO (VARIACIÓN)	PROMEDIO (VARIACIÓN)	LONGITUD (VARIACIÓN)
KING KONG TRADICIONAL	122.1	90.5	242.2	1.73%	0.56%	0.91%
KING KONG RECTANGULAR	121.0	89.4	240.1	0.82%	0.62%	0.05%
KING KONG TRIANGULAR	120.0	88.4	240.7	0.03%	1.80%	0.30%
BLOCKER TRADICIONAL	119.0	189.4	296.1	0.85%	5.29%	1.29%
BLOCKER HEXAGONAL	119.9	198.2	298.4	0.07%	0.91%	0.52%
BLOCKER LENTE	118.6	197.9	297.1	1.15%	1.06%	0.95%

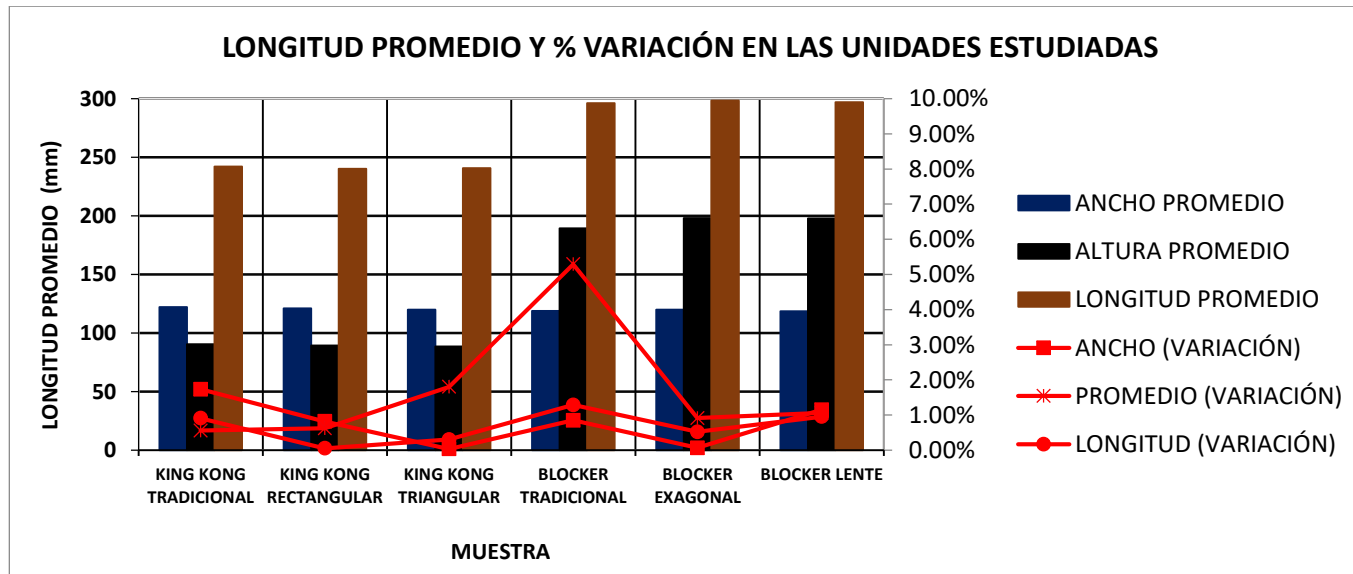


Figura 35. Comparación de la variación dimensional obtenida en los tipos de ladrillos estudiados

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

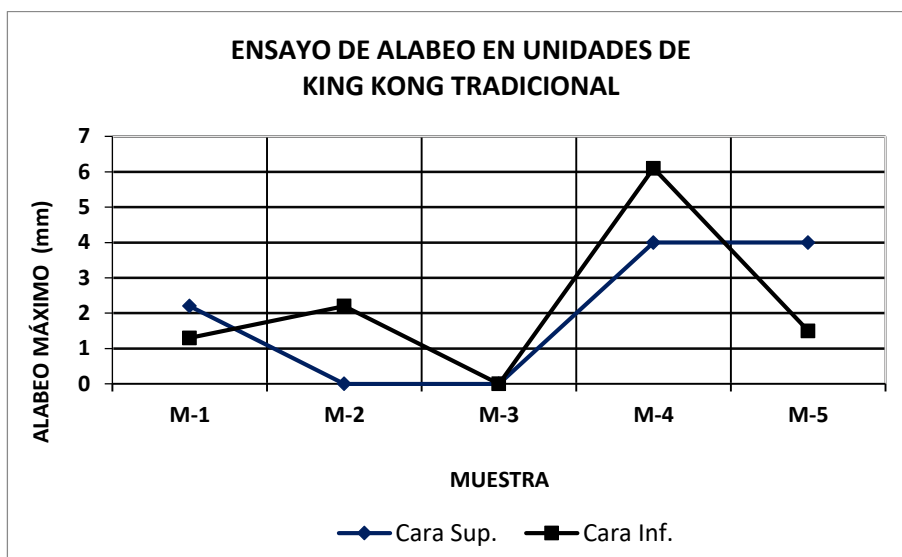
**6.5. ENSAYO DE ALABEO**

*Tabla 15.*

*Medida de alabeo en ladrillos King Kong Tradicional*

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.
M-1	2.2	0.0	1.3	0.0	2.2	1.3
M-2	0.0	0.0	2.2	0.0	0.0	2.2
M-3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
M-4	4.0	0.0	6.1	0.0	4.0	6.1
M-5	4.0	0.0	1.5	0.0	4.0	1.5
				Promedio	2.04	2.22

Fuente: Elaboración propia



*Figura 36.* Medida de alabeo en ladrillos King Kong Tradicional

*Tabla 16.*

*Medida de alabeo en ladrillos King Kong Rectangular*

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.
M-1	3.0	0.0	0.9	0.0	3.0	0.9
M-2	2.8	0.0	0.7	0.0	2.8	0.7
M-3	3.0	0.0	0.9	0.0	3.0	0.9
M-4	3.8	0.0	0.9	0.0	3.8	0.9
M-5	3.9	0.0	0.2	0.0	3.9	0.2
				Promedio	3.30	0.72

Fuente: Elaboración propia

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

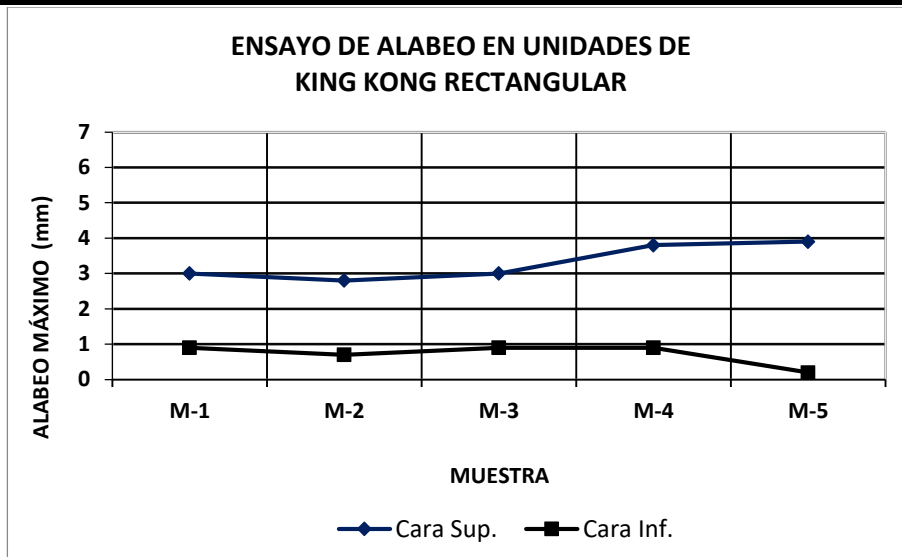


Figura 37. Medida de alabeo en ladrillos King Kong Rectangular

Tabla 17.  
Medida de alabeo en ladrillos King Kong Triangular

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.
M-1	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	2.0
M-2	0.0	1.8	0.0	2.0	1.8	2.0
M-3	0.0	0.0	0.0	3.2	0.0	3.2
M-4	0.0	3.5	0.0	0.0	3.5	0.0
M-5	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.0
				Promedio	1.06	2.04

Fuente: Elaboración propia

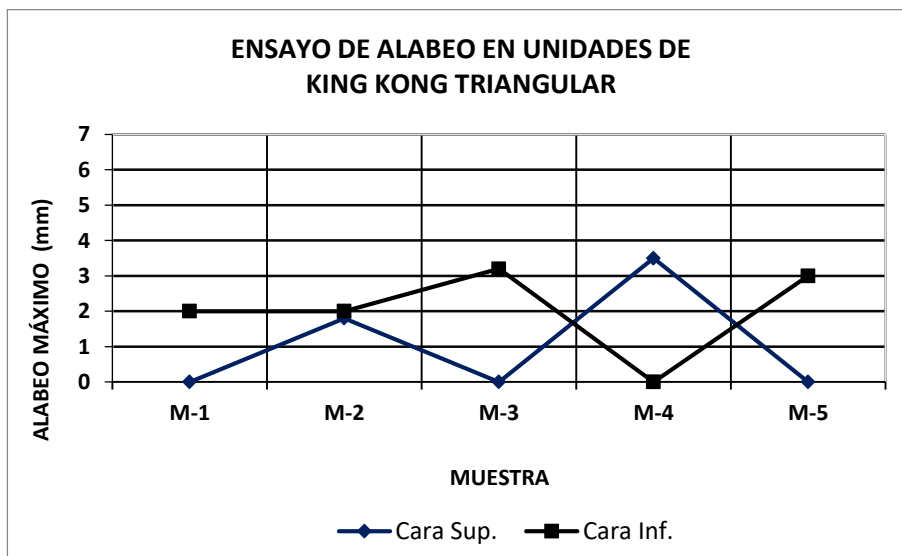


Figura 38. Medida de alabeo en ladrillos King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 18.

Medida de alabeo en ladrillos Blocker Tradicional

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.
M-1	4.2	0.0	4.0	0.0	4.2	4.0
M-2	3.0	0.0	6.0	0.0	3.0	6.0
M-3	7.2	0.0	4.2	0.0	7.2	4.2
M-4	4.2	0.0	2.3	0.0	4.2	2.3
M-5	3.3	0.0	7.0	0.0	3.3	7.0
				Promedio	4.38	4.70

Fuente: Elaboración propia

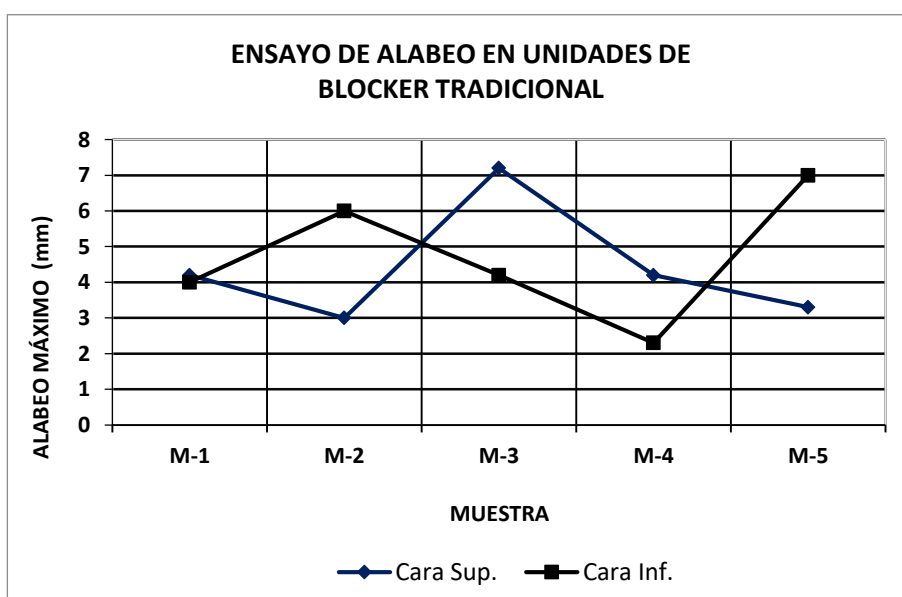


Figura 39. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Tradicional

Tabla 19.

Medida de alabeo en ladrillos Blocker Hexagonal

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo	
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.
M-1	3.0	0.0	1.2	0.0	3.0	1.2
M-2	0.5	0.0	1.7	0.0	0.5	1.7
M-3	2.5	0.0	1.0	0.0	2.5	1.0
M-4	0.5	0.0	2.1	0.0	0.5	2.1
M-5	3.0	0.0	1.5	0.0	3.0	1.5
				Promedio	1.90	1.50

Fuente: Elaboración propia

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

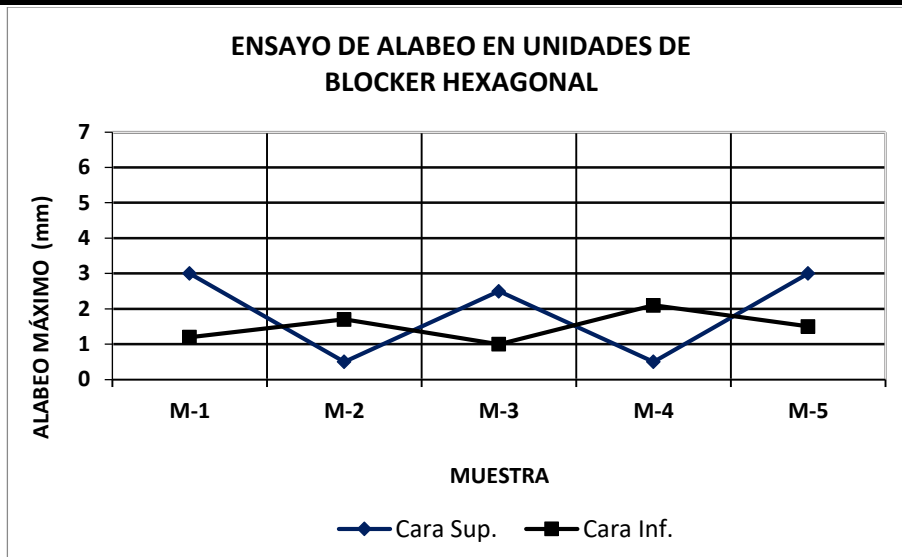


Figura 40. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Hexagonal

Tabla 20.  
Medida de alabeo en ladrillos Blocker Lente

MUESTRA	CARA SUPERIOR		CARA INFERIOR		Alabeo máximo		
	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)	Cara Sup.	Cara Inf.	
M-1	1.0	0.0	0.1	0.0	1.0	0.1	
M-2	0.9	0.0	0.2	0.0	0.9	0.2	
M-3	0.5	0.0	1.2	0.0	0.5	1.2	
M-4	0.2	0.0	0.5	0.0	0.2	0.5	
M-5	2.5	0.0	1.5	0.0	2.5	1.5	
					Promedio	1.02	0.70

Fuente: Elaboración propia

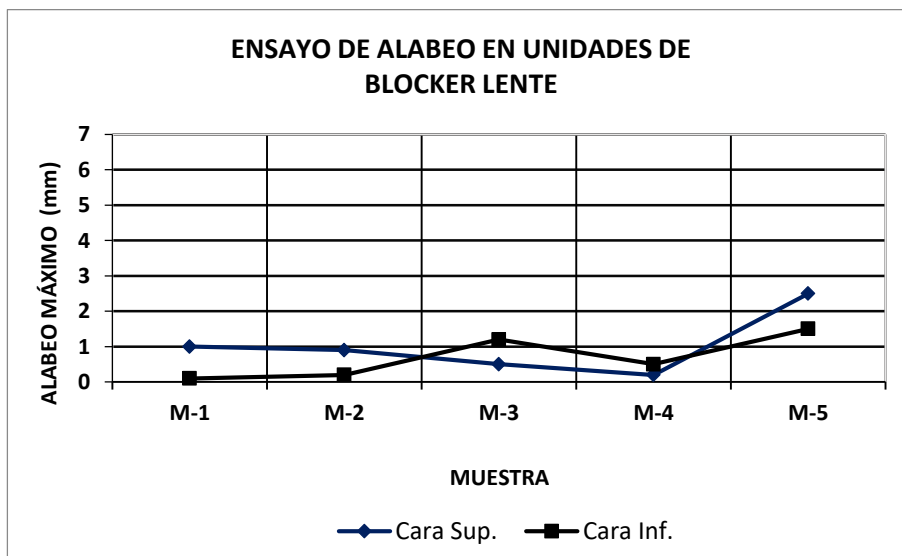


Figura 41. Medida de alabeo en ladrillos Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Según los resultados que se obtuvieron se puede afirmar que el máximo valor de la prueba de alabeo obtenido es para el King Kong rectangular que es de 3.30mm clasificándolo como de TIPO IV, seguido del King Kong tradicional que tiene 2.22mm clasificándolo como de TIPO IV, el que mejor valor tiene es el King Kong triangular que tiene 2.04mm clasificándolo como de TIPO V. de igual manera para el tipo Blocker se obtiene que el máximo alabeo se obtiene en el tipo Blocker es el Blocker tradicional que es de 4.70mm clasificándolo como de TIPO III , seguido del Blocker hexagonal que tiene 1.90mm clasificándolo como de TIPO V, el que mejor valor tiene es el Blocker lente que tiene 1.02mm clasificándolo como de TIPO V.

Además, debido a sus dimensiones se puede decir que el ladrillo de tipo King Kong con alveolos modificados se encuentra en el TIPO IV, y el Blocker con alveolos modificados se encuentra en el TIPO V, los tipos tradicionales también alcanzarían esta clasificación siempre y cuando se tenga más cuidado en la elaboración y transporte pues se pudo observar que presentan mayor cantidad de quiñes y piedras pequeñas en los bordes de apoyo.



## 6.6. DETERMINACIÓN DE ÁREA BRUTA Y ÁREA NETA

Tabla 21.

Resultados de la prueba de porcentaje de vacíos en ladrillos King Kong Tradicional

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	1010.67	24.28	12.20	9.13	750.65	2702.41	1951.77	27.78
M-2	990.72	24.23	12.18	8.98	735.83	2647.08	1911.25	27.80
M-3	1019.10	24.30	12.23	9.08	756.91	2695.89	1938.98	28.08
M-4	982.14	24.08	12.23	8.98	729.46	2641.49	1912.04	27.62
M-5	1013.56	24.20	12.20	9.08	752.79	2679.30	1926.51	28.10
Porcentaje de Vacíos								27.87
Desviación estándar $\sigma$								0.21
Coeficiente de Variación								0.75%
Porcentaje Característico de Vacíos								27.66

Fuente: Elaboración propia

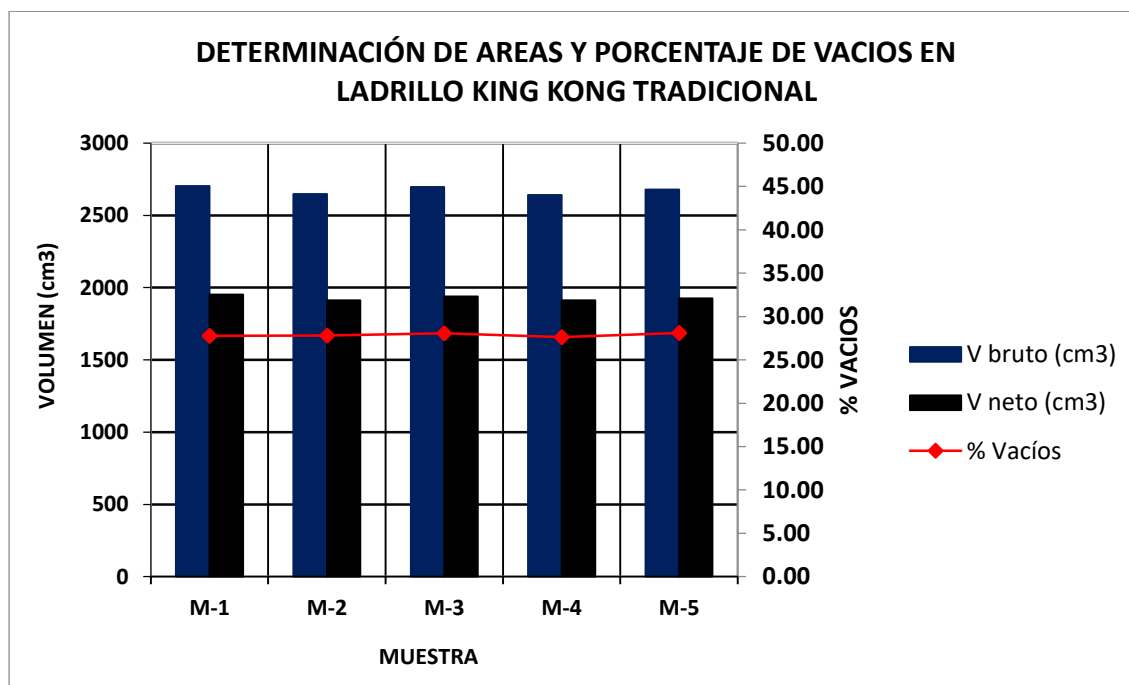


Figura 42. Área Neta en King Kong Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 22.

Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos King Kong Rectangular

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	1327.98	24.00	12.08	8.78	986.32	2543.00	1556.68	38.79
M-2	1323.22	24.03	12.10	8.98	982.78	2609.05	1626.27	37.67
M-3	1298.55	24.03	12.10	8.98	964.46	2609.05	1644.59	36.97
M-4	1397.45	24.00	12.13	9.00	1037.92	2619.00	1581.08	39.63
M-5	1317.50	24.00	12.08	8.98	978.54	2600.96	1622.42	37.62
Porcentaje de Vacíos								38.13
Desviación estándar $\sigma$								1.06
Coeficiente de Variación								2.78%
Porcentaje Característico de Vacíos								37.07

Fuente: Elaboración propia

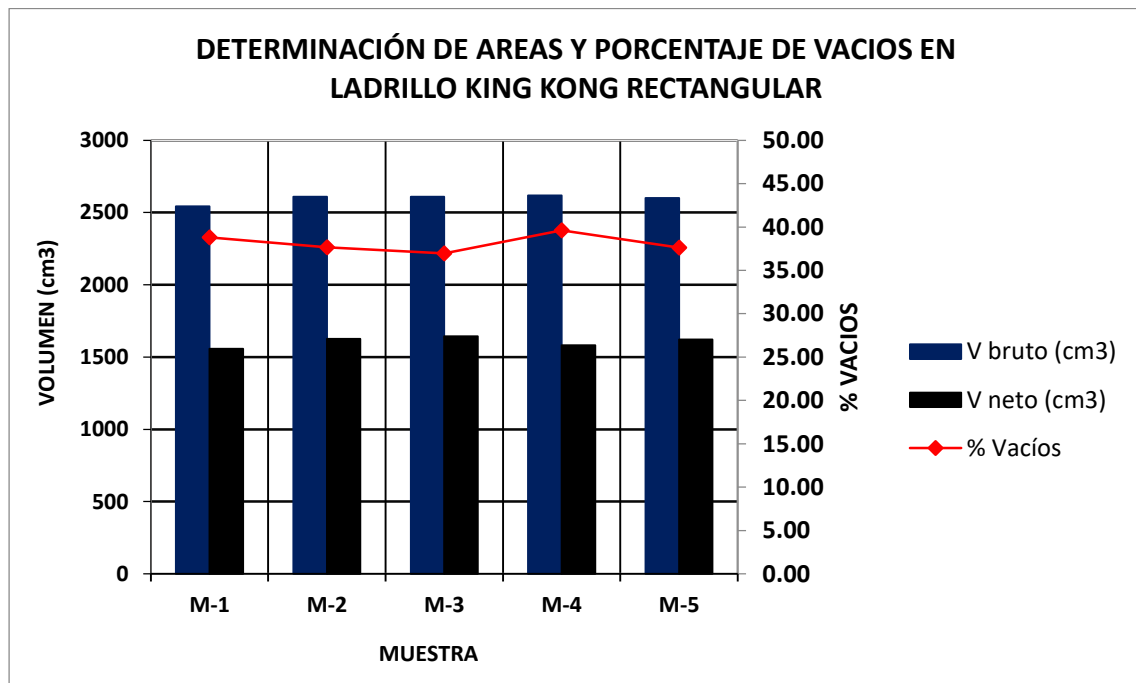


Figura 43. Área Neta en King Kong Rectangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 23.

Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos King Kong Triangular

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	927.06	24.05	12.03	8.83	688.55	2552.20	1863.65	26.98
M-2	946.04	24.10	11.98	8.83	702.64	2546.87	1844.23	27.59
M-3	956.92	24.03	12.03	8.85	710.72	2556.77	1846.05	27.80
M-4	905.59	24.13	12.03	8.83	672.60	2560.16	1887.56	26.27
M-5	961.91	24.05	11.95	8.85	714.43	2543.47	1829.04	28.09
Porcentaje de Vacíos								27.35
Desviación estándar $\sigma$								0.73
Coeficiente de Variación								2.65%
Porcentaje Característico de Vacíos								26.62

Fuente: Elaboración propia

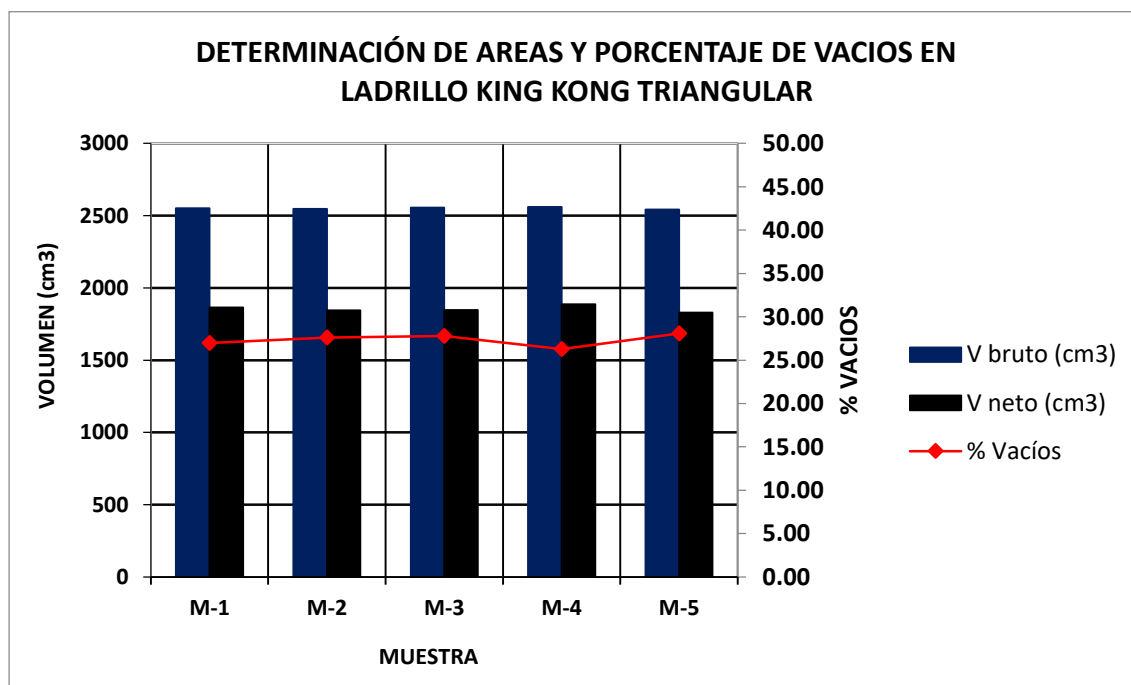


Figura 44. Área Neta en King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 24.

Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Tradicional

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	5105.30	30.08	12.05	19.25	3791.82	6976.27	3184.46	54.35
M-2	4993.66	29.48	11.78	18.93	3708.90	6568.26	2859.37	56.47
M-3	4979.78	29.58	11.93	19.00	3698.59	6700.96	3002.37	55.19
M-4	4947.91	29.55	11.85	18.78	3674.92	6574.39	2899.48	55.90
M-5	4947.91	29.38	11.88	18.75	3674.92	6540.53	2865.61	56.19
Porcentaje de Vacíos								55.62
Desviación estándar $\sigma$								0.85
Coeficiente de Variación								1.53%
Porcentaje Característico de Vacíos								54.77

Fuente: Elaboración propia

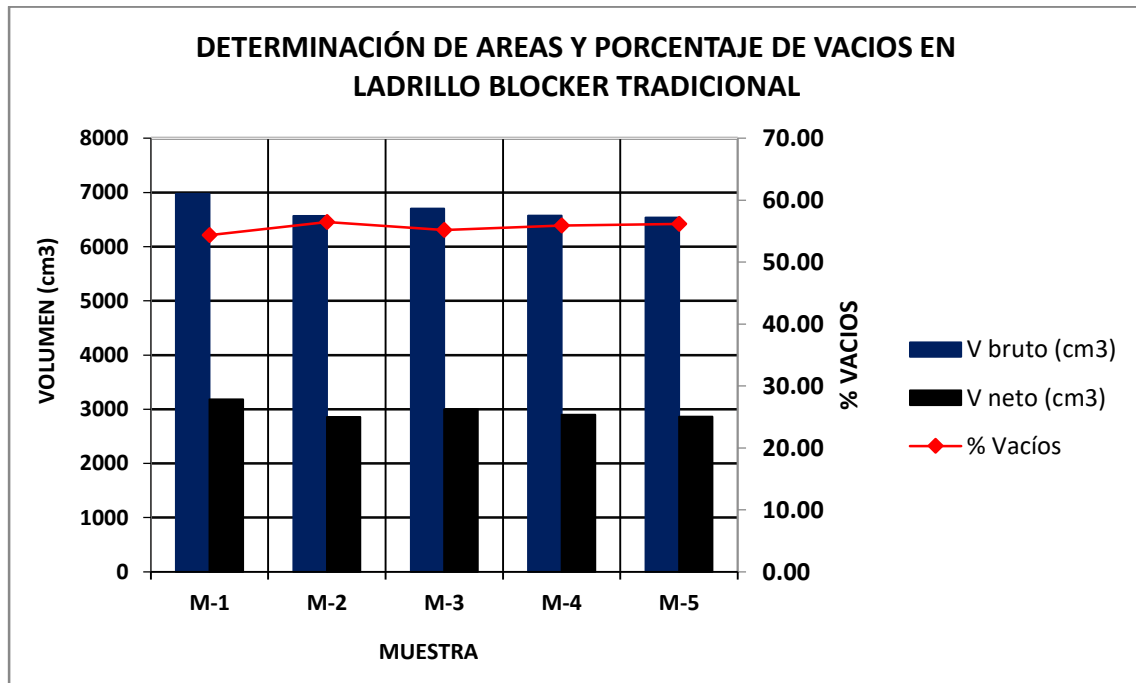


Figura 45. Área Neta en Blocker Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 25.

Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Hexagonal

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	5062.18	29.93	12.05	19.90	3759.79	7175.87	3416.08	52.39
M-2	5175.48	29.83	11.95	19.88	3843.94	7083.62	3239.68	54.27
M-3	5195.73	29.85	11.98	19.78	3858.98	7068.65	3209.67	54.59
M-4	5010.83	29.78	11.93	19.75	3721.65	7012.57	3290.92	53.07
M-5	5228.57	29.83	12.05	19.78	3883.37	7106.96	3223.59	54.64
Porcentaje de Vacíos								53.79
Desviación estándar $\sigma$								1.01
Coeficiente de Variación								1.87%
Porcentaje Característico de Vacíos								52.79

Fuente: Elaboración propia

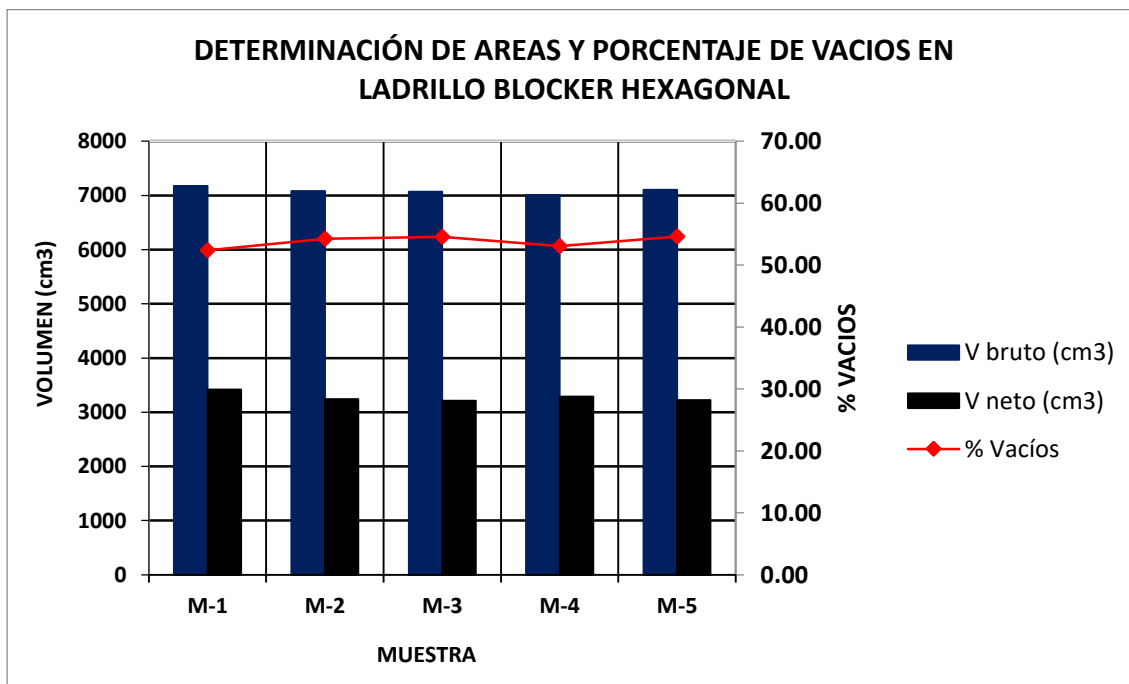


Figura 46. Área Neta en Blocker Hexagonal

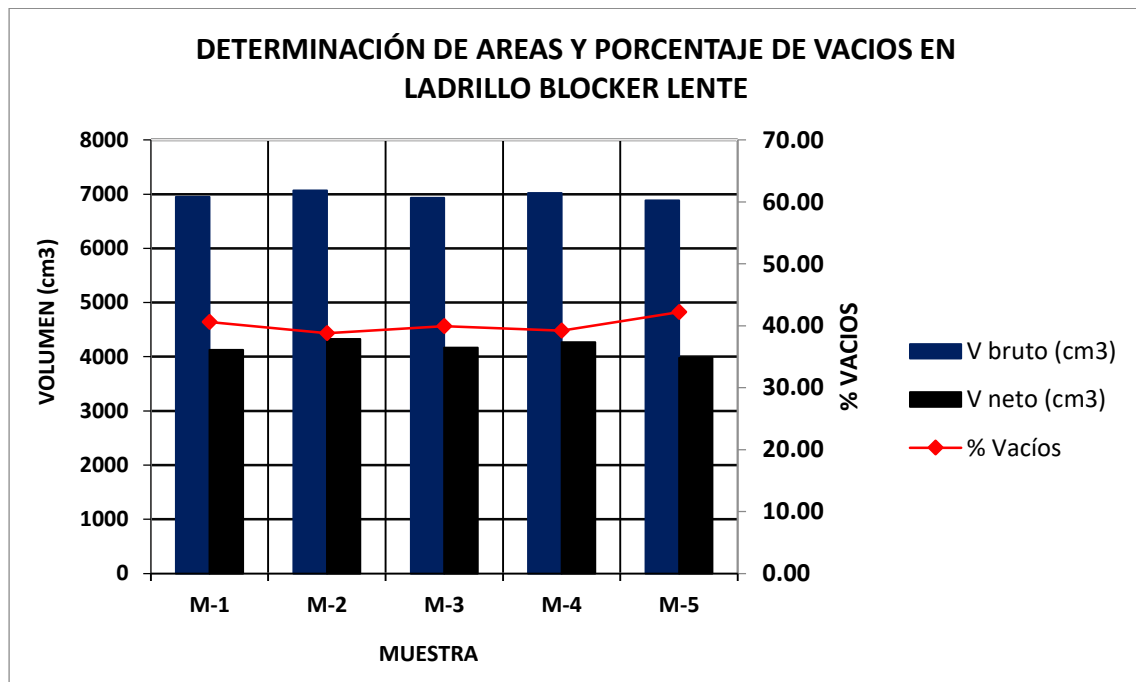
**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

*Tabla 26.*

*Resultados de la prueba de porcentaje de Vacíos en ladrillos Blocker Lente*

MUESTRA	Su (gr)	PROMEDIO			Vs (Vacíos) (cm <sup>3</sup> )	V bruto (cm <sup>3</sup> )	V neto (cm <sup>3</sup> )	% Vacíos
		Long (cm)	Anch(cm)	Alt(cm)				
M-1	3798.37	29.73	11.78	19.85	2821.13	6947.74	4126.61	40.61
M-2	3692.80	29.63	12.05	19.80	2742.72	7068.23	4325.51	38.80
M-3	3726.30	29.78	11.78	19.78	2767.60	6933.13	4165.52	39.92
M-4	3709.17	29.68	12.00	19.73	2754.88	7024.07	4269.19	39.22
M-5	3911.65	29.75	11.70	19.78	2905.27	6883.18	3977.92	42.21
Porcentaje de Vacíos								40.15
Desviación estándar $\sigma$								1.34
Coeficiente de Variación								3.34%
Porcentaje Característico de Vacíos								38.81

Fuente: Elaboración propia



*Figura 47. Área Neta en Blocker Hexagonal*

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 27.

*Cuadro Resumen del Ensayo de Determinación de Porcentaje de vacíos*

<b>TIPO DE LADRILLO</b>	<b>PORCENTAJE DE VACIO (PROMEDIO)</b>	<b>Coefficiente de Variación</b>
KING KONG TRADICIONAL	27.87	0.75%
KING KONG RECTANGULAR	38.13	2.78%
KING KONG TRIANGULAR	27.35	2.65%
BLOCKER TRADICIONAL	55.62	1.53%
BLOCKER HEXAGONAL	53.79	1.87%
BLOCKER LENTE	40.15	3.34%

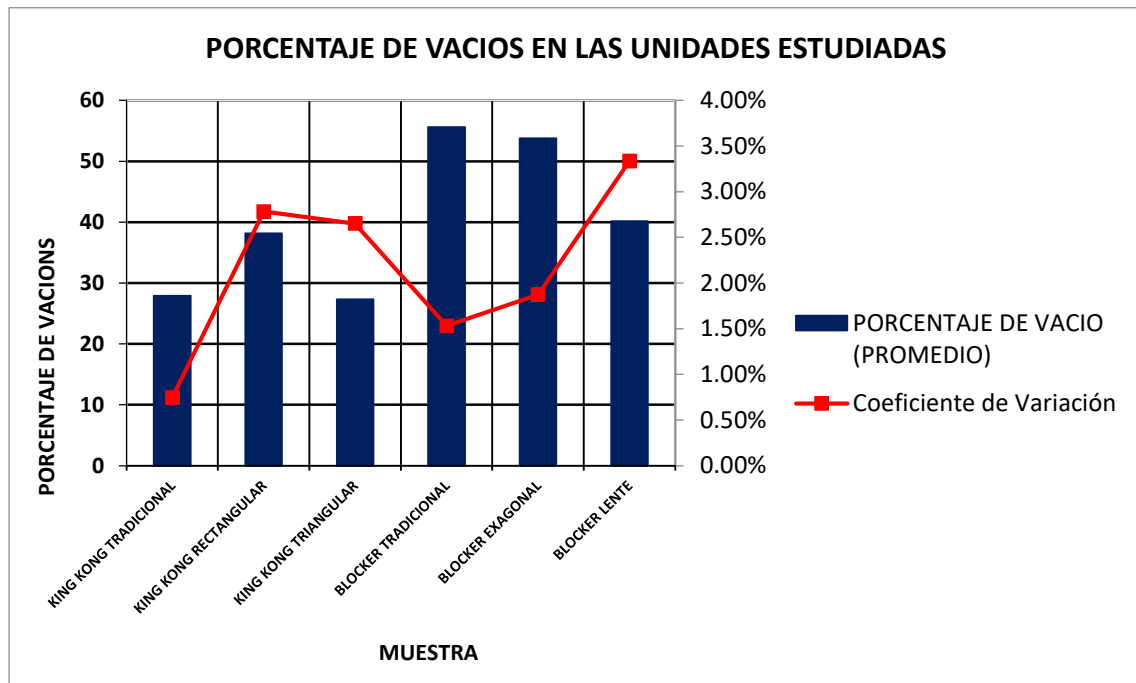


Figura 48. Comparación del porcentaje de vacíos en los diferentes tipos de ladrillos estudiados

Se observa los resultados y se puede afirmar del ladrillo King Kong tipo tradicional tiene un valor de 27.66%, siendo el ladrillo King Kong triangular el más próximo al valor anterior con 26.62% y el tipo rectangular 37.07%, por el otro lado en el tipo Blocker tradicional se obtiene 54.77% mientras que el blocker hexagonal y lente tienen 52.79% y 38.81%, considerándose en todos los casos como unidades huecas ya que no superan el 70% de la relación de áreas bruta y neta en el mismo plano de comparación.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**6.7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAPING DE YESO**

A continuación se muestra los datos y resultados obtenidos durante la realización de la prueba.

Tabla 28.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Tradicional*

N DE MUESTRA	PROMEDIO			AREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	12.2	9.1	24.3	296.46	172000	78018.6882	263.17
M-2	12.2	9	24.2	295.24	107500	48761.6801	165.16
M-3	12.2	9.1	24.3	296.46	78000	35380.5679	119.34
M-4	12.2	9	24.1	294.02	126000	57153.2251	194.39
M-5	12.2	9.1	24.2	295.24	139000	63049.9864	213.56
Resistencia a Compresión fm (Kg/cm <sup>2</sup> )							191.12
Desviación estándar σ (Kg/cm <sup>2</sup> )							53.69
Coeficiente de Variación							0.28
Resistencia Característica f <sub>m</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )							137.43

Fuente: *Elaboración propia*

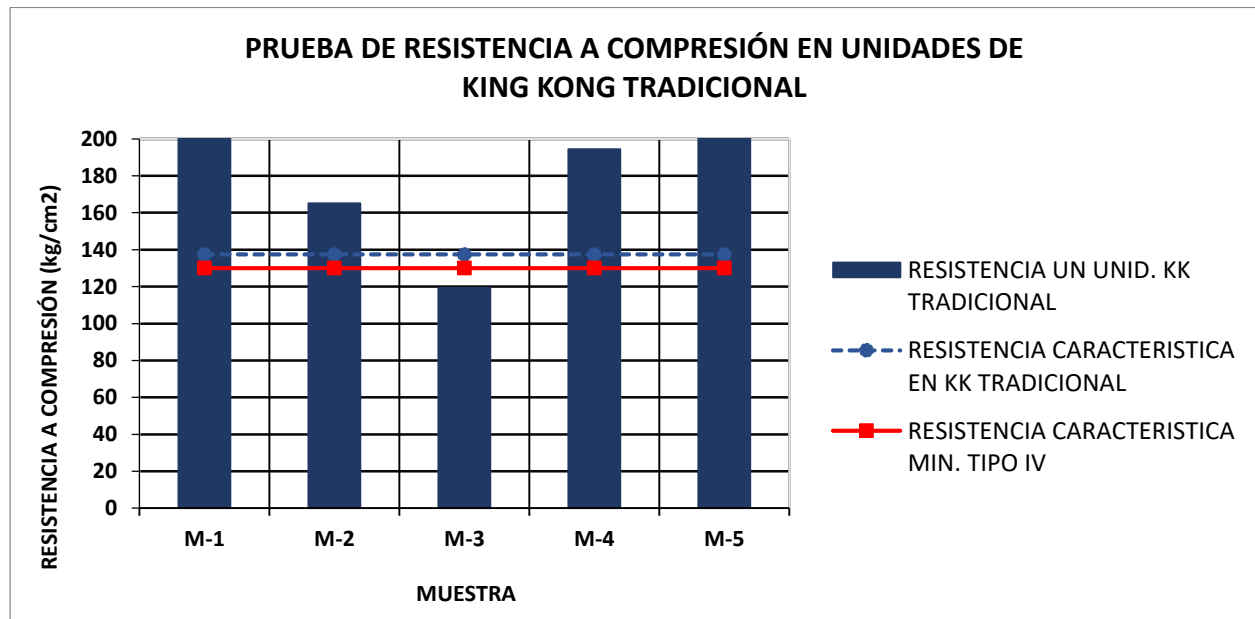


Figura 49. Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Tradicional



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 29.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Rectangular*

MUESTRA	PROMEDIO			ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	12.1	8.8	24.0	290.4	30000	13607.91	46.86
M-2	12.1	9.0	24.0	290.4	45000	20411.87	70.29
M-3	12.1	9.0	24.0	290.4	45800	20774.74	71.54
M-4	12.1	9.0	24.0	290.4	39000	17690.28	60.92
M-5	12.1	9.0	24.0	290.4	62500	28349.81	97.62
Resistencia a Compresión $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							69.45
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							18.59
Coeficiente de Variación							0.27
Resistencia Característica $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							50.86

Fuente: Elaboración propia

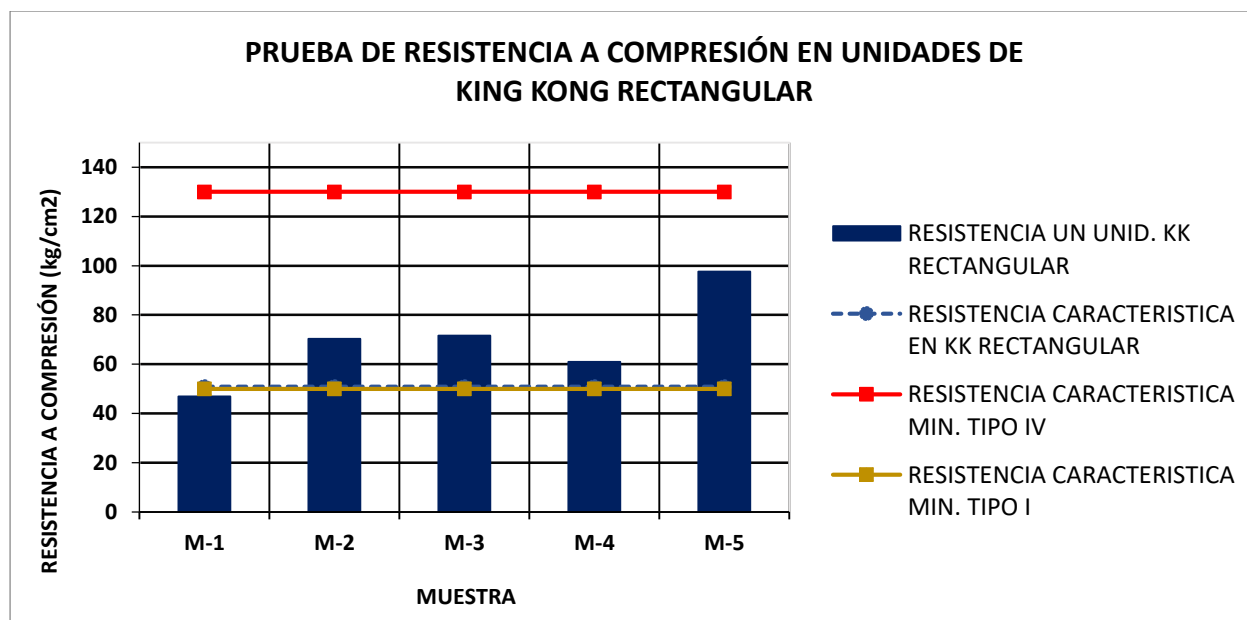


Figura 50. Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Rectangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 30.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo King Kong Triangular*

MUESTRA	PROMEDIO			AREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	12	8.8	24.1	289.2	49000	22226.25	76.85
M-2	12	8.8	24.1	289.2	191000	86637.03	299.57
M-3	12	8.9	24	288.0	130000	58967.61	204.75
M-4	12	8.8	24.1	289.2	102000	46266.9	159.98
M-5	12	8.9	24.1	289.2	169500	76884.7	265.85
Resistencia a Compresión $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							201.40
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							88.08
Coeficiente de Variación							0.44
Resistencia Característica $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							113.32

Fuente: Elaboración propia

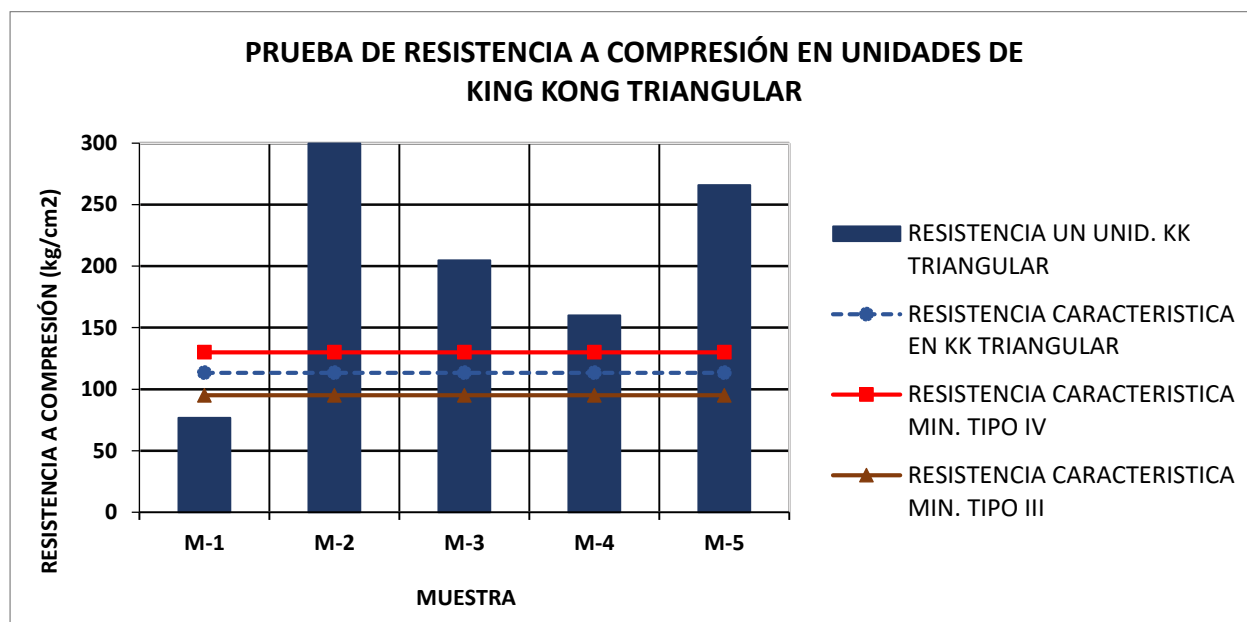


Figura 51. Resistencia a la Compresión de ladrillos King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 31.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Tradicional*

MUESTRA	PROMEDIO			AREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	12.1	19.3	30.1	364.21	19000	8618.343	23.66
M-2	11.8	18.9	29.5	348.1	32000	14515.1	41.70
M-3	11.9	19.0	29.6	352.24	23500	10659.53	30.26
M-4	11.9	18.8	29.6	352.24	37000	16783.09	47.65
M-5	11.9	18.8	29.4	349.86	54000	24494.24	70.01
Resistencia a Compresión $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							42.66
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							17.95
Coeficiente de Variación							0.42
Resistencia Característica $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							24.71

Fuente: Elaboración propia

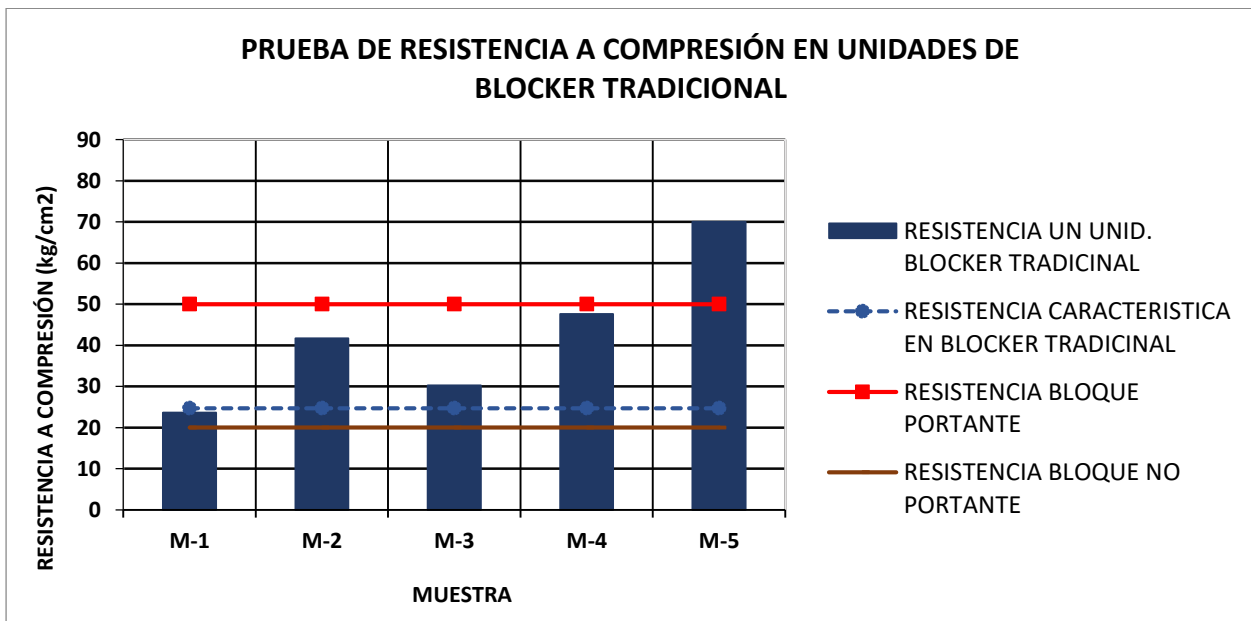


Figura 52. Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 32.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Hexagonal*

MUESTRA	PROMEDIO			AREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	12.1	19.9	29.9	361.79	32500	14741.9	40.75
M-2	12	19.9	29.8	357.6	38000	17236.69	48.20
M-3	12	19.8	29.9	358.8	26000	11793.52	32.87
M-4	11.9	19.8	29.8	354.62	39500	17917.08	50.52
M-5	12.1	19.8	29.8	360.58	43000	19504.67	54.09
Resistencia a Compresión $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							45.29
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							8.49
Coeficiente de Variación							0.19
Resistencia Característica $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							36.80

Fuente: Elaboración propia

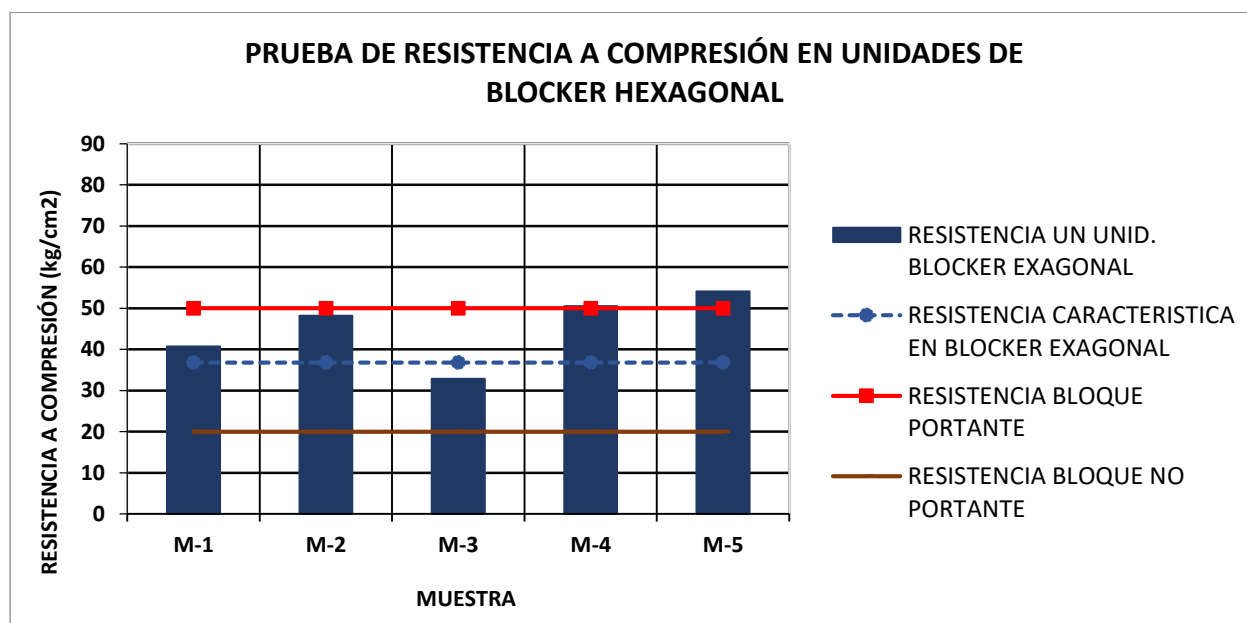


Figura 53. Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Hexagonal

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 33.

*Ensayo de Resistencia a Compresión en Unidades de Ladrillo Blocker Lente*

MUESTRA	PROMEDIO			AREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	ANCHO	ALTURA	LONGITUD				
M-1	11.8	19.9	29.7	350.46	19000	8618.343	24.59
M-2	12.1	19.8	29.6	358.16	38000	17236.69	48.13
M-3	11.8	19.8	29.8	351.64	30500	13834.71	39.34
M-4	12	19.7	29.7	356.4	31500	14288.31	40.09
M-5	11.7	19.8	29.8	348.66	45500	20638.66	59.19
Resistencia a Compresión $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							42.27
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							12.71
Coeficiente de Variación							0.30
Resistencia Característica $f'_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )							29.56

Fuente: Elaboración propia

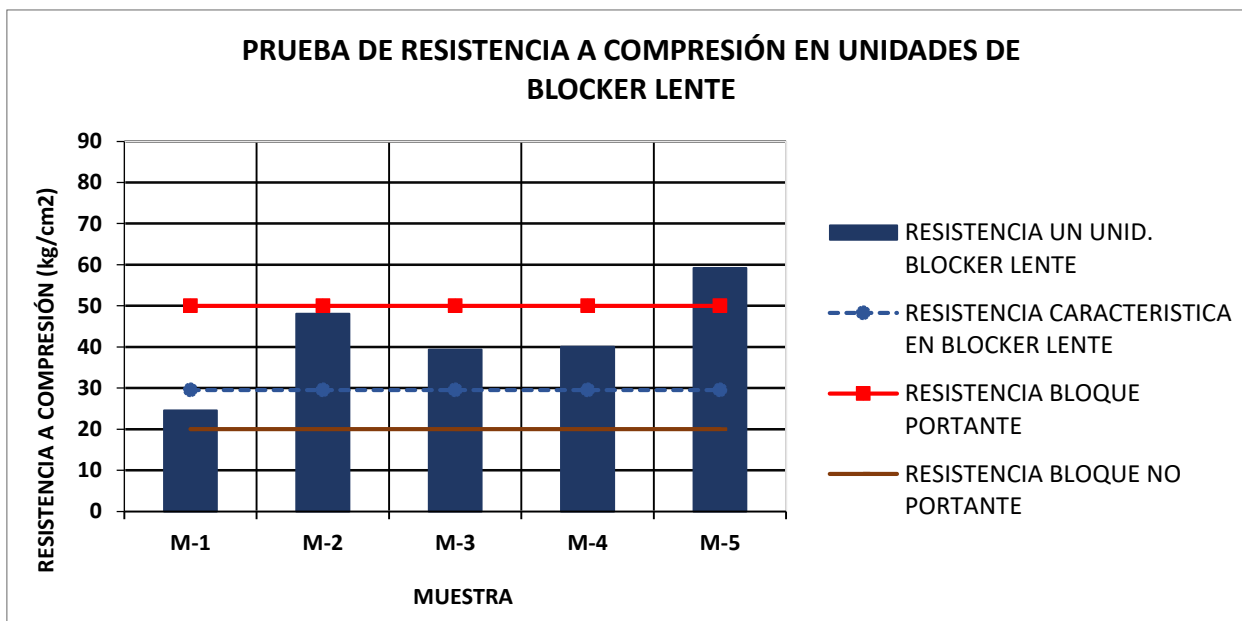


Figura 54. Resistencia a la Compresión de ladrillos Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 34

*Resumen del Ensayo de Resistencia a compresión en Unidades*

<b>TIPO DE LADRILLO</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>RESISTENCIA CARACTERISTICA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
KING KONG TRADICIONAL	0.28	137.43
KING KONG RECTANGULAR	0.27	50.86
KING KONG TRIANGULAR	0.44	113.32
BLOCKER TRADICIONAL	0.42	24.71
BLOCKER HEXAGONAL	0.19	36.80
BLOCKER LENTE	0.30	29.56

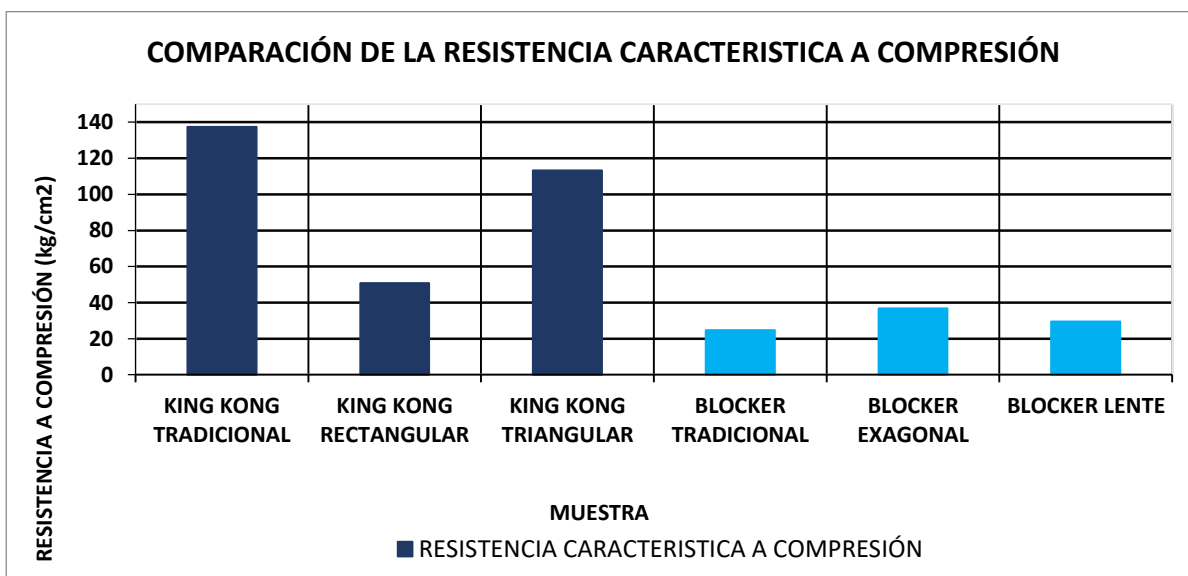


Figura 55. Comparación de la resistencia a Compresión entre los diferentes tipos de ladrillos estudiados

Los ensayos de resistencia a la compresión que se realizaron en el presente trabajo de investigación se han realizado siguiendo la Norma Técnica Peruana 399.613. Estos ensayos se ejecutaron con las unidades de albañilería y en las superficies de asiento se ha colocado un “caping” hecho con yeso convencional de la zona, el cual permitirá un acomodo parejo de esfuerzos o cargas uniformes y el espesor considerado es de 1cm en promedio. La fuerza o carga tuvo que ser aplicado a una velocidad que no varié, es decir que sea constante. En paralelo, se pudo notar y observar que las unidades de albañilería practicados no guardan simetría es decir hay diferencias en la forma entre alveolos de la misma unidad por lo cual hay una distribución de esfuerzos o fuerzas variables.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Estos resultados que se obtuvieron en el ensayo practicado para obtener la resistencia en compresión muestra que los ladrillos del tipo King Kong con alveolos modificados tienen menor resistencia a la compresión que los tradicionales mientras que en los ladrillos del tipo blocker de alveolos modificados tienen mayor resistencia a la compresión que los tradicionales, los cuales siguen lo estipulado en la Norma Técnica Peruana E.070 clasificándose como unidades I y II.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**6.8. COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS.**

Tabla 35.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Tradicional*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	121	298	294.03	64000	29030.21	98.73	2.46	0.800	78.99
M-2	119	295	286.79	63500	28803.41	100.43	2.48	0.800	80.35
M-3	120	295	291.60	62500	28349.81	97.22	2.45	0.800	77.78
M-4	122	296	296.46	76000	34473.37	116.28	2.42	0.786	91.40
M-5	120	294	289.20	15500	7030.75	24.31	2.45	0.800	19.45
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									69.59
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )									28.55
Coeficiente de Variación									0.41
Resistencia Característica fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									41.04

Fuente: Elaboración propia

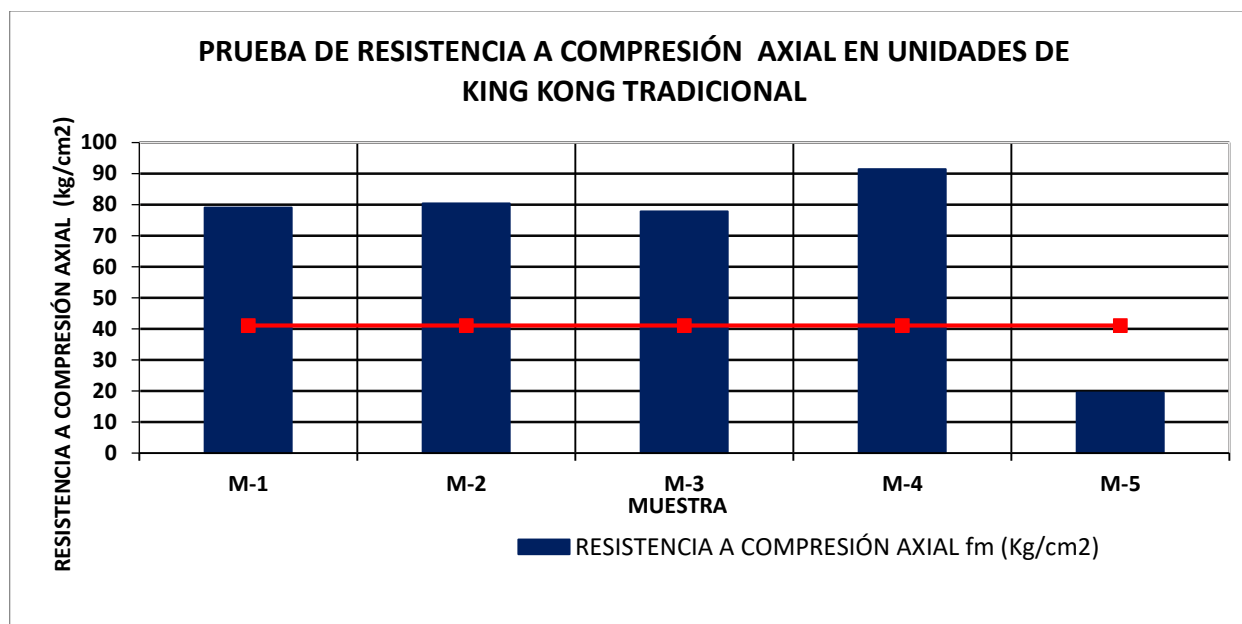


Figura 56. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Tradicional



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 36.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Rectangular*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	118	291	284.38	4500	2041.19	7.18	2.46	0.800	5.74
M-2	120	290	285.60	10000	4535.97	15.88	2.41	0.786	12.48
M-3	121	294	291.61	2500	1133.99	3.89	2.43	0.786	3.06
M-4	120	293	288.00	2500	1133.99	3.94	2.44	0.786	3.09
M-5	118	290	283.20	2500	1133.99	4.00	2.45	0.800	3.20
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									5.52
Desviación estándar σ (Kg/cm <sup>2</sup> )									4.06
Coeficiente de Variación									0.74
Resistencia Característica f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )									1.46

Fuente: Elaboración propia

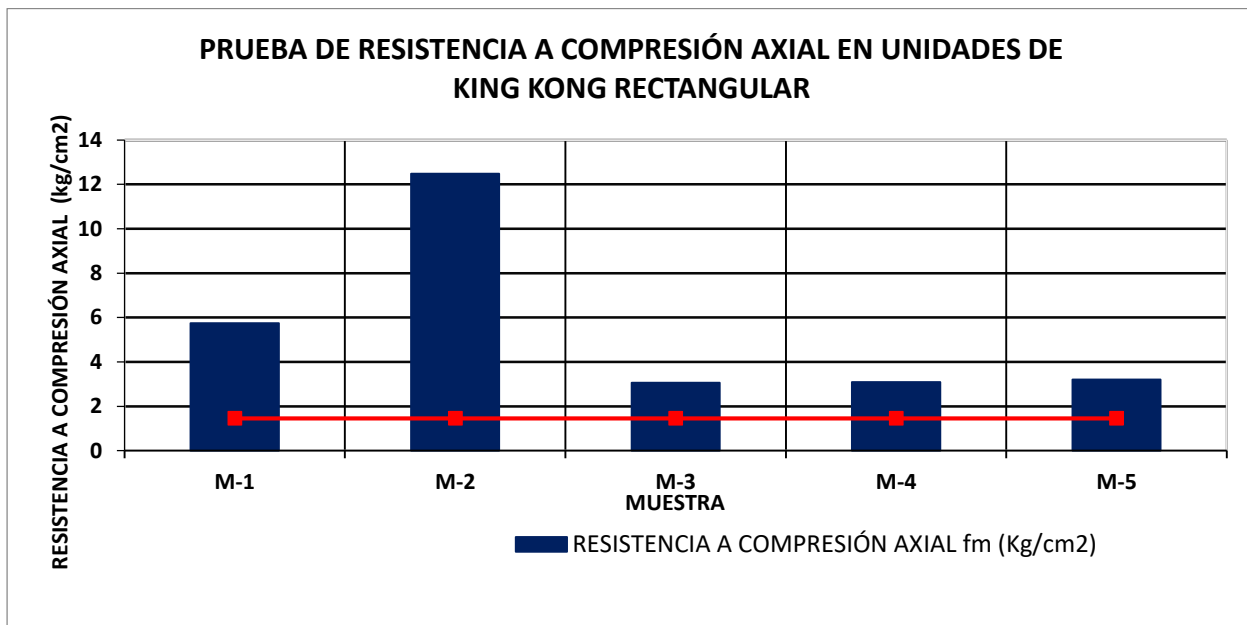


Figura 57. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Rectangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 37.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo king Kong Triangular*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	121	295	292.82	23500	10659.53	36.40	2.43	0.786	28.61
M-2	120	298	291.60	38000	17236.69	59.11	2.48	0.800	47.29
M-3	119	297	287.98	57000	25855.03	89.78	2.49	0.800	71.82
M-4	120	293	290.40	24500	11113.13	38.27	2.44	0.786	30.08
M-5	120	296	291.60	28000	12700.72	43.56	2.46	0.800	34.84
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									42.53
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )									17.95
Coeficiente de Variación									0.42
Resistencia Característica f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )									24.58

Fuente: Elaboración propia

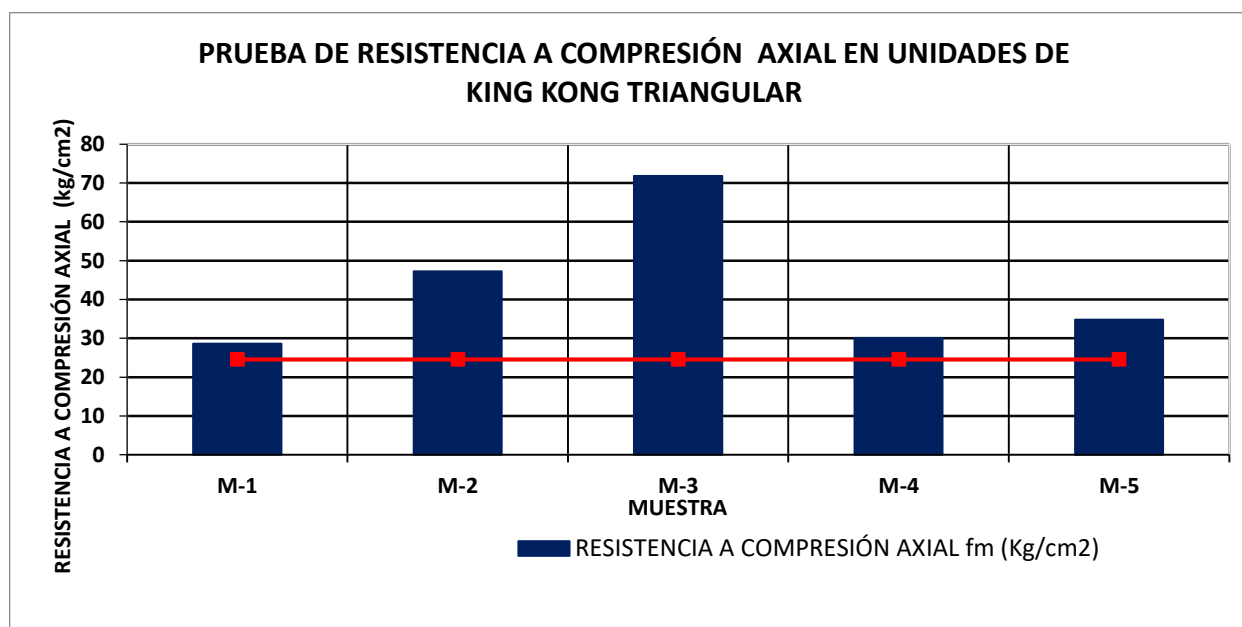


Figura 58. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 38.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Tradicional*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	119	386	353.43	7500	3401.98	9.63	3.24	0.877	8.44
M-2	118	389	349.28	19000	8618.34	24.67	3.30	0.888	21.91
M-3	120	391	355.20	19000	8618.34	24.26	3.25	0.888	21.55
M-4	118	387	348.10	22500	10205.93	29.32	3.28	0.888	26.04
M-5	120	389	355.20	16500	7484.35	21.07	3.24	0.877	18.48
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									19.28
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )									6.63
Coeficiente de Variación									0.34
Resistencia Característica f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )									12.65

Fuente: Elaboración propia

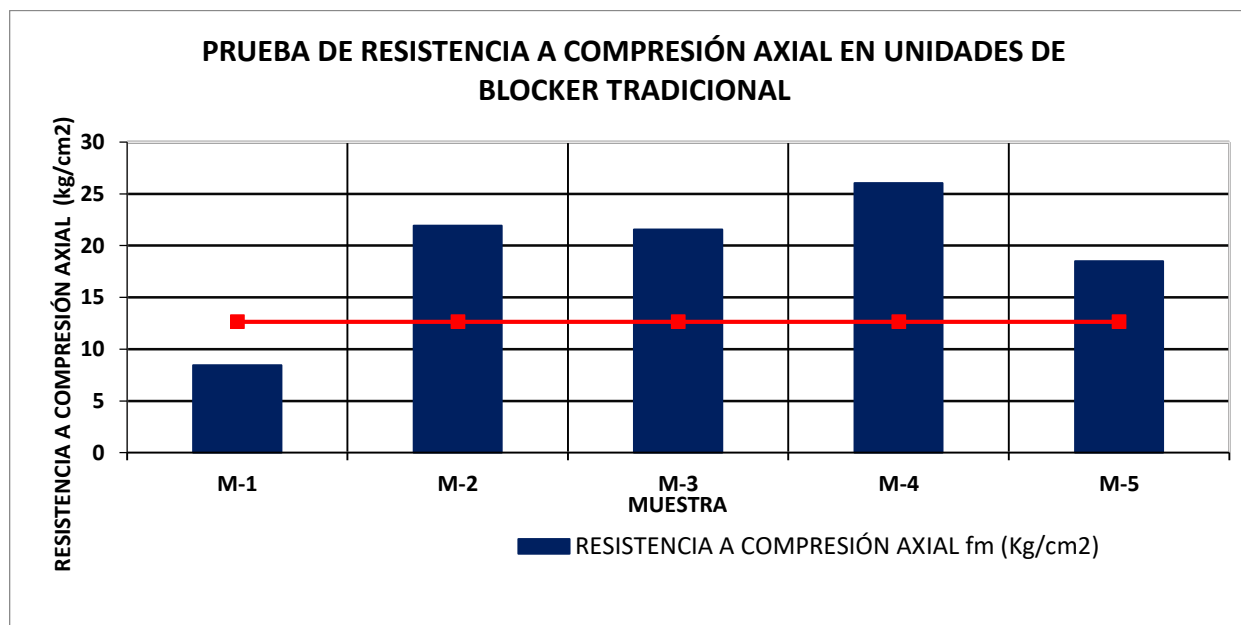


Figura 59. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 39.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Hexagonal*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	122	401	364.78	9500	4309.17	11.81	3.28	0.888	10.49
M-2	121	405	359.37	11500	5216.37	14.52	3.34	0.888	12.89
M-3	123	408	365.31	7900	3583.42	9.81	3.32	0.888	8.71
M-4	122	407	364.78	11500	5216.37	14.30	3.33	0.888	12.70
M-5	121	407	360.58	13000	5896.76	16.35	3.36	0.899	14.70
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									11.90
Desviación estándar $\sigma$ (Kg/cm <sup>2</sup> )									2.33
Coeficiente de Variación									0.20
Resistencia Característica f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )									9.57

Fuente: Elaboración propia

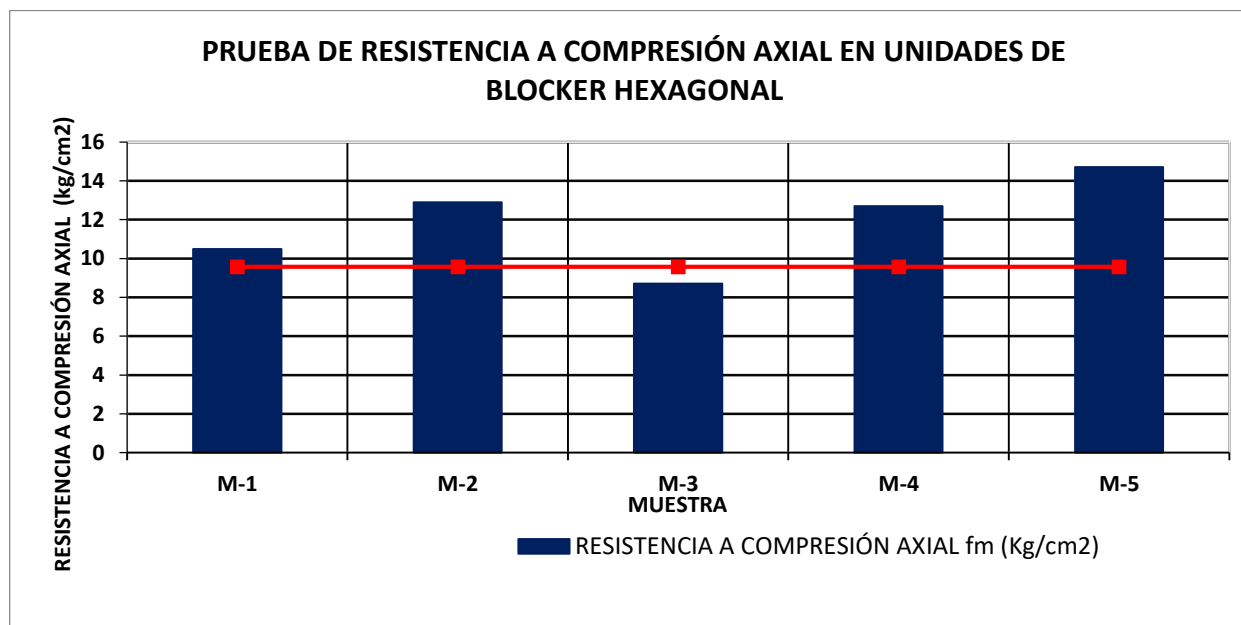


Figura 60. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Hexagonal

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 40.

*Ensayo de Compresión Axial en Pilas de Ladrillo Blocker Lente*

MUESTRA	ANCHO t (mm)	ALTURA (mm)	ÁREA UNIDAD (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Lbs)	CARGA (Kg)	fb (Kg/cm <sup>2</sup> )	Relación de Esbeltez E=h/t	Corrección por esbeltez	RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL fm (Kg/cm <sup>2</sup> )
M-1	118	410	349.28	9500	4309.17	12.34	3.47	0.910	11.23
M-2	118	409	350.46	11500	5216.37	14.88	3.46	0.910	13.54
M-3	115	411	339.25	13500	6123.56	18.05	3.57	0.914	16.50
M-4	116	409	344.52	9500	4309.17	12.51	3.53	0.910	11.38
M-5	116	410	344.52	13500	6123.56	17.77	3.53	0.910	16.17
Resistencia a Compresión Axial Promedio fm (Kg/cm <sup>2</sup> )									13.77
Desviación estándar σ (Kg/cm <sup>2</sup> )									2.52
Coeficiente de Variación									0.18
Resistencia Característica f'm (Kg/cm <sup>2</sup> )									11.24

Fuente: Elaboración propia

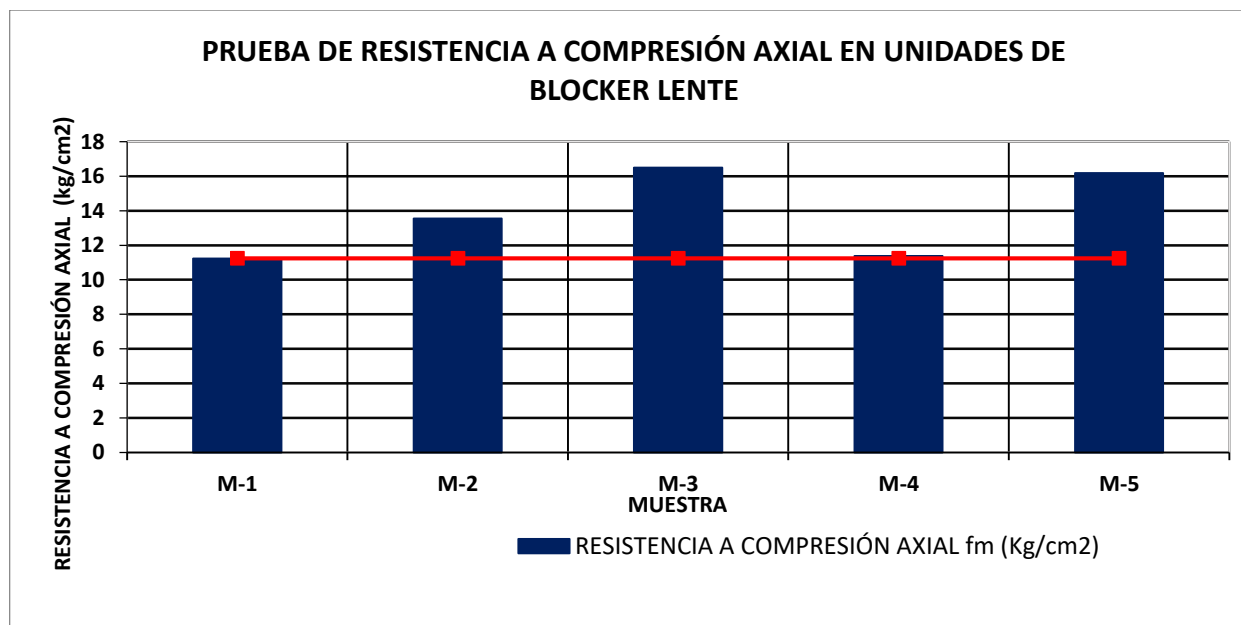


Figura 61. Resistencia a la Compresión Axial en Pilas de Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 41  
*Resumen de Ensayo de Resistencia a Compresión Axial en Pilas*

TIPO DE LADRILLO	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN AXIAL $f_m$ (Kg/cm <sup>2</sup> )
KING KONG TRADICIONAL	41.04
KING KONG RECTANGULAR	1.46
KING KONG TRIANGULAR	24.58
BLOCKER TRADICIONAL	12.65
BLOCKER HEXAGONAL	9.57
BLOCKER LENTE	11.24

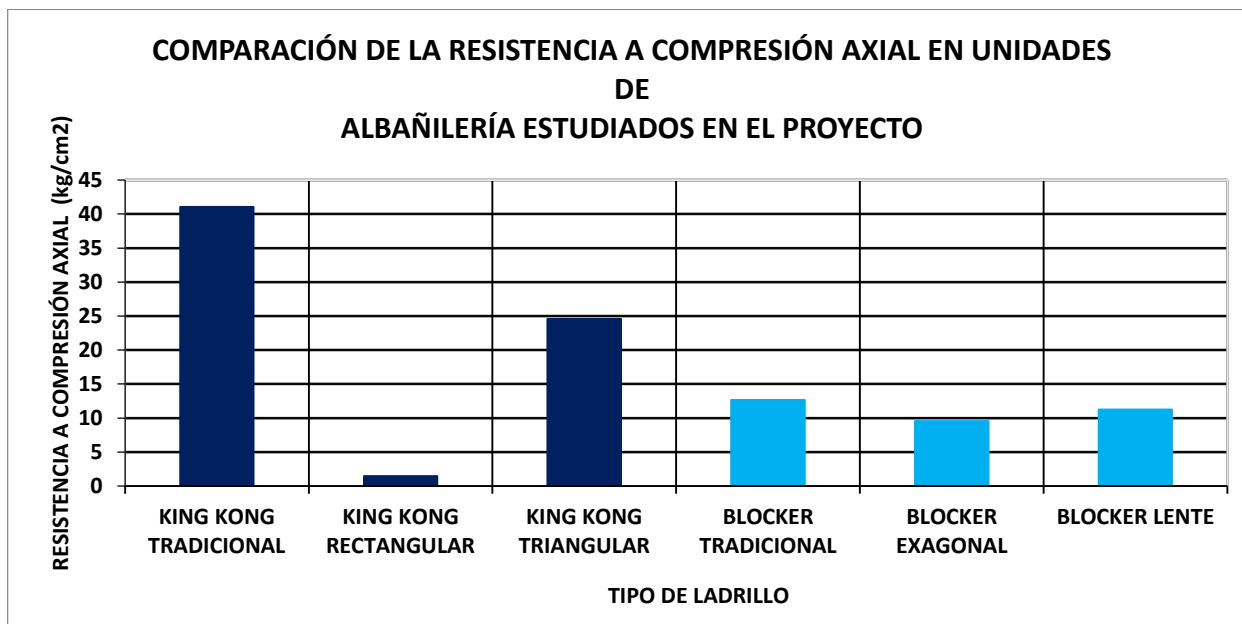


Figura 62. Comparación de la Resistencia a Compresión en pilas construidas con los diferentes tipos de ladrillos estudiados.

Este ensayo sobre la resistencia en compresión de primas de albañilería se ha elaborado según la Norma Técnica Peruana 399.605. Este ensayo se ha ejecutado con las unidades unidas con mortero no mayor de 1.5cm de espesor, en el caso del tipo king kong fueron unidas tres unidades y en el caso de tipo Blocker fueron unidas dos unidades, además la prueba se realizó pasado los 28 días para garantizar la resistencia del mortero usado, en las superficies de asiento se ha colocado un “capping” de yeso convencional que facilitó la correcta repartición de esfuerzos de forma equitativa y cuyo espesor bordeó 1cm en general. La carga que se aplicó tuvo una velocidad uniforme.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Se tienen resultados que se obtuvieron en el ensayo realizado de resistencia en compresión de prismas de albañilería, los cuales muestran que las unidades de ladrillos del tipo King Kong con alveolos modificados tienen menor resistencia a la compresión en pilas que los tradicionales, lo mismo ocurrió con las pilas del tipo Blocker, esta falla puede deberse a que en los puntos de apoyo no se colocó los cabezales de apoyo esto debido a las dimensiones de las muestras como a la máquina de compresión usada.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**6.9. ABSORCIÓN EN FRÍO Y CALIENTE**

Tabla 42.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Tradicional

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
M-1	3580.75	4061.36	4089.35	4025	4010	4015	12.1%	12.8%	12.4%	12.0%	12.1%	1.17
M-2	3514.95	3967.72	3997.62	3910	3910	3905	11.7%	12.6%	11.2%	11.2%	11.1%	1.24
M-3	3512.5	3997.2	4030.7	3940	3940	3930	12.2%	13.1%	12.2%	12.2%	11.9%	1.24
M-4	3488.59	3960.82	3990.64	3905	3910	3905	12.2%	13.0%	11.9%	12.1%	11.9%	1.21
M-5	3513.08	3991.57	4026.74	3940	3930	3925	12.1%	13.1%	12.2%	11.9%	11.7%	1.25
Promedio							12.0%	12.9%	11.98%	11.87%	11.75%	1.22
Desviación estándar $\sigma$							0.00	0.00	0.004	0.004	0.004	0.03
Coeficiente de Variación							0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.03

Fuente: Elaboración propia

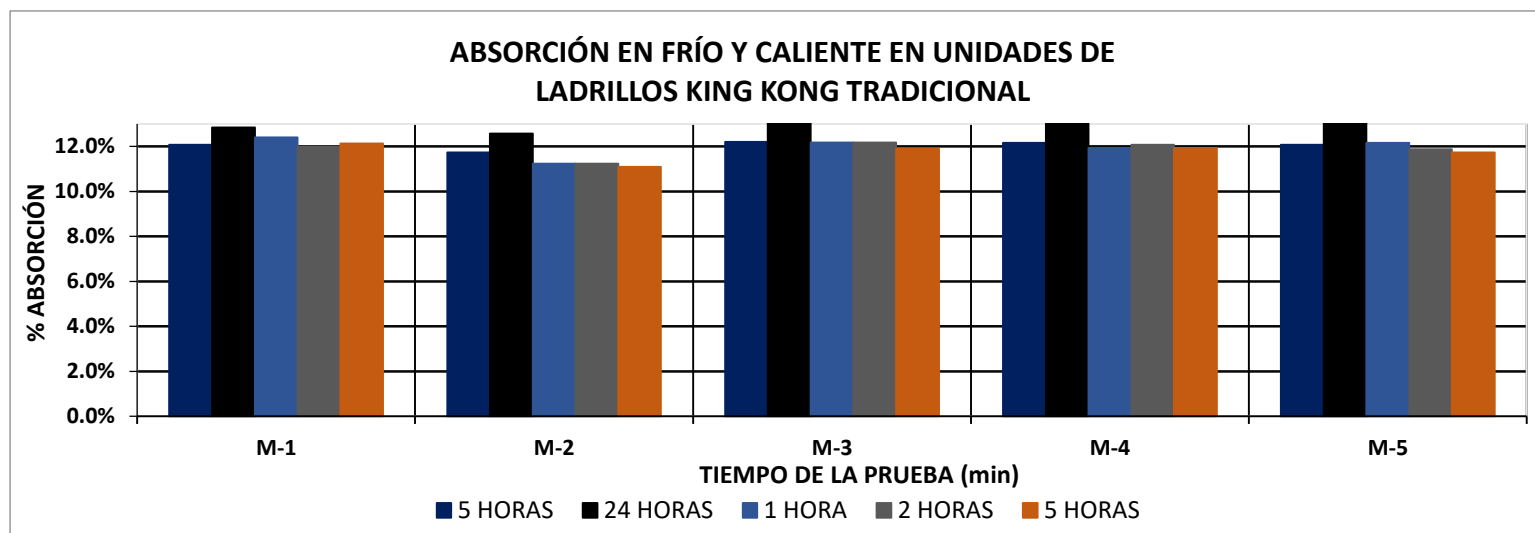


Figura 63. Absorción en frío y caliente en ladrillos King kong Tradicional



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 43.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Triangular

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
M-1	3665	4099	4155	4075	4065	4065	10.0%	11.5%	11.2%	10.9%	10.9%	1.23
M-2	3640	4102	4130	4050	4040	4040	10.7%	11.5%	11.3%	11.0%	11.0%	1.23
M-3	3790	4193	4230	4140	4130	4120	9.6%	10.6%	9.2%	9.0%	8.7%	1.33
M-4	3855	4150	4185	4115	4125	4120	6.5%	7.4%	6.7%	7.0%	6.9%	1.25
M-5	3875	4262	4290	4205	4205	4200	9.1%	9.9%	8.5%	8.5%	8.4%	1.28
Promedio							9.2%	10.2%	9.39%	9.28%	9.17%	1.26
Desviación estándar $\sigma$							0.02	0.02	0.019	0.017	0.018	0.05
Coeficiente de Variación							0.17	0.16	0.20	0.18	0.19	0.04

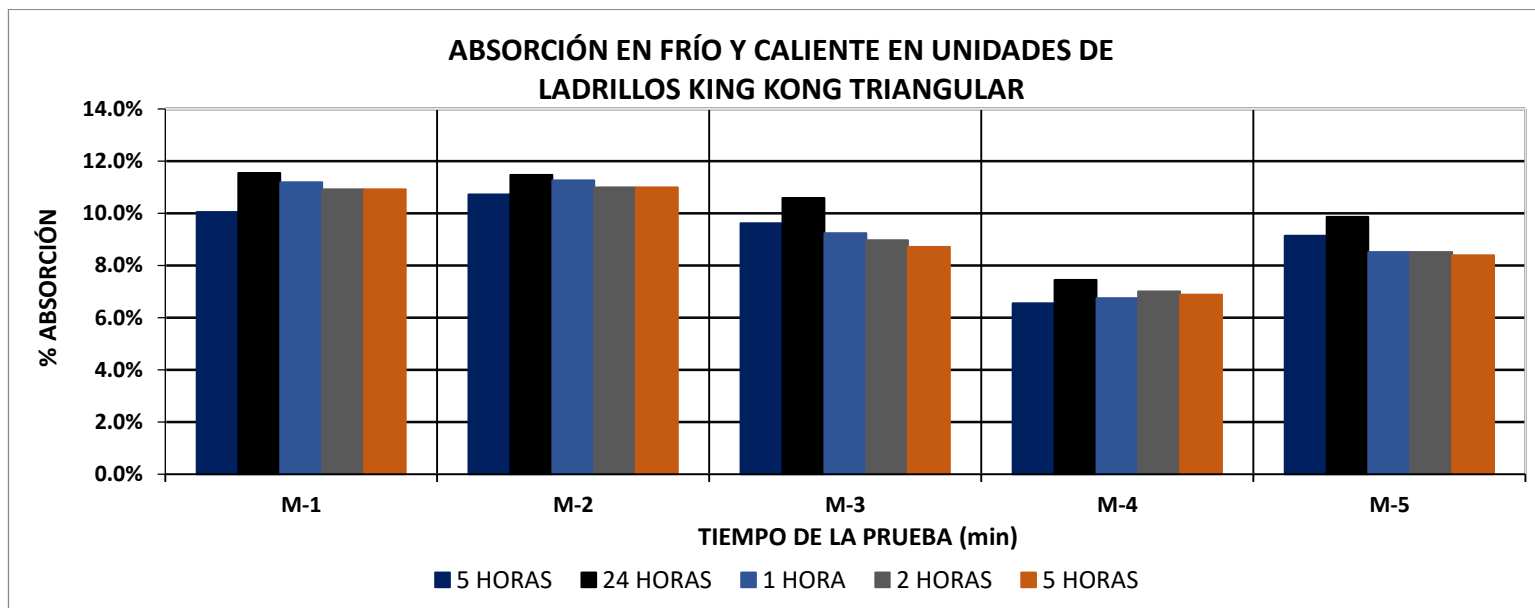


Figura 64. Absorción en frío y caliente en ladrillos King kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 44.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos King Kong Rectangular

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
M-1	3230	3599	3630	3550	3525	3520	9.7%	10.7%	9.9%	9.1%	9.0%	1.38
M-2	3300	3645	3675	3560	3510	3605	11.0%	11.9%	7.9%	6.4%	9.2%	1.23
M-3	3235	3583	3615	3487	3510	3515	7.1%	8.1%	7.8%	8.5%	8.7%	1.36
M-4	3225	3569	3595	3540	3570	3510	9.3%	10.1%	9.8%	10.7%	8.8%	1.30
M-5	3315	3657	3685	3600	3595	3590	8.8%	9.7%	8.6%	8.4%	8.3%	1.35
Promedio							9.2%	10.1%	8.79%	8.63%	8.80%	1.32
Desviación estándar $\sigma$							0.01	0.01	0.010	0.016	0.004	0.06
Coeficiente de Variación							0.15	0.14	0.11	0.18	0.04	0.05

Fuente: Elaboración propia

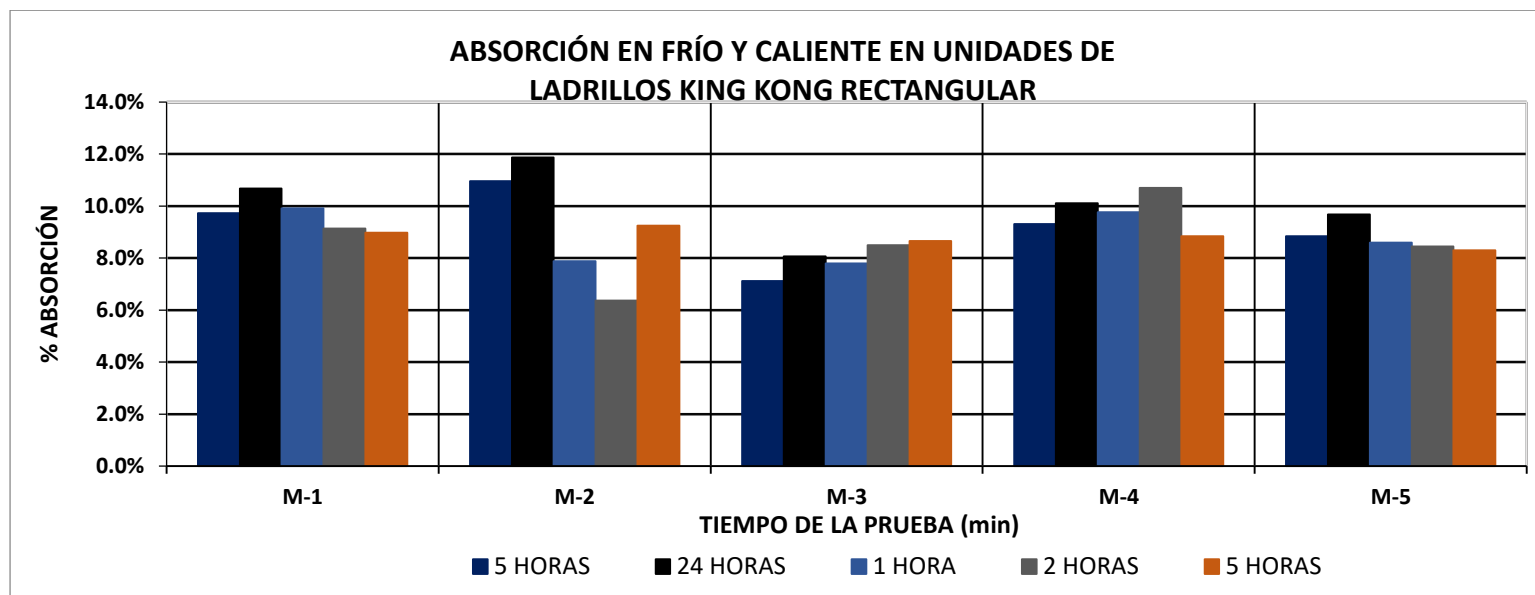


Figura 65. Absorción en frío y caliente en ladrillos King kong Rectangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 45.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Tradicional

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
M-1	5525.26	6326	6418	6280	6280	6270	13.1%	14.8%	13.7%	13.7%	13.5%	1.20
M-2	5410.08	6128	6202	6055	6065	6050	12.5%	13.8%	11.9%	12.1%	11.8%	1.24
M-3	5397.52	6140.51	6212	6090	6090	6090	12.9%	14.2%	12.8%	12.8%	12.8%	1.18
M-4	5382.55	6080	6166	6005	6000	6000	12.1%	13.7%	11.6%	11.5%	11.5%	1.27
M-5	5268.9	5968.67	6040	5895	5890	5885	12.3%	13.6%	11.9%	11.8%	11.7%	1.25
Promedio							12.6%	14.0%	12.37%	12.37%	12.26%	1.23
Desviación estándar $\sigma$							0.00	0.00	0.009	0.009	0.009	0.04
Coeficiente de Variación							0.03	0.03	0.07	0.07	0.07	0.03

Fuente: Elaboración propia

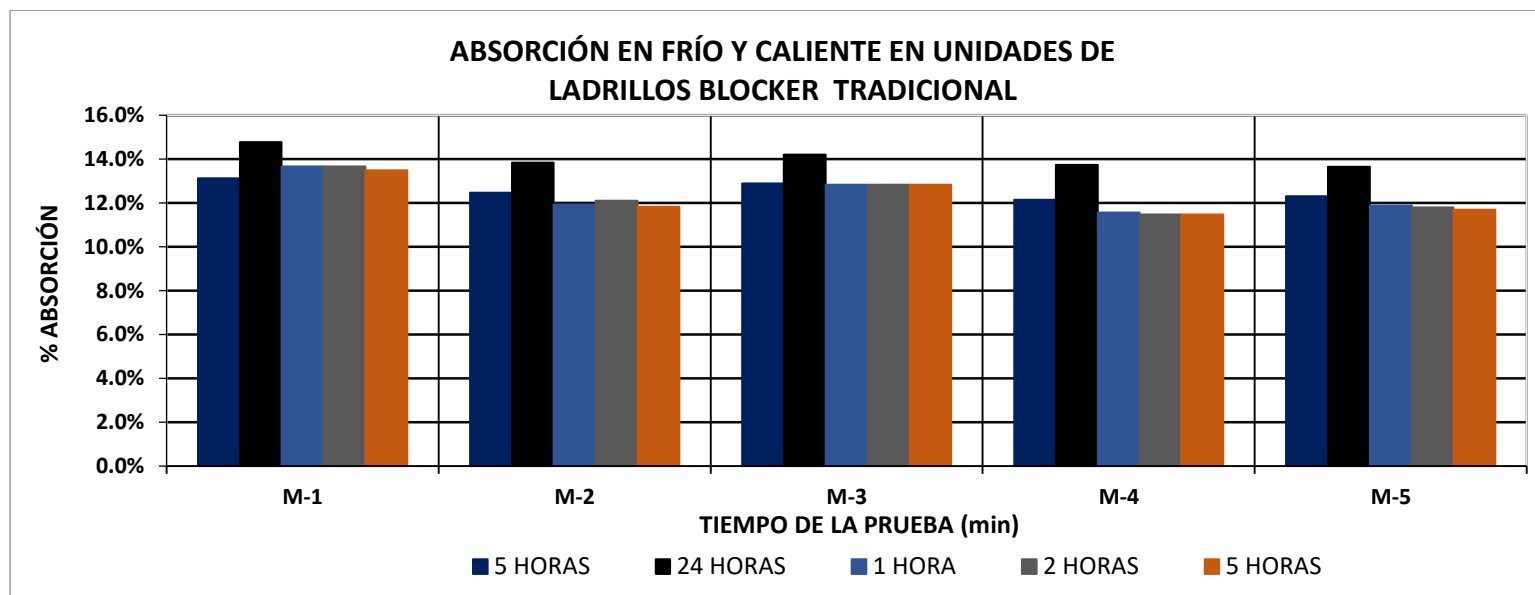


Figura 66. Absorción en frío y caliente en ladrillos Blocker Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 46.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Lente

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
M-1	8015	8895	9040	8820	8725	8800	10.2%	12.0%	10.0%	8.9%	9.8%	1.31
M-2	8000	8923	9065	8895	8795	8825	10.7%	12.5%	11.2%	9.9%	10.3%	1.29
M-3	7965	8901	9005	8815	8775	8825	10.8%	12.1%	10.7%	10.2%	10.8%	1.21
M-4	8140	9012	9180	8935	8890	8955	10.0%	12.1%	9.8%	9.2%	10.0%	1.28
M-5	7915	8893	9010	8855	8735	8775	11.4%	12.9%	11.9%	10.4%	10.9%	1.27
Promedio							10.6%	12.3%	10.71%	9.71%	10.36%	1.27
Desviación estándar $\sigma$							0.01	0.00	0.009	0.006	0.005	0.04
Coeficiente de Variación							0.05	0.03	0.08	0.07	0.05	0.03

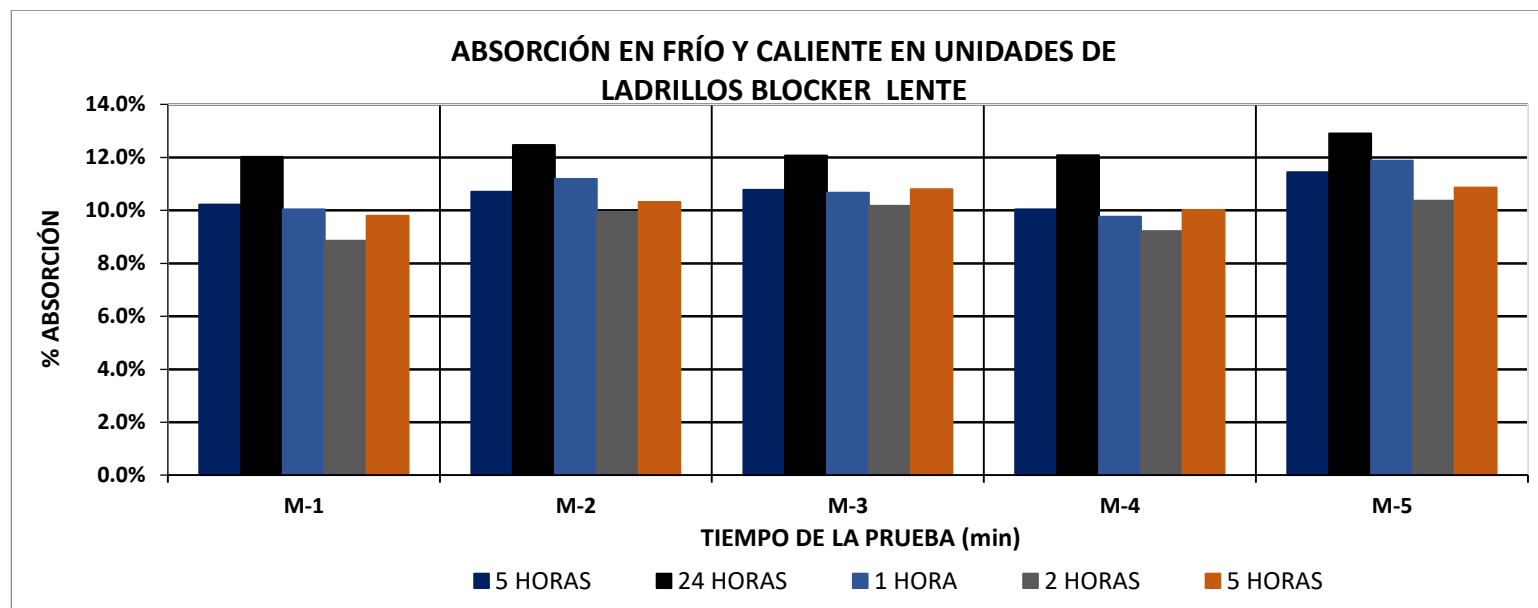


Figura 67. Absorción en frío y caliente en ladrillos Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 47.

Tabla de datos obtenidos y procesados mediante la prueba de Absorción en Ladrillos Blocker Hexagonal

MUESTRA	PESO SECADO AL HORNO	PESO SUMERSIÓN EN FRÍO		PESO SUMERSIÓN EN CALIENTE			% Absorción en frío		% Absorción en Caliente			COEFICIENTE DE SATURACIÓN
		5 HORAS	24 HORAS	1HORA	2 HORAS	5 HORAS	Absorción a 5 hrs	Absorción a 24 hrs	1 HORA	2 HORAS	5 HORAS	
		M-1	6425	7123	7225	7050	7040	7065	10.1%	11.7%	9.7%	
M-2	6435	7130	7235	7075	7060	7065	9.9%	11.6%	9.9%	9.7%	9.8%	1.27
M-3	6340	7128	7235	7070	7035	7065	11.5%	13.1%	11.5%	11.0%	11.4%	1.23
M-4	6520	7195	7316	7130	7095	7140	9.8%	11.6%	9.4%	8.8%	9.5%	1.28
M-5	6720	7382	7505	7340	7305	7325	9.3%	11.1%	9.2%	8.7%	9.0%	1.30
Promedio							10.1%	11.8%	9.95%	9.55%	9.94%	1.27
Desviación estándar $\sigma$							0.01	0.01	0.009	0.009	0.009	0.03
Coeficiente de Variación							0.08	0.07	0.09	0.09	0.09	0.02

Fuente: Elaboración propia

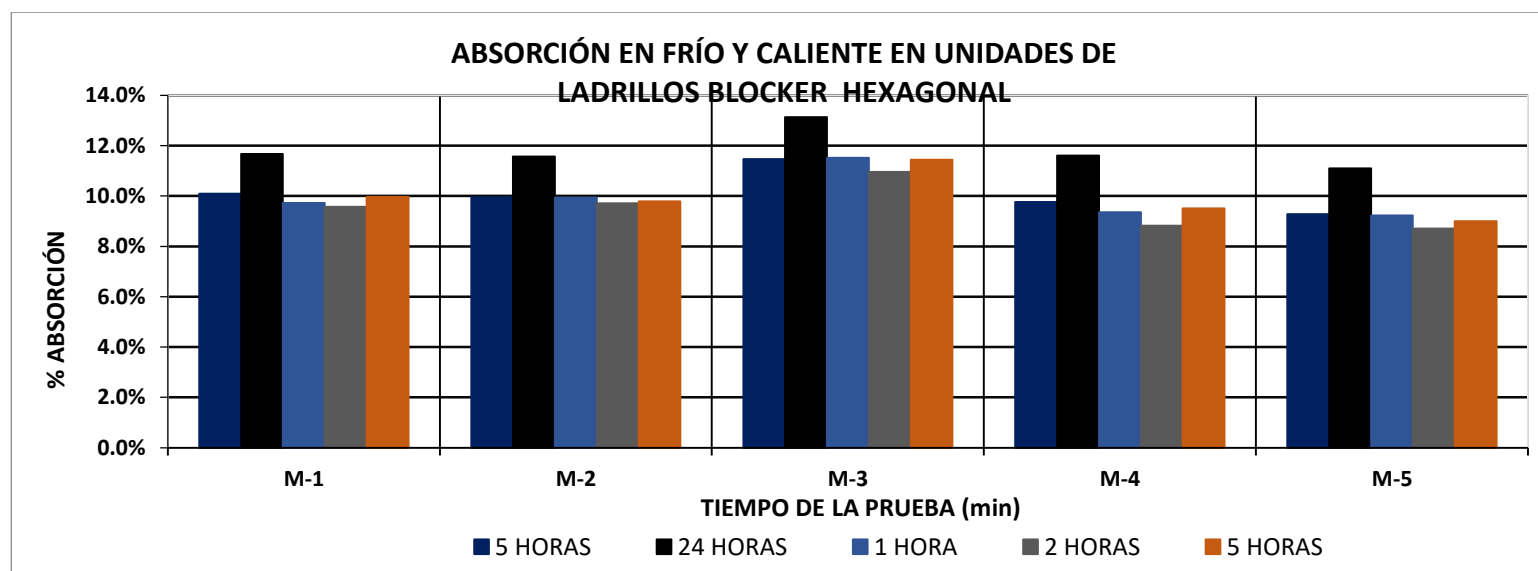


Figura 68. Absorción en frío y caliente en ladrillos Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Como se observa en los resultados de la prueba realizada, las unidades de albañilería de tipo King Kong con alveolos modificados presentan menor porcentaje de absorción tanto a las 5 h y 24h teniendo valor máximo de 10.2% en comparación del King Kong tradicional que tiene valor máximo de 12.9%. Por otro lado, el tipo Blocker con alveolos modificados también presentan menor porcentaje de absorción tanto a las 5 h y 24h teniendo valor máximo de 12.3% en comparación del Blocker tradicional que tiene valor máximo de 12.6%.

Para la Absorción, se tiene que, para ser aceptada la unidad, esta debe cumplir fundamental y principalmente que la absorción de cada unidad de albañilería no debe superar en 22%. Como se muestra el resultado que se obtuvo en el ensayo de absorción como máximo realizado a 5 horas y el otro a 24 horas tanto para el tipo King Kong y Blocker de alveolos modificados se obtuvo 13.6%, por lo cual se corrobora y acepta la unidad ensayada por estar dentro de los parámetros.

El 100% de unidades ensayadas a absorción en frío y caliente presentan resultados admisibles que son menores al 22% como indica el RNE.

Para la Absorción en caliente, se tiene el mayor porcentaje de absorción a 1h de la prueba en comparación de las pruebas a 2h y 5h pues es en ese lapso que se llegan a saturar la mayor cantidad de espacios vacíos internos, de estos valores obtenidos del tipo King Kong el tipo rectangular es el que menor porcentaje tiene (9.39%), mientras del Blocker hexagonal es el que menor porcentaje tiene (9.95%) con lo cual nos indica que estos son los tipos con menor porosidad y por la misma razón conllevará a un mejor comportamiento frente al intemperismo.



**6.10.1. Índice de reducción sonora R (dB)**

**6.10.1.1. King Kong Tradicional**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado King Kong Tradicional (dimensiones nominales 120 x 90 x 240 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f (hz)</i>	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R (dB)</i>
100	117.60	101.54	16.06
125	106.63	91.58	15.05
160	106.63	78.14	28.49
200	108.58	83.52	25.06
250	106.60	85.80	20.80
315	104.03	80.98	23.05
400	103.53	76.16	27.37
500	105.05	77.76	27.29
630	106.28	79.02	27.26
800	108.90	73.56	35.34
1000	104.88	77.20	27.68
1250	112.40	70.22	42.18
1600	113.80	77.68	36.12
2000	101.90	65.62	36.28
2500	94.35	60.60	33.75
3150	105.53	62.96	42.57
4000	99.63	57.76	41.87
5000	95.83	55.20	40.63

$R_w$	<b>28.16</b>
-------	--------------

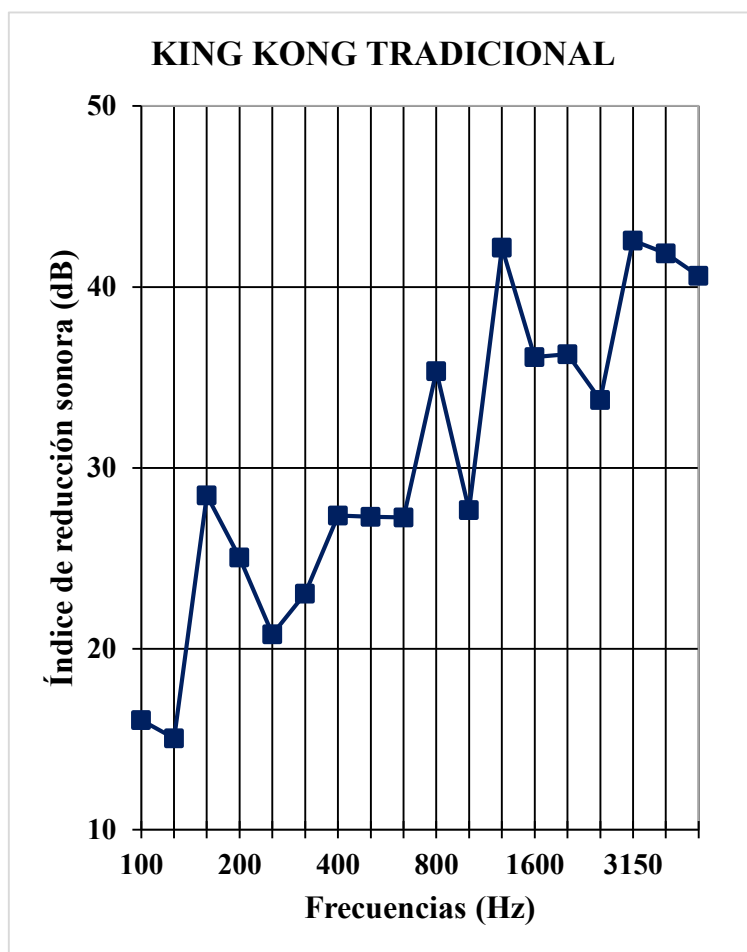


Figura 69. Aislamiento de Ruido (dB) en muro de ladrillo King Kong Tradicional



**6.10.1.2. King Kong Triangular**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado King Kong Triangular (dimensiones nominales 120 x 90 x 240 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f</i> (hz)	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R</i> (dB)
100	117.70	98.52	19.18
125	106.00	88.00	18.00
160	106.30	75.28	31.02
200	108.78	80.58	28.20
250	106.80	82.50	24.30
315	103.63	79.12	24.51
400	103.58	74.76	28.82
500	104.53	74.92	29.61
630	106.30	78.32	27.98
800	108.60	73.10	35.50
1000	105.13	71.40	33.73
1250	112.20	66.12	46.08
1600	113.48	76.40	37.08
2000	102.03	66.32	35.71
2500	95.90	58.60	37.30
3150	102.53	62.70	39.83
4000	103.73	57.90	45.83
5000	92.60	55.00	37.60

$R_w$	<b>31.19</b>
-------	--------------

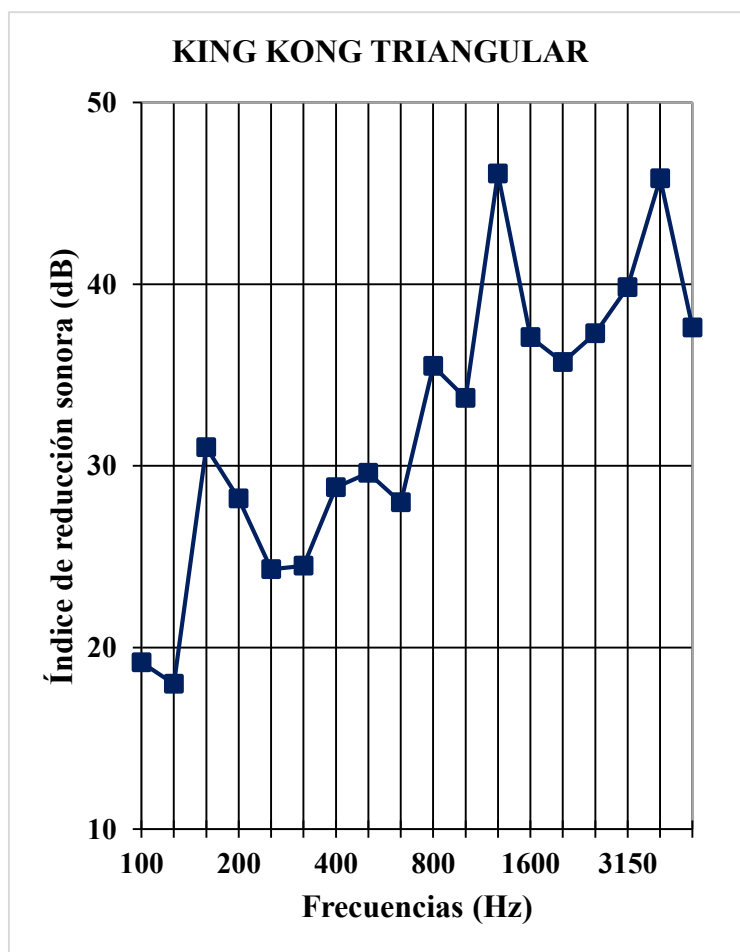


Figura 70. Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo King Kong Triangular

**6.10.1.1. King Kong Rectangular**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado King Kong Rectangular (dimensiones nominales 120 x 90 x 240 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f</i> (hz)	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R</i> (dB)
100	116.50	97.26	19.24
125	108.92	87.56	21.36
160	110.04	76.52	33.52
200	111.88	76.14	35.74
250	109.94	76.86	33.08
315	107.70	72.42	35.28
400	107.72	72.36	35.36
500	108.70	76.42	32.28
630	111.48	77.14	34.34
800	112.06	73.44	38.62
1000	113.36	74.44	38.92
1250	113.18	62.18	51.00
1600	112.86	77.00	35.86
2000	100.76	66.30	34.46
2500	102.08	66.94	35.14
3150	108.80	61.50	47.30
4000	107.78	56.30	51.48
5000	98.24	55.50	42.74

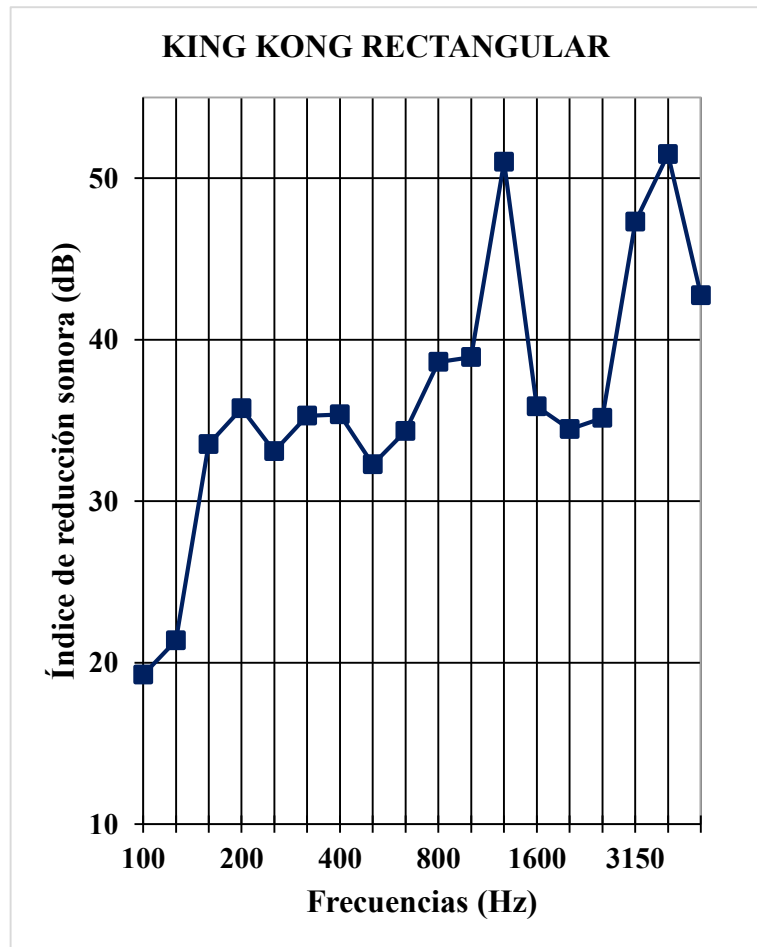


Figura 71. Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo King Kong Rectangular

$R_w$	<b>35.26</b>
-------	--------------

**6.10.1.1. Blocker Tradicional**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado Blocker Tradicional (dimensiones nominales 120 x 200 x 300 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f</i> (hz)	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R</i> (dB)
100	118.28	101.24	17.04
125	108.23	91.36	16.87
160	108.35	79.20	29.15
200	109.65	70.30	39.35
250	107.98	72.74	35.24
315	105.50	74.04	31.46
400	105.50	77.52	27.98
500	106.53	79.82	26.71
630	108.38	79.50	28.88
800	110.90	74.66	36.24
1000	105.75	77.10	28.65
1250	114.90	74.72	40.18
1600	116.63	79.62	37.01
2000	102.85	63.42	39.43
2500	98.58	65.48	33.10
3150	108.33	68.24	40.09
4000	99.43	65.62	33.81
5000	100.63	58.20	42.43

$R_w$	<b>30.12</b>
-------	--------------

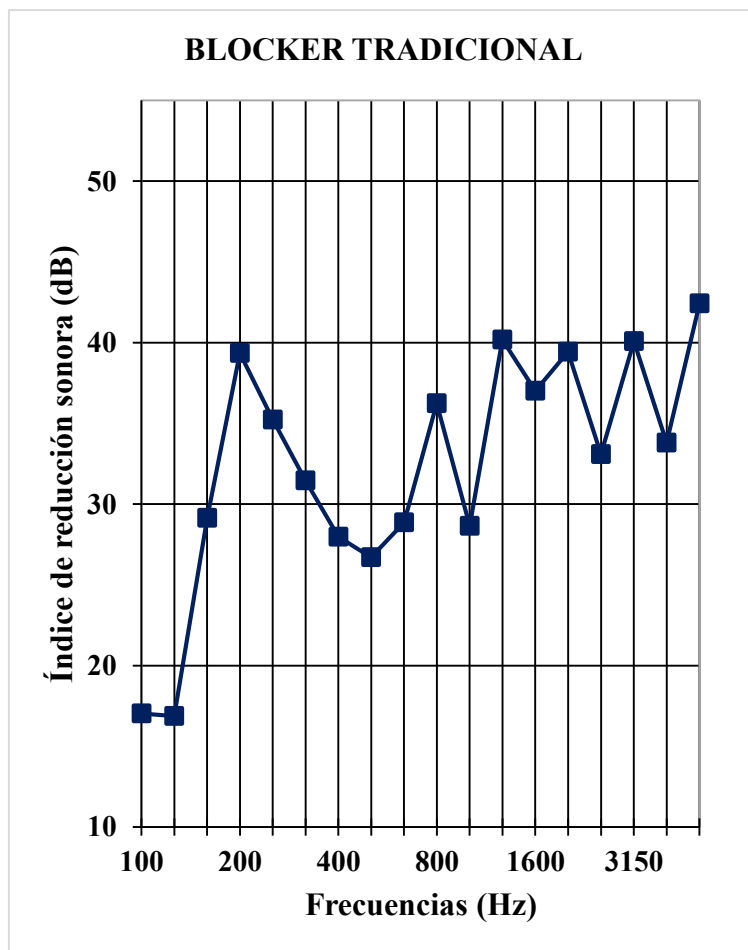


Figura 72. Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Tradicional

**6.10.1.1. Blocker Lente**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado Blocker Lente (dimensiones nominales 120 x 200 x 300 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f</i> (hz)	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R</i> (dB)
100	116.35	98.68	17.67
125	106.43	87.50	18.93
160	107.23	75.86	31.37
200	108.53	72.56	35.97
250	106.80	71.46	35.34
315	103.83	70.42	33.41
400	103.68	72.00	31.68
500	105.68	75.24	30.44
630	107.00	76.46	30.54
800	110.35	69.04	41.31
1000	106.20	73.88	32.32
1250	113.08	60.38	52.70
1600	110.58	75.08	35.50
2000	106.68	68.88	37.80
2500	95.23	64.02	31.21
3150	109.75	61.56	48.19
4000	102.85	57.50	45.35
5000	100.63	55.40	45.23

$R_w$  33.36

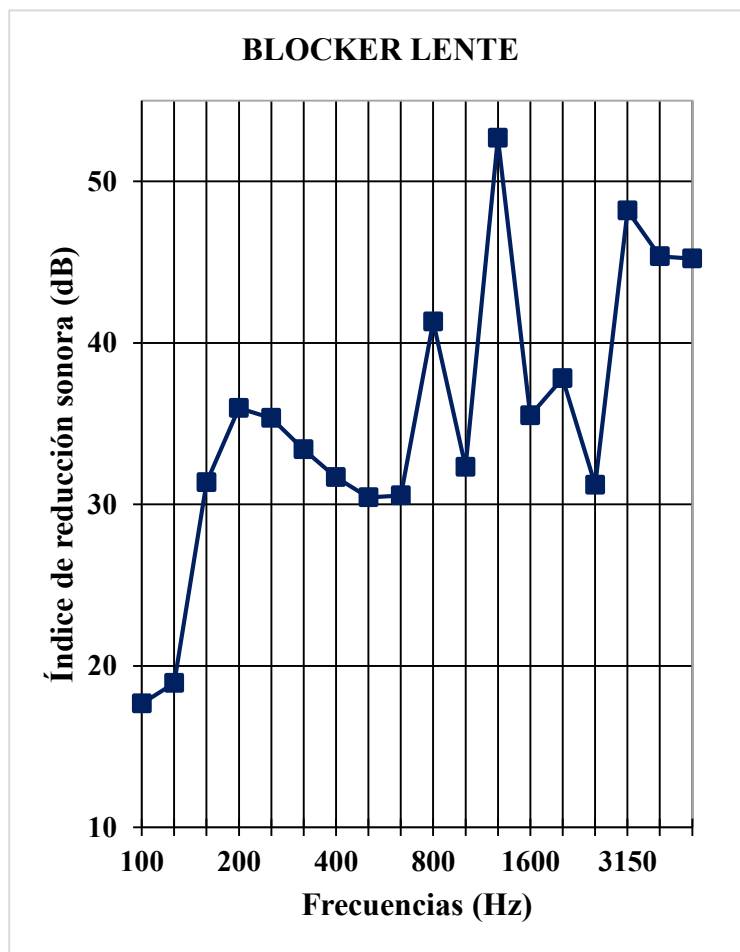


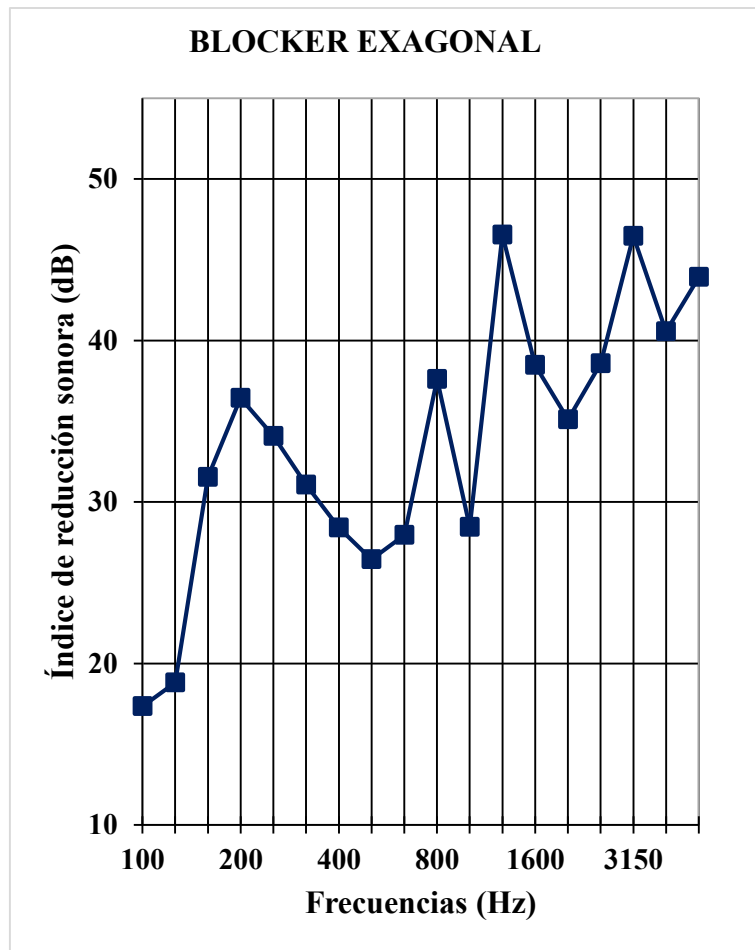
Figura 73. Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Lente

**6.10.1.2. Blocker Hexagonal**

**Descripción e identificación de elementos constructivos:**

La muestra consiste en un muro de ladrillo hueco denominado Blocker Hexagonal (dimensiones nominales 120 x 200 x 300 mm), el cual no presenta revoque en ninguna de sus caras, el asentado del ladrillo se realizó con mortero tradicional P2 (cemento-arena 1:4), con espesor de juntas verticales y horizontales de 1-1.5 cm, el muro construido posee 60 cm de altura y 60 cm de longitud. El muro tiene un tiempo de secado superior a los 28 días.

<i>f</i> (hz)	<i>Emisor</i>	<i>Receptor</i>	<i>R</i> (dB)
100	117.25	99.90	17.35
125	108.05	89.24	18.81
160	107.68	76.14	31.54
200	108.78	72.34	36.44
250	107.13	73.04	34.09
315	104.13	73.06	31.07
400	104.20	75.80	28.40
500	105.65	79.20	26.45
630	107.23	79.28	27.95
800	110.30	72.70	37.60
1000	105.40	76.96	28.44
1250	113.05	66.50	46.55
1600	114.63	76.14	38.49
2000	101.60	66.50	35.10
2500	100.73	62.14	38.59
3150	106.48	60.00	46.48
4000	104.25	63.70	40.55
5000	98.80	54.88	43.92



$R_w = 30.57$

Figura 74. Aislamiento de Ruido en muro de ladrillo Blocker Hexagonal

**COMPARACIÓN DE SONIDO PROMEDIO, MEDIDO ANTES Y DESPUES DE MUROS CONSTRUIDOS CON LADRILLOS KING KONG TRADICIONAL Y CON ALVEOLO MODIFICADO**

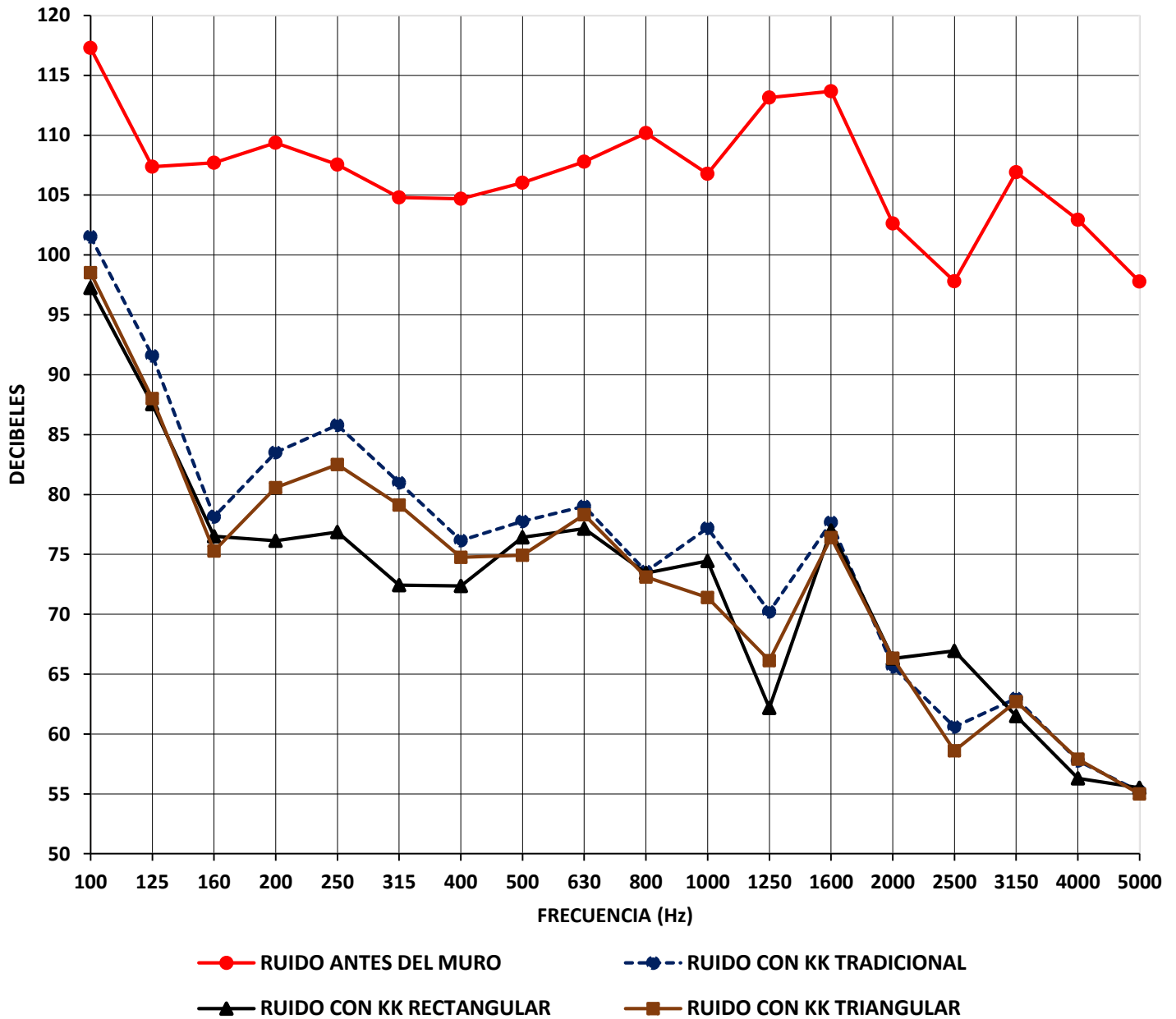


Figura 75. Comparación de la medida de sonido en muros de Ladrillos King Kong para las diferentes frecuencias

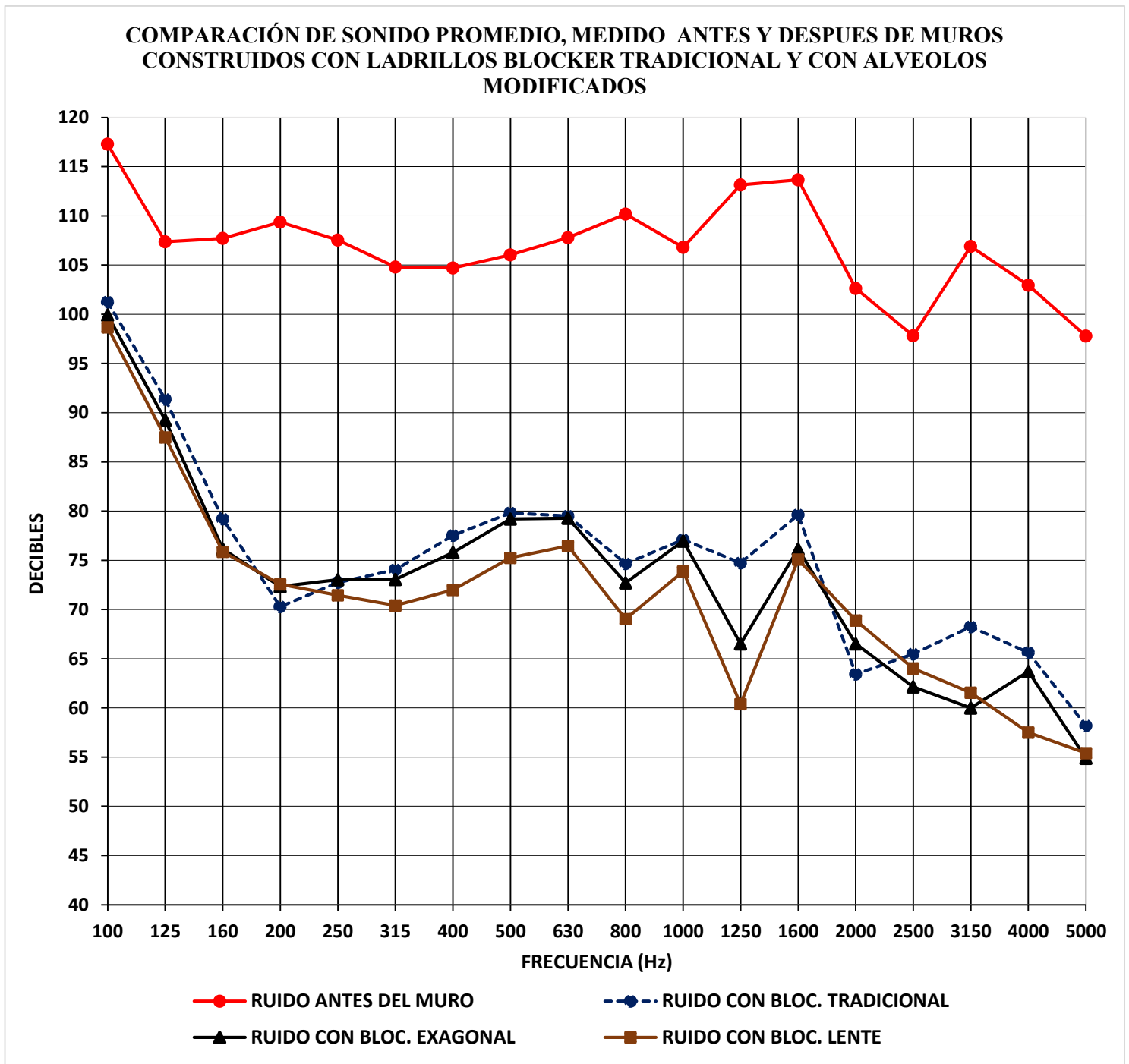


Figura 76. Comparación de la absorción de sonido en muros de Ladrillos King Kong para las diferentes frecuencias

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Se determinó los niveles representativos de aislamiento acústico de los muros representativos de cada modelo de las unidades King Kong y Blocker tanto tradicionales como con alveolos modificados en función del espectro de frecuencia y en decibeles (db).

Los valores de aislamiento acústico (medidas en dB) que se muestran en las figuras anteriores son las correspondientes a las 18 frecuencias que establece la normativa de referencia, figuras donde se aprecia que el índice de reducción sonora de los muros ensayados varía de acuerdo a las características de los ladrillos usados y la frecuencia del sonido emitido.

Se puede observar que los valores de aislación sonora obtenidos de acuerdo a la evaluación realizada presenta un valor promedio de emisión sonora de 108 db, mientras que en el lado receptor tras el muro se obtiene según la gráfica obtenida para el tipo Blocker de tipo lente tiene una mejor aislación acústica en frecuencias intermedias (315Hz-1250Hz), mientras que para las frecuencias bajas el tipo hexagonal y lente no presentan mejoras significativas; teniendo ambos modelos en general, una mejor aislación acústica respecto al tipo Blocker tradicional. Respecto al tipo King Kong de tipo triangular tiene una mejor aislación acústica en frecuencias altas teniendo también algunos valores aproximados de aislación del tipo King Kong tradicional para estas frecuencias en este rango, mientras que para las frecuencias bajas el tipo rectangular presenta mejor aislación acústico, teniendo también ambos modelos en general una mejor aislación acústica respecto al tipo King Kong tradicional.

Por otra parte, se hallaron los índices ponderado de reducción sonora, cuyos valores fueron de 28.16 dB para el King Kong tradicional, 31.19 dB para King Kong Triangular, 35.26 dB para King Kong Rectangular, 30.12 dB para Blocker tradicional, 33.36 dB para Blocker Lente y 30.57 dB para Blocker Hexagonal.





Tabla 50.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Tradicional*

KING KONG TRADICIONAL											
TIEMPO	M1 (°C)	M2 (°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	42.5	50.8	59.2								
45.0	77.1	82.7	89.2								
60.0	92.6	103.8	117.1	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	120.0	>FR 120
90.0	115.7	112.9	125	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	127.1	>FR 120
120.0	120	127.1	138.9	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	138.9	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

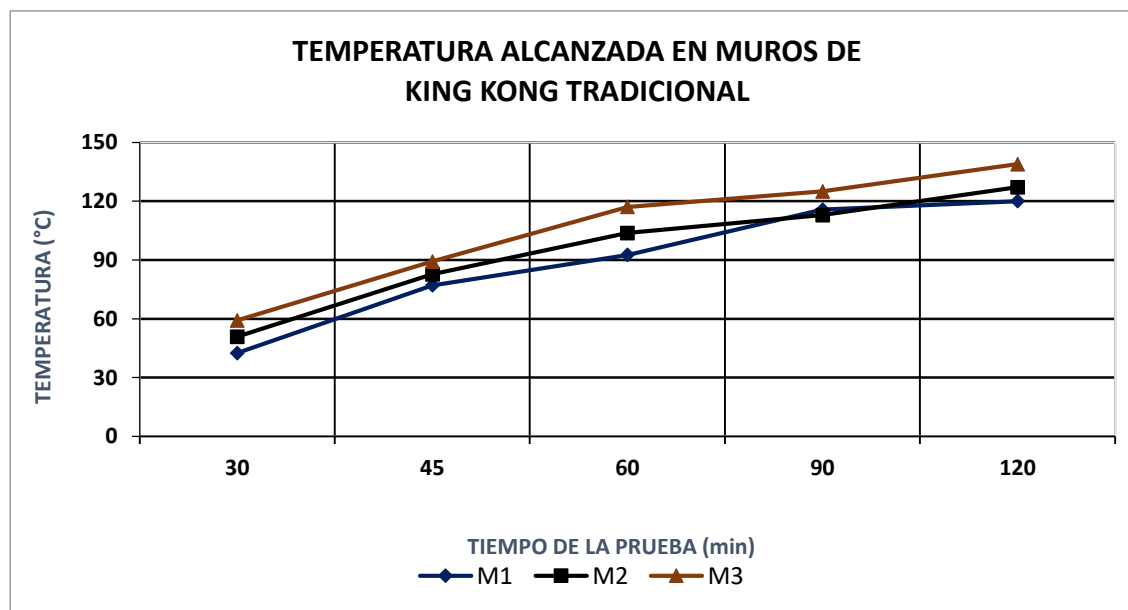


Figura 77. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Tradicional

Tabla 51.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Rectangular*

KING KONG RECTANGULAR											
TIEMPO	M1 (°C)	M2(°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	28.3	43.8	43.1								
45.0	52.3	61.4	55.4								
60.0	68.6	76.7	71.2	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	74.4	>FR 120
90.0	88.2	83	72.6	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	90.6	>FR 120
120.0	74.4	90.6	78.3	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	78.3	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

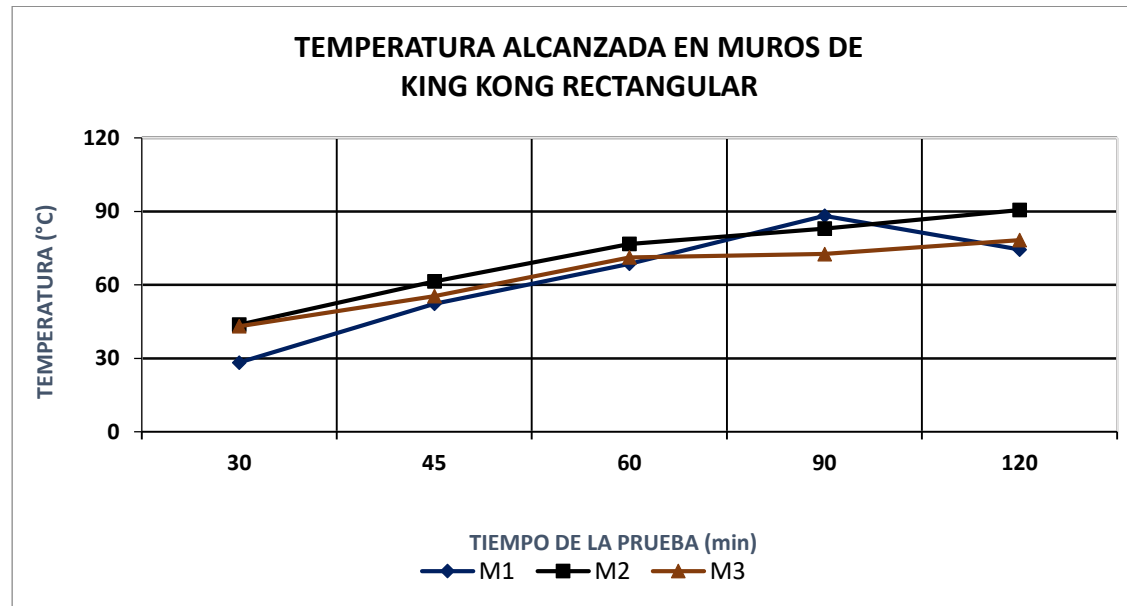


Figura 78. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Rectangular

Tabla 52.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla KK Triangular*

KING KONG TRIANGULAR											
TIEMPO	M1 (°C)	M2 (°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	39.5	54.1	38.5								
45.0	70.8	53.1	43.5								
60.0	80	100.4	67.3	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	146.5	>FR 120
90.0	120.3	146.1	95	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	<120 minutos	177.2	FR 90
120.0	146.5	177.2	123.3	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	123.3	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

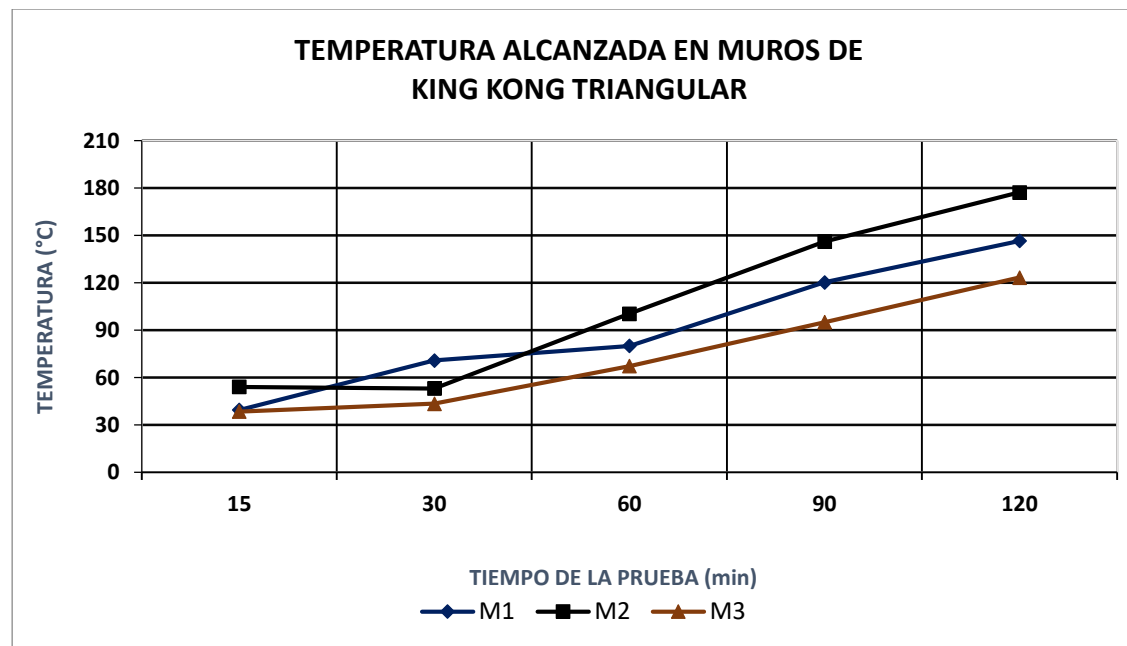


Figura 79. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo King Kong Triangular

Tabla 53.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Tradicional*

BLOCKER TRADICIONAL											
TIEMPO	M1 (°C)	M2(°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	27.9	29.3	41.0								
45.0	29.5	36.0	40.6								
60.0	73.8	85.4	67.9	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	126.2	>FR 120
90.0	83.0	101.7	82.3	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	120 minutos	157.6	FR 90
120.0	126.2	157.6	137.8	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	137.8	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

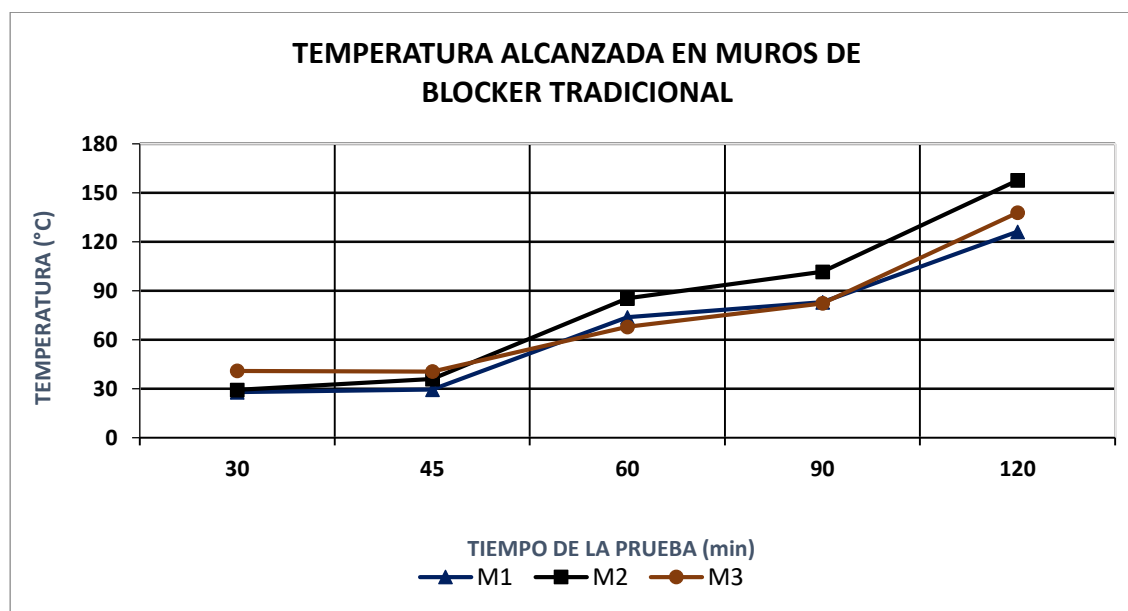


Figura 80. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Tradicional

Tabla 54.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Hexagonal*

BLOCKER HEXAGONAL											
TIEMPO	M1 (°C)	M2 (°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	25.5	40.5	37								
45.0	31.4	42.2	32.4								
60.0	57.4	70.4	55.3	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	150.0	>FR 120
90.0	95.3	90.3	88.7	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	142.3	>FR 120
120.0	150	142.3	148.1	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	148.1	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

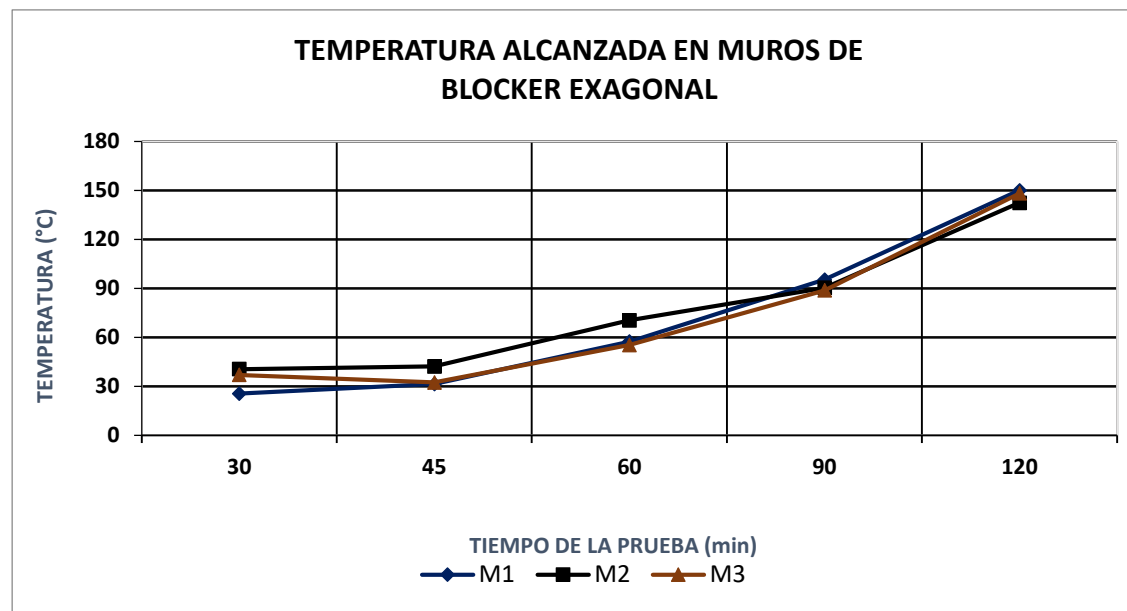


Figura 81. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Hexagonal

Tabla 55.

*Resultados de ensayo de Resistencia al Fuego en ladrillos de arcilla Blocker Lente*

BLOCKER LENTE											
TIEMPO	M1 (°C)	M2 (°C)	M3 (°C)	ANÁLISIS DE LA PRUEBA							
				Muestra N°	Constitución del muro	Tipo de mortero	Revoques	Tiempo en que falla	Tiempo que alcanza 140°C+To	Temperatura alcanzada °C	Resistencia al fuego
30.0	33.9	34.6	41.5								
45.0	51.5	64.1	54.5								
60.0	78.7	85.4	75.7	M1	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	88.0	>FR 120
90.0	84.8	91.5	84.2	M2	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	98.3	>FR 120
120.0	88	98.3	94.3	M3	Ladrillo cerámico no portante de 12 cm.	Mortero de asiento	No tiene	No falla	>120 minutos	94.3	>FR 120

Nota: El cuadro, en la parte izquierda muestra la temperatura máxima alcanzada por el muro de ensayo en alguno de los cinco puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

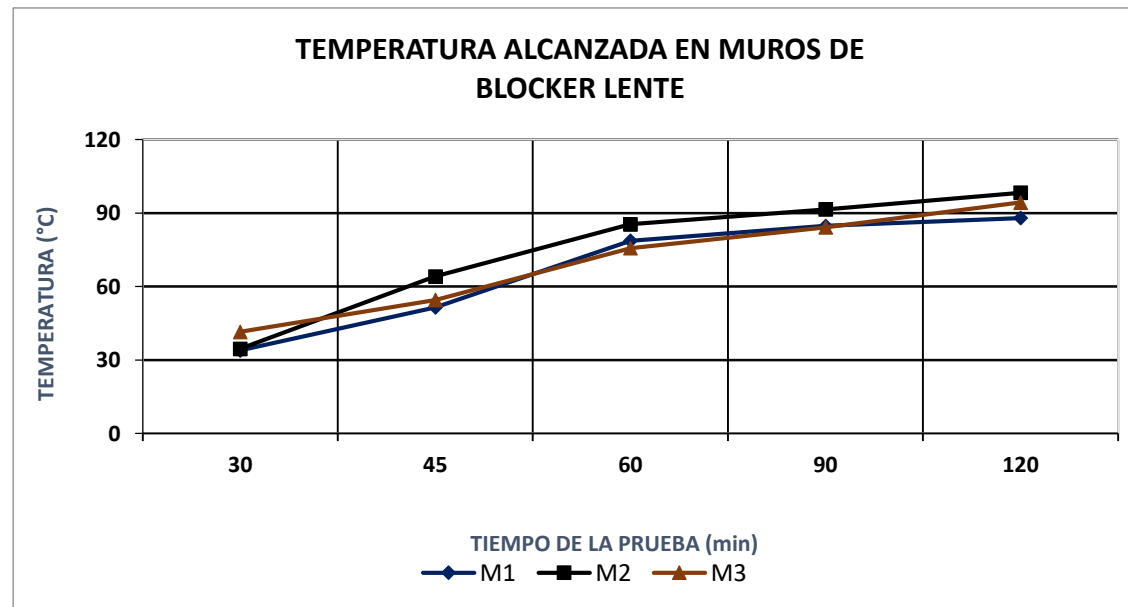


Figura 82. Variación de la temperatura en la cara no expuesta en muros de ladrillo Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 56.

*Cuadro comparativo de la temperatura máxima alcanzada en los muros elaborados con los diferentes tipos de ladrillos*

TIEMPO (min)	TEMPERATURA MÁXIMA ALCANZADA POR LOS MUROS (°C)					
	KK TRADICIONAL	KK RECTANGULAR	KK TRIANGULAR	BLOCKER TRADICIONAL	BLOCKER LENTE	BLOCKER HEXAGONAL
30	59.2	43.8	54.1	41.0	41.5	40.5
45	89.2	61.4	70.8	40.6	64.1	42.2
60	117.1	76.7	100.4	85.4	85.4	70.4
90	125.0	88.2	146.1	101.7	91.5	95.3
120	138.9	90.6	177.2	157.6	98.3	150.0

Nota: Se muestra la temperatura máxima alcanzada por el grupo de muros en alguno de los puntos de control.

Fuente: Elaboración propia

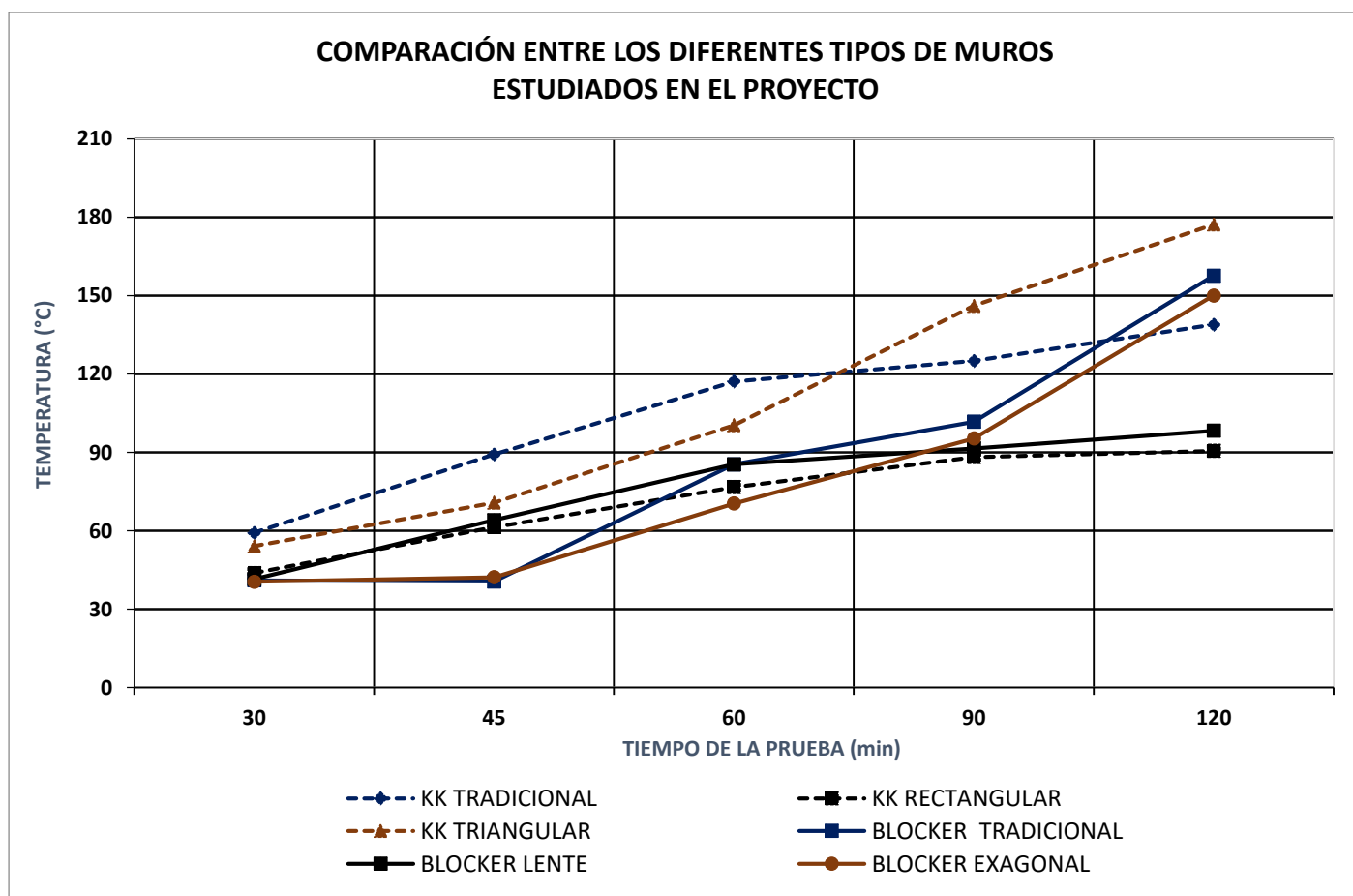


Figura 83. Variación de la temperatura máxima alcanzada por cada grupo de muros en la prueba de resistencia al fuego



De los resultados obtenidos respecto a los ensayos de resistencia al fuego se observa que dentro de ladrillos tipo King Kong analizados el que ofrece un mayor aislamiento térmico viene a ser el tipo rectangular, seguidos del tradicional y el triangular; mientras que dentro del tipo Blocker analizados es el Blocker Lente el que ofrece mayor aislamiento térmico, seguidos del Hexagonal y el tradicional; además con la prueba se pudo observar que casi la totalidad de los muros ofrecen una resistencia superior a FR120.

En ninguno de los casos ensayados el muro falló, tampoco se derrumbó, condiciones que pudieron verse favorecidas por la altura reducida de las muestras, además se cumplió la condición de estanqueidad de llamas y la no emisión de gases por lo que el ensayo solamente fue detenido por que una de las caras no expuestas superó en 140 °C a la temperatura inicial o haber superado el tiempo máximo de prueba sin que falle alguna de las condiciones.

Las unidades de ladrillos de alveolos modificados deberían considerarse como principal alternativa a proponer por tener mayor resistencia y comportamiento respecto al fuego en comparación a las unidades tradicionales.

La prueba de resistencia al fuego se ha podido comprobar mediante múltiples incendios suscitados en la realidad, en los cuales los muros construidos con unidades de albañilería cocida han permanecido en pie en tanto que otros elementos constructivos fueron consumidas o dañadas por las llamas.

La presente prueba arroja resultados que cumplen los requerimientos exigidos por la normativa nacional, lo cual pone en manifiesto el punto de desarrollo que la industria ladrillera local ha logrado, así como los nuevos diseños de ladrillos con alveolos modificados propuestos.

---

## 6.12. PRUEBA DE ULTRASONIDO

Tabla 57.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Tradicional*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
King Kong Tradicional	M-1	12.0	2765.00	43.40
King Kong Tradicional	M-2	12.1	2923.00	41.40
King Kong Tradicional	M-3	12.0	2703.00	44.40
King Kong Tradicional	M-4	12.0	2864.00	41.90
King Kong Tradicional	M-5	12.0	2797.00	42.90
Parámetro Promedio			2810.40	42.80
Desviación estándar			85.63	1.19
Coeficiente de Variación			3.05%	2.79%
Parámetro Característico			2724.77	41.61

Fuente: Elaboración propia

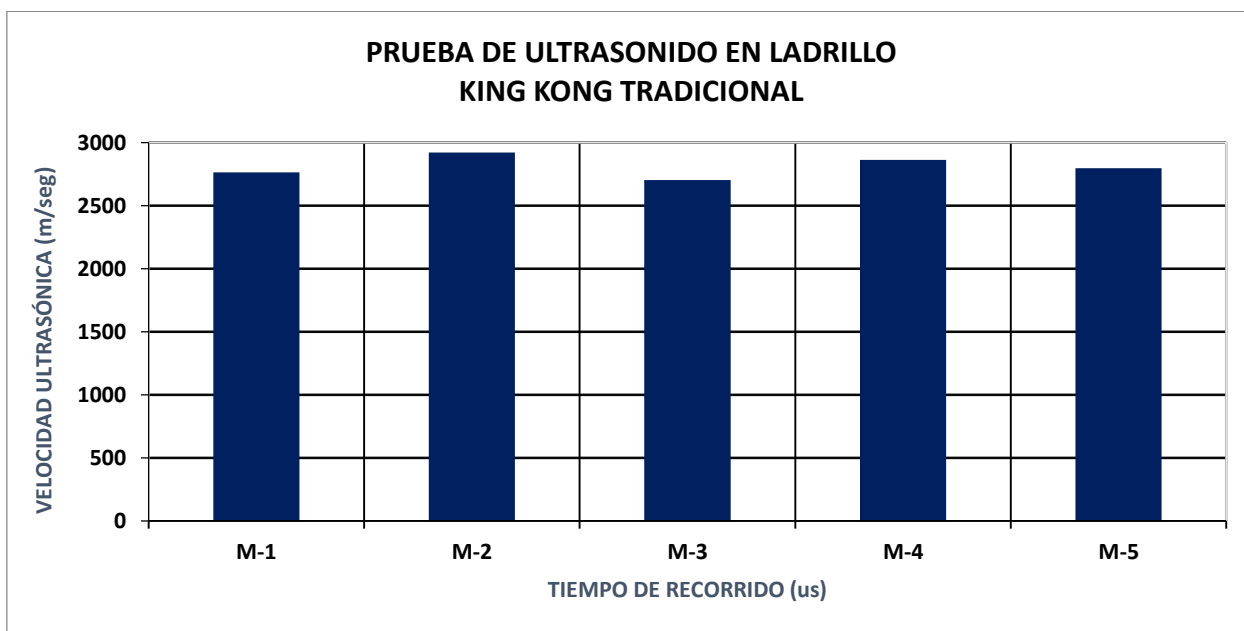


Figura 84. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos King Kong Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 58.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Rectangular*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
King Kong Rectangular	M-1	12.2	720.00	169.00
King Kong Rectangular	M-2	12.2	751.00	162.40
King Kong Rectangular	M-3	12.2	765.00	159.40
King Kong Rectangular	M-4	12.0	790.00	151.90
King Kong Rectangular	M-5	12.0	980.00	122.40
Parámetro Promedio			801.20	153.02
Desviación estándar			103.10	18.19
Coeficiente de Variación			12.87%	11.88%
Parámetro Característico			698.10	134.83

Fuente: Elaboración propia

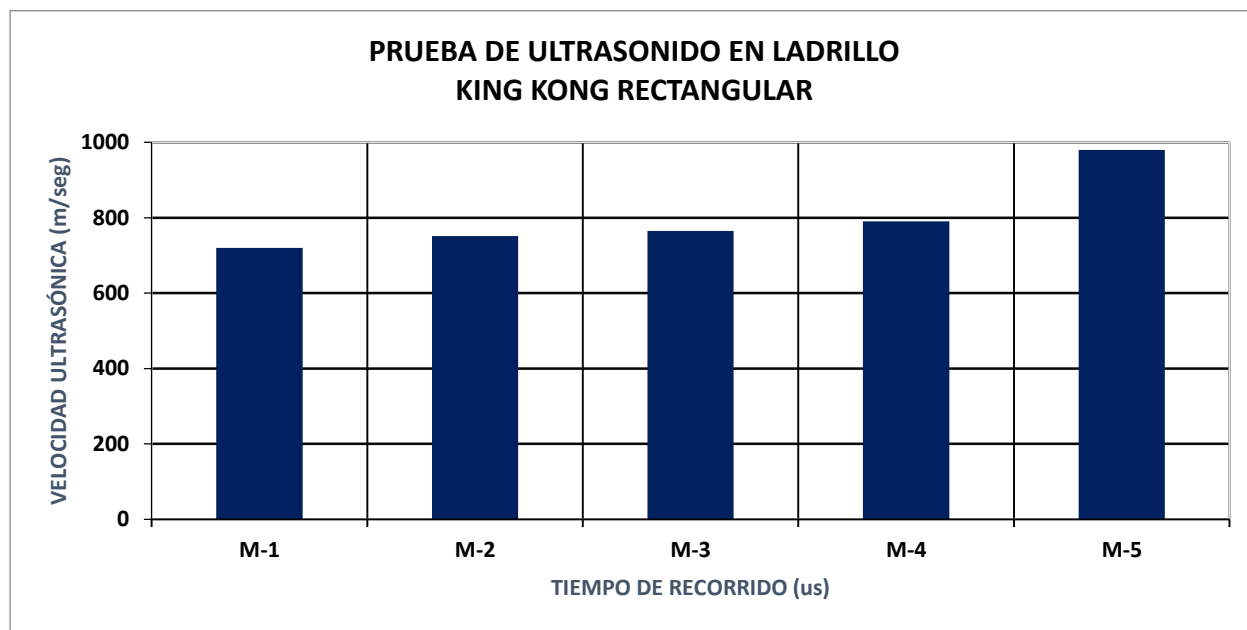


Figura 85. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos King Kong Rectangular

Tabla 59.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo King Kong Triangular*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
King Kong Triangular	M-1	12.0	2166.00	55.40
King Kong Triangular	M-2	12.0	1822.00	66.40
King Kong Triangular	M-3	12.0	2439.00	49.20
King Kong Triangular	M-4	11.8	1929.00	62.20
King Kong Triangular	M-5	11.8	1821.00	65.90
Parámetro Promedio			2035.40	59.82
Desviación estándar			265.88	7.39
Coeficiente de Variación			13.06%	12.35%
Parámetro Característico			1769.52	52.43

Fuente: Elaboración propia

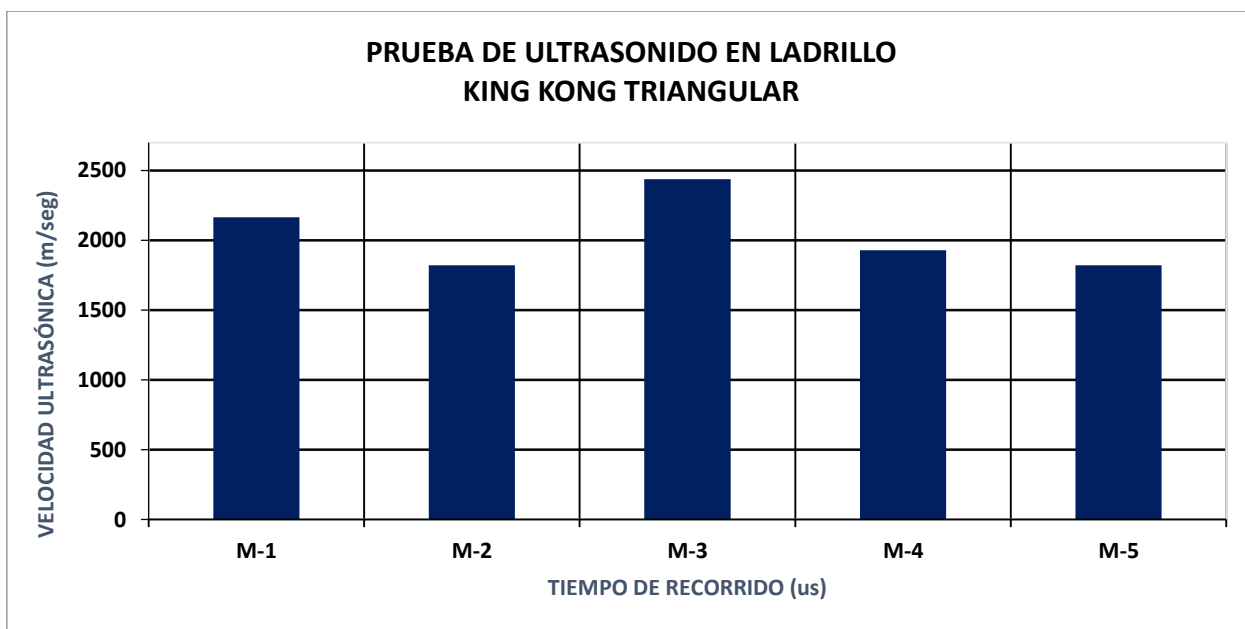


Figura 86. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos King Kong Triangular

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 60.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Tradicional*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
Blocker Tradicional	M-1	12.0	2454.00	48.90
Blocker Tradicional	M-2	11.8	2231.00	52.90
Blocker Tradicional	M-3	11.9	2484.00	47.90
Blocker Tradicional	M-4	12.0	1705.00	70.40
Blocker Tradicional	M-5	12.1	2425.00	49.90
Parámetro Promedio			2259.80	54.00
Desviación estándar			325.54	9.36
Coeficiente de Variación			14.41%	17.33%
Parámetro Característico			1934.26	44.64

Fuente: Elaboración propia

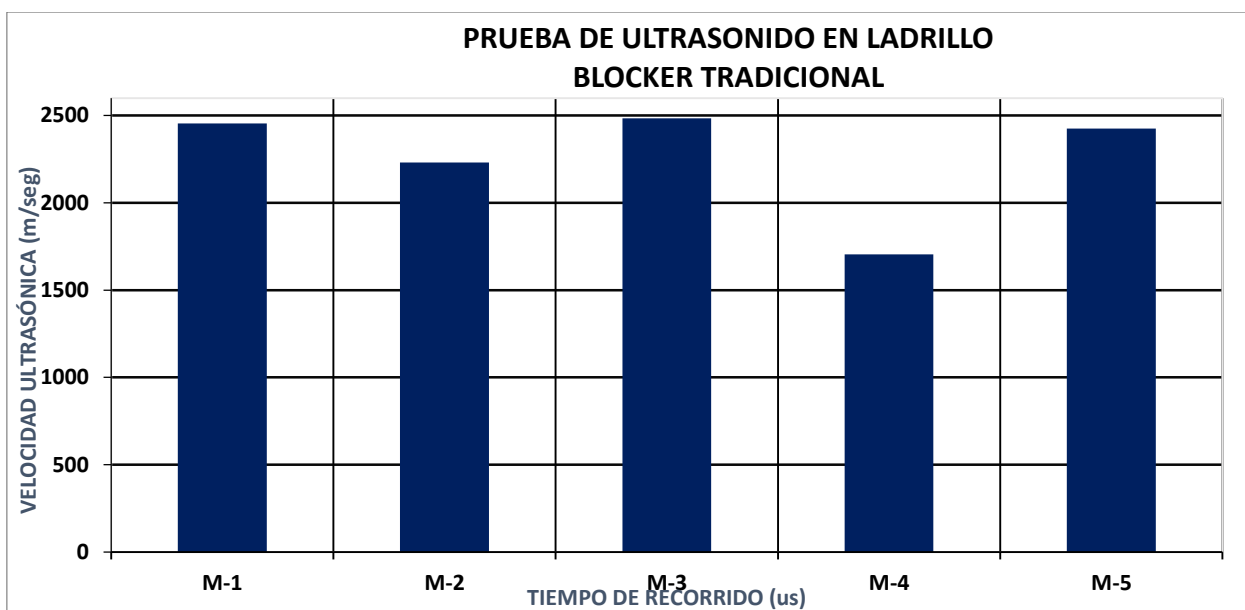


Figura 87. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos Blocker Tradicional

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 61.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Hexagonal*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
Blocker Hexagonal	M-1	11.8	1597.00	73.90
Blocker Hexagonal	M-2	12.0	1365.00	87.90
Blocker Hexagonal	M-3	11.9	1644.00	72.90
Blocker Hexagonal	M-4	11.9	1302.00	91.40
Blocker Hexagonal	M-5	11.9	1508.00	78.90
Parámetro Promedio			1483.20	81.00
Desviación estándar			146.82	8.31
Coeficiente de Variación			9.90%	10.26%
Parámetro Característico			1336.38	72.69

Fuente: Elaboración propia

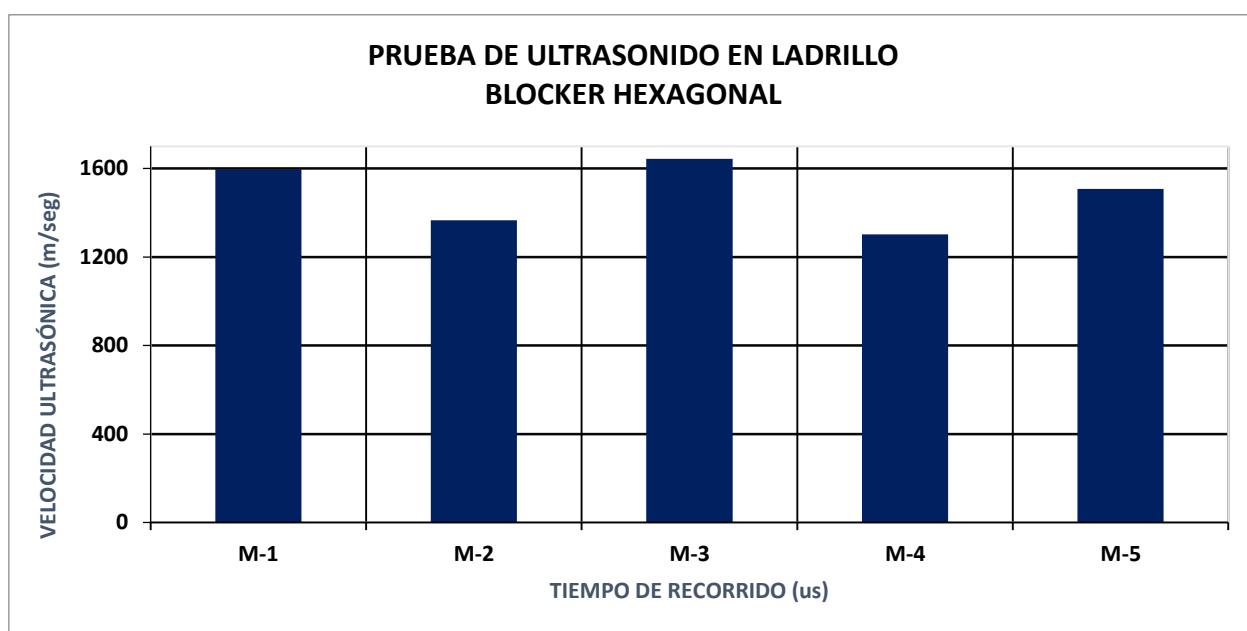


Figura 88. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos Blocker Hexagonal

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 62.

*Prueba de ultrasonido en ladrillo Blocker Lente*

TIPO DE LADRILLO	MUESTRA	LONGITUD (cm)	VELOCIDAD ULTRASÓNICA (m/seg)	TIEMPO (u Seg)
Blocker Lente	M-1	11.7	1154.00	101.40
Blocker Lente	M-2	11.7	1060.00	110.40
Blocker Lente	M-3	11.9	1063.00	111.90
Blocker Lente	M-4	11.7	1521.00	76.40
Blocker Lente	M-5	11.7	1690.00	70.40
Parámetro Promedio			1297.60	94.10
Desviación estándar			289.83	19.43
Coeficiente de Variación			22.34%	20.65%
Parámetro Característico			1007.77	74.67

Fuente: Elaboración propia

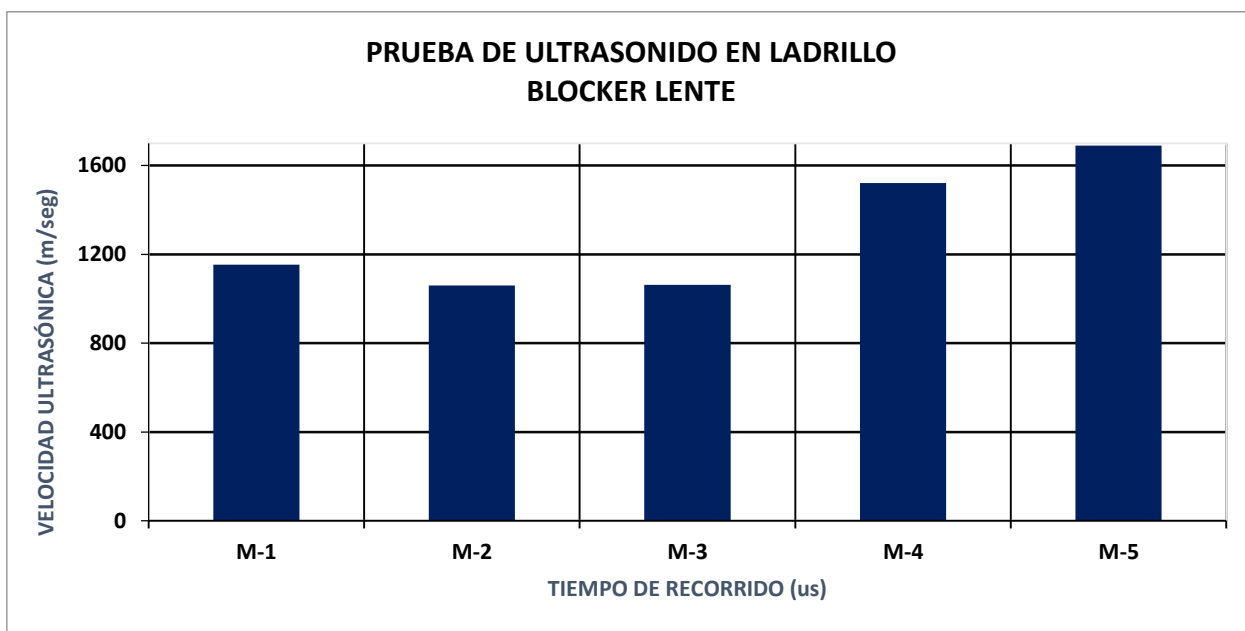


Figura 89. Velocidad Ultrasonica en unidades de ladrillos Blocker Lente

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Como se puede observar, el ensayo experimental se realizó con un total de 30 unidades distribuidas en seis modelos; tres del tipo King Kong y tres del tipo Blocker, donde cada tipo de unidad cuenta ensayada presenta propiedades semejantes de transmisión de ondas ultrasónicas, lo que posibilita realizar una comparación entre los diversos tipos. A continuación, se muestra el resumen de la prueba y su comparación entre ellas.

Tabla 63.

*Resumen de la prueba de ultrasonido en los diferentes tipos de ladrillos.*

TIPO DE LADRILLO	VELOCIDAD ULTRASONICA PROMEDIO (m/s)	TIEMPO PROMEDIO DE RECORRIDO (us)	VELOCIDAD ULTRASONICA CARACTERISTICA (m/s)	TIEMPO DE RECORRIDO CARACTERISTICO (us)
King Kong Tradicional	2810.40	42.80	2724.77	41.61
King Kong Triangular	2035.40	59.82	1769.52	52.43
King Kong Rectangular	801.20	153.02	698.10	134.83
Blocker Tradicional	2259.80	54.00	1934.26	44.64
Blocker Hexagonal	1483.20	81.00	1336.38	72.69
Blocker Lente	1297.60	94.10	1007.77	74.66

Fuente: Elaboración propia

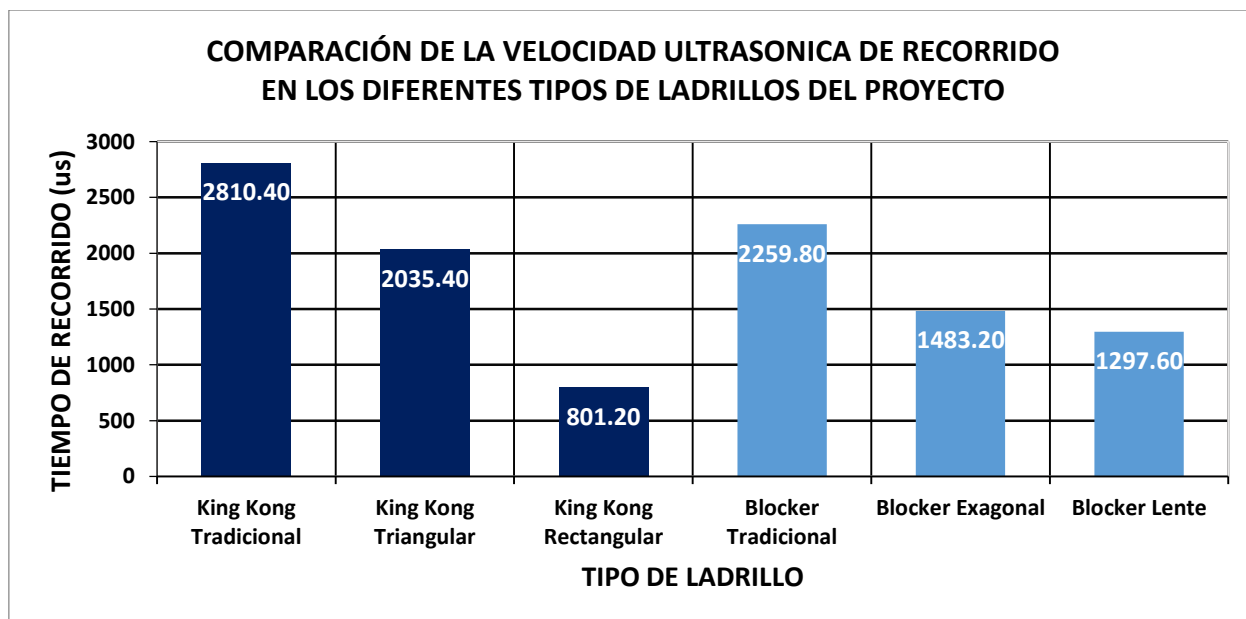


Figura 90. Comparación de la Velocidad Ultrasónica en los diferentes tipos de ladrillos estudiados



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Con los resultados de esta prueba se pueden establecer vínculos y relaciones con la teoría consultada, por otra parte la prueba ha sido útil para tener conocimiento sobre la operación del instrumento ultrasónico Pundit Lab, prueba con la cual se puede confirmar que el ladrillo tipo King Kong con alveolos modificados (tipo triangular y rectangular) son más “porosas” respecto al tipo tradicional por ello las velocidades obtenidas son más bajas y el tiempo obtenido son inversamente proporcionales a dicha velocidad. Respecto al tipo Blocker con alveolos modificados (tipo hexagonal y lente) son también más porosas respecto al tipo tradicional por ello las velocidades obtenidas también son más bajas y por ende el tiempo obtenido son mayores al del tipo tradicional

Podemos señalar que la prueba de Ultrasonido viene a ser una prueba que brinda rapidez, facilidad y seguridad en su aplicación, no obstante, por trabajar con frecuencias que están fuera del campo audible fue usado como un complemento de las demás pruebas de laboratorio, lo que permite aumentar la confiabilidad de los resultados encontrados.

En el estudio se pudo ver que la prueba de Ultrasonido tiene alta capacidad de penetración y los resultados de prueba son conocidos inmediatamente, pero por otra parte también se vio algunas limitaciones del método ultrasónico, como son la geometría de los alveolos en determinados puntos, el espesor y acabado superficial de las unidades ensayadas.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

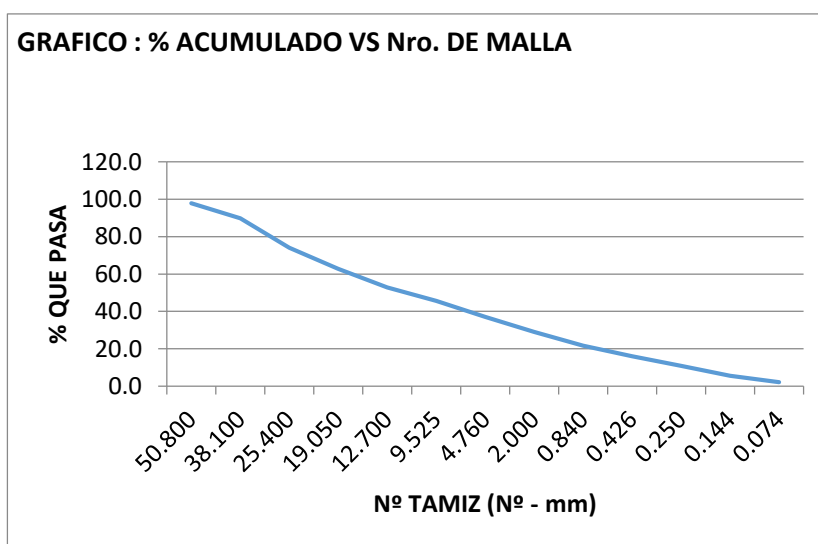
**6.13. Ensayo de durabilidad mediante máquina de los ángeles**

Tabla 64.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Tradicional*

Nº TAMIZ (Nº - mm)		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO KING KONG TRADICIONAL			
		PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2	50.800	0.059	2.103	2.1	97.9
1 1/2	38.100	0.226	8.111	10.2	89.8
1	25.400	0.437	15.707	25.9	74.1
3/4	19.050	0.316	11.370	37.3	62.7
1/2	12.700	0.277	9.973	47.3	52.7
3/8	9.525	0.196	7.061	54.3	45.7
4	4.760	0.239	8.607	62.9	37.1
10	2.000	0.223	8.028	71.0	29.0
20	0.840	0.208	7.467	78.4	21.6
40	0.426	0.158	5.670	84.1	15.9
60	0.250	0.139	4.997	89.1	10.9
100	0.144	0.148	5.324	94.4	5.6
200	0.074	0.098	3.534	98.0	2.0
C		0.057			

MF= **7.550**



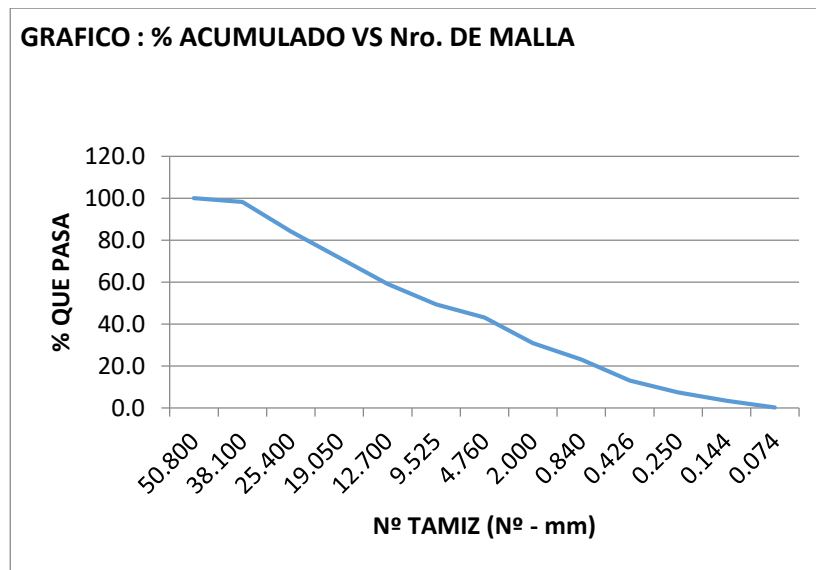
*Figura 91. Curva granulométrica de ladrillos King Kong Tradicional sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.  
Fuente: Elaboración propia*

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 65.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Rectangular*

Nº TAMIZ (Nº - mm)		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO KING KONG RECTANGULAR			
		PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2	50.800	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2	38.100	0.056	1.717	1.7	98.3
1	25.400	0.458	14.079	15.8	84.2
3/4	19.050	0.409	12.556	28.4	71.6
1/2	12.700	0.408	12.550	40.9	59.1
3/8	9.525	0.316	9.707	50.6	49.4
4	4.760	0.203	6.240	56.8	43.2
10	2.000	0.397	12.185	69.0	31.0
20	0.840	0.252	7.757	76.8	23.2
40	0.426	0.331	10.164	87.0	13.0
60	0.250	0.184	5.664	92.6	7.4
100	0.144	0.126	3.886	96.5	3.5
200	0.074	0.108	3.306	99.8	0.2
C		0.006			
		3.254	MF=	7.159	



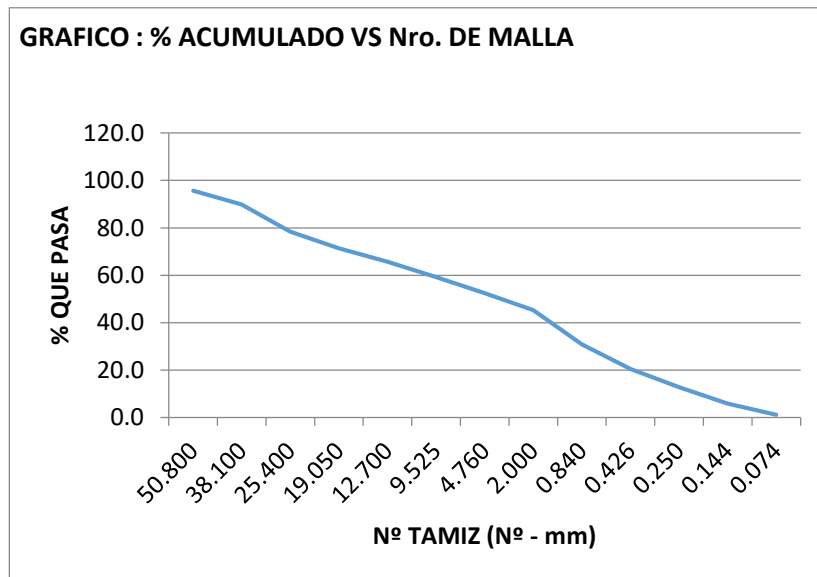
*Figura 92. Curva granulométrica de ladrillos King Kong Rectangular sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.  
Fuente: Elaboración propia*

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 66.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla KK Triangular*

N° TAMIZ (N° - mm)		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO KING KONG TRIANGULAR			
		PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2	50.800	0.158	4.313	4.3	95.7
1 1/2	38.100	0.214	5.843	10.2	89.8
1	25.400	0.418	11.410	21.6	78.4
3/4	19.050	0.260	7.097	28.7	71.3
1/2	12.700	0.206	5.616	34.3	65.7
3/8	9.525	0.237	6.474	40.8	59.2
4	4.760	0.246	6.730	47.5	52.5
10	2.000	0.264	7.209	54.7	45.3
20	0.840	0.529	14.464	69.2	30.8
40	0.426	0.380	10.379	79.5	20.5
60	0.250	0.283	7.743	87.3	12.7
100	0.144	0.252	6.884	94.2	5.8
200	0.074	0.170	4.639	98.8	1.2
C		0.044			
		3.659	MF=	<b>6.708</b>	



*Figura 93. Curva granulométrica de ladrillos King Kong Triangular sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.*

Fuente: Elaboración propia

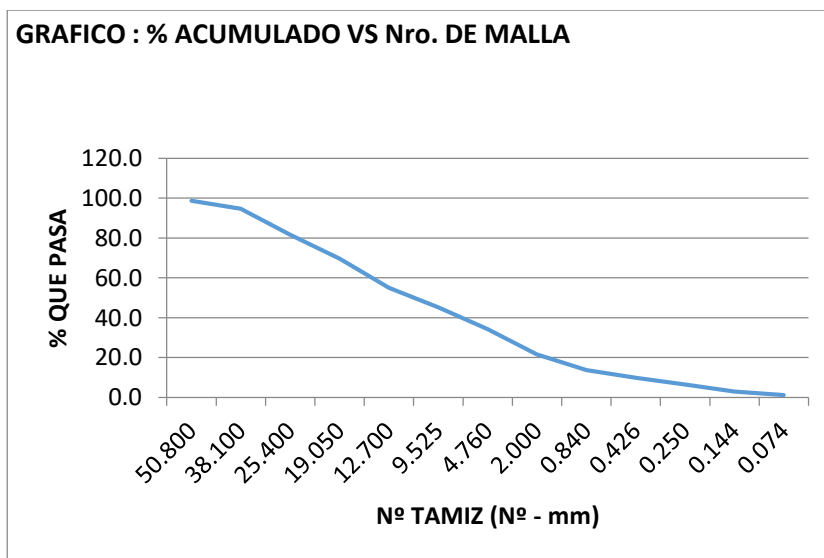
**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 67.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Tradicional*

N° TAMIZ (N° - mm)		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO BLOCKER TRADICIONAL			
		PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2	50.800	0.075	1.356	1.4	98.6
1 1/2	38.100	0.219	3.982	5.3	94.7
1	25.400	0.713	12.971	18.3	81.7
3/4	19.050	0.662	12.050	30.4	69.6
1/2	12.700	0.801	14.572	44.9	55.1
3/8	9.525	0.541	9.852	54.8	45.2
4	4.760	0.600	10.909	65.7	34.3
10	2.000	0.700	12.743	78.4	21.6
20	0.840	0.432	7.859	86.3	13.7
40	0.426	0.209	3.794	90.1	9.9
60	0.250	0.191	3.468	93.6	6.4
100	0.144	0.191	3.474	97.0	3.0
200	0.074	0.101	1.829	98.9	1.1
C		0.063			

MF= **7.650**



*Figura 94. Curva granulométrica de ladrillos Blocker Tradicional sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.  
Fuente: Elaboración propia*

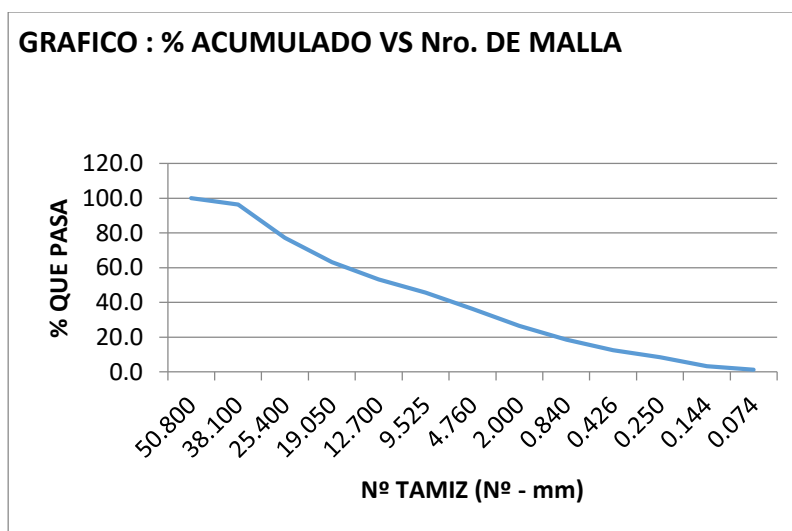
**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 68.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Hexagonal*

		<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO BLOCKER HEXAGONAL</b>			
Nº TAMIZ (Nº - mm)		PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2	50.800	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2	38.100	0.235	3.647	3.6	96.4
1	25.400	1.235	19.180	22.8	77.2
3/4	19.050	0.898	13.942	36.8	63.2
1/2	12.700	0.644	9.998	46.8	53.2
3/8	9.525	0.486	7.553	54.3	45.7
4	4.760	0.608	9.442	63.8	36.2
10	2.000	0.628	9.749	73.5	26.5
20	0.840	0.505	7.839	81.4	18.6
40	0.426	0.401	6.230	87.6	12.4
60	0.250	0.253	3.935	91.5	8.5
100	0.144	0.332	5.158	96.7	3.3
200	0.074	0.130	2.011	98.7	1.3
C		0.085			

MF= **7.574**



*Figura 95. Curva granulométrica de ladrillos Blocker Hexagonal sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.  
Fuente: Elaboración propia*

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

Tabla 69.

*Resultados de ensayo Análisis granulométrico de ladrillos de arcilla Blocker Lente*

Nº TAMIZ (Nº - mm)	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO BLOCKER LENTE			
	PESO RETENIDO (gr)	% PARCIAL RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2 50.800	0.000	0.000	0.0	100.0
1 1/2 38.100	0.236	2.946	2.9	97.1
1 25.400	0.965	12.061	15.0	85.0
3/4 19.050	0.881	11.020	26.0	74.0
1/2 12.700	0.902	11.275	37.3	62.7
3/8 9.525	0.741	9.259	46.6	53.4
4 4.760	0.905	11.311	57.9	42.1
10 2.000	0.751	9.385	67.3	32.7
20 0.840	0.601	7.516	74.8	25.2
40 0.426	0.557	6.963	81.7	18.3
60 0.250	0.507	6.342	88.1	11.9
100 0.144	0.530	6.621	94.7	5.3
200 0.074	0.230	2.881	97.6	2.4
C	0.194			

MF= **6.898**

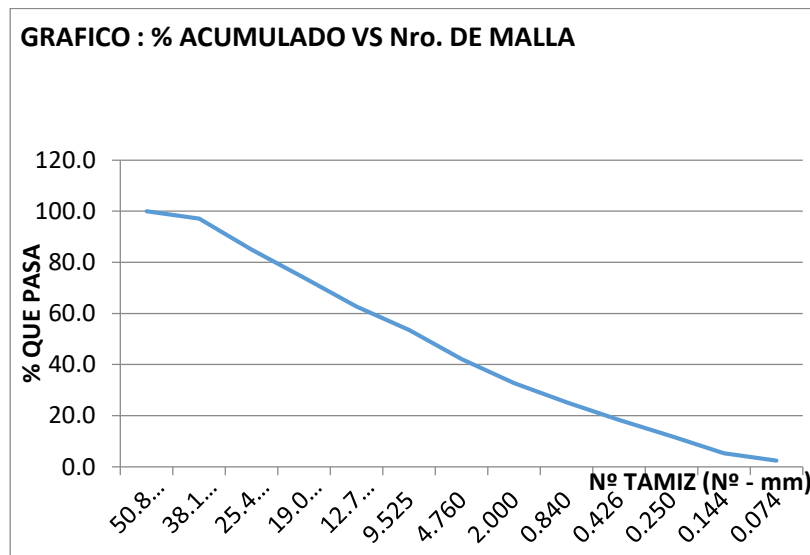


Figura 96. Curva granulométrica de ladrillos Blocker Lente sometidas a prueba de abrasión por Máquina de los Ángeles.  
Fuente: Elaboración propia

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Desarrollada la prueba se observa que las curvas granulométricas obtenidas comparadas con las curvas de agregados, tienen mayor presencia de material grueso y fino producto de que es un material compacto el cual es sometido a la prueba, los cuales están fuera de los parámetros de material pétreos como son el agregado grueso y fino.

Otro aspecto que se puede rescatar es que se observa algunos tramos casi rectos en las curvas granulométricas con las que se puede inferir que hay discontinuidades o falta de material de tamaños intermedios, éste producto de la forma compacta que tiene el ladrillo al iniciar la prueba, por otra parte, las curvas no tienen tramos o zonas con verticalidad, lo que indica que no hay gran variación entre el volumen que retienen las distintas mallas.

El porcentaje que pasó por el tamiz 200 fue 1.39% en promedio. El límite cuando se trata de arena es hasta 7 %, por lo que se podría decir que cumple con ciertas exigencias de agregados finos.

El módulo de finura es 7.26 en promedio, la especificación de agregados indica que debe estar entre 2.3 y 3.1. Por lo tanto, si compararíamos con los agregados no cumpliría porque el valor no está dentro del rango por lo que se podría inferir que se tiene mayor cantidad de material fino.

La tendencia general de porcentajes de finos que muestran las curvas de la prueba reflejan enteramente que estos son inferiores a los que se especifica para los agregados, mencionado esto es importante señalar que como no existe una normativa sobre el ensayo de máquina de los ángeles en unidades de albañilería este se desarrolló con el fin de comparar la durabilidad de las unidades propuestas.



## **CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES**

Con respecto al análisis químico, el contenido de limos favorece el comportamiento del material, evitando la excesiva contracción durante el proceso de secado y cocción, al actuar como malla térmica o elemento anti plástico natural.

Para la absorción, el RNE establece que las unidades de albañilería de arcilla cocida son aceptadas si la absorción de éstas no supera el 22%. Según los resultados alcanzados con este ensayo para las pruebas en 5 y 24 horas el valor máximo que se obtuvo tanto para el tipo King Kong y Blocker de alveolos modificados fue de 13.6%, con lo cual se demuestra que estos ladrillos cumplen con lo que exige el RNE; además es necesario recalcar que la variación máxima entre los valores de absorción obtenidas es del 3%.

Según los valores que se obtuvieron con el ensayo de Alabeo el máximo alabeo obtenido en el tipo King Kong es en el King Kong rectangular que es de 3.30 mm clasificándolo como de TIPO IV, seguido del King Kong tradicional que tiene 2.22mm clasificándolo como de TIPO IV, el que mejor valor tiene es el King Kong triangular que tiene 2.04mm clasificándolo como de TIPO V. de igual manera para el tipo Blocker se obtiene que el máximo alabeo se obtiene en el tipo Blocker es el Blocker tradicional que es de 4.70mm clasificándolo como de TIPO III , seguido del Blocker hexagonal que tiene 1.90mm clasificándolo como de TIPO V, el que mejor valor tiene es el Blocker lente que tiene 1.02mm clasificándolo como de TIPO V. Estos resultados de alabeo eran los esperados, debido a que esta prueba depende de factores como forma de producción de las unidades y de la materia prima, variables que se han mantenido constantes en el desarrollo de este trabajo de investigación.

El Ensayo de Resistencia a la Compresión y los resultados que con éste se obtuvieron permitieron observar que los ladrillos del tipo King Kong con alveolos modificados tienen menor resistencia a la compresión que los tradicionales, mientras que en los ladrillos del tipo blocker de alveolos modificados tienen mayor resistencia a la compresión que los tradicionales, a los cuales la Norma Técnica Peruana E.070 permitiría clasificarlos como ladrillos tipo I y II. De estos resultados podemos decir que la distribución y la forma geométrica de los alveolos de las unidades de albañilería influyen en el Ensayo de Resistencia a Compresión.

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Los resultados que se obtuvieron con el Ensayo de Resistencia en Compresión de Prismas de Albañilería dan a conocer que los ladrillos del tipo King Kong con alveolos modificados tienen menor resistencia a la compresión en pilas que los tradicionales, lo mismo ocurrió con las pilas del tipo blocker, esta falla puede deberse a que en los puntos de apoyo no se colocó los cabezales de apoyo esto debido a las dimensiones de las muestras como a la máquina de compresión usada.

Se observa que el porcentaje de vacíos del ladrillo tipo King Kong tradicional tiene un valor de 27.66%, siendo el ladrillo King Kong triangular el más próximo al valor anterior con 26.62% y el tipo rectangular 37.07%, por el otro lado en el tipo Blocker tradicional se obtiene 54.77% mientras que el blocker hexagonal y lente tienen 52.79% y 38.81%, considerándose en todos los casos como unidades huecas ya que no superan el 70% del área bruta que posee la tabla de la unidad de albañilería.

Se concluye es posible mejorar el aislamiento acústico de muros a través de la modificación de los alveolos de los ladrillos con que éstos se construyen, además en la prueba de absorción de sonido los valores de aislación sonora obtenidos de acuerdo a la evaluación realizada presenta valor promedio de emisión sonora de 108 dB, mientras que en el lado receptor tras el muro se obtiene según la gráfica obtenida para el tipo Blocker de tipo lente tiene una mejor aislación acústica en frecuencias intermedias (315 Hz-1250 Hz), mientras que para las frecuencias bajas el tipo hexagonal y lente no presentan mejorías significativas, teniendo ambos modelos en general una mejor aislación acústica respecto al tipo Blocker tradicional. Respecto al tipo King Kong de tipo triangular tiene una mejor aislación acústica en frecuencias altas teniendo también algunos valores aproximados de aislación del tipo king Kong tradicional para estas frecuencias en este rango, mientras que para las frecuencias bajas el tipo rectangular presenta mejor aislación acústico, teniendo también ambos modelos en general una mejor aislación acústica respecto al tipo King Kong tradicional.

Podemos concluir que la prueba de Ultrasonido mediante el instrumento Pundit Lab viene a ser una prueba rápida y fácil que permite observar que la unidad tipo King Kong con alveolos modificados (tipo triangular y rectangular) son más “porosas” respecto al tipo tradicional por ello las velocidades obtenidas son más bajas y el tiempo obtenido son inversamente proporcionales a dicha velocidad. Respecto al tipo Blocker con alveolos modificados (tipo hexagonal y lente) son

también más porosas respecto al tipo tradicional por ello las velocidades obtenidas también son más bajas y por ende el tiempo obtenido son mayores al del tipo tradicional.

En el ensayo de abrasión se observa en las curvas granulométricas algunos sectores de líneas que son casi rectas continuas siendo indicativo de discontinuidades o de carencia de tamaños intermedios esto producto por la forma compacta en un inicio del ladrillo, no observándose tramos de forma vertical en estas curvas mencionadas, siendo indicativo de volúmenes altos de similitud de tamaños, por lo que se puede decir de las gráficas granulométricas luego de la prueba de los ángeles es que la unidad se dividió en mayores cantidades de partes pequeñas con presencia de partes grandes propios de la naturaleza de la unidad de albañilería al romperse, los cuales están fuera de los parámetros de material pétreos como son el agregado grueso y fino.

Los resultados del Ensayo de resistencia al fuego permiten concluir que los muros construidos con los blocker propuestos tienen una resistencia cercana a los muros construidos con blocker tradicional, por otra parte, los muros construidos con los nuevos king kong ofrecen una resistencia superior a la resistencia que poseen los muros construidos con King Kong tradicional. Con este ensayo es posible ver que la resistencia al fuego que un muro de albañilería puede ofrecer se puede ser influenciada por la geometría de los alveolos de los ladrillos con los que es construido.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron con los diferentes ensayos que se llevaron a cabo podemos decir que la capacidad de absorción de sonido se ve influenciada de manera positiva por la forma y la distribución de los alveolos en las unidades de albañilería, hecho que es corroborado por la prueba de ultrasonido; por otro lado, la resistencia a la compresión se ve mermada al plantear nuevas formas de alveolos.

Al igual que la capacidad de absorción de sonido, la capacidad de resistencia al fuego se ve influenciada de manera positiva por la forma y distribución de alveolos que se estudiaron en el presente proyecto.

## **CAPÍTULO VIII: RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la universidad la implementación con equipos y normativas de los laboratorios de las diferentes escuelas profesionales para fomentar el desarrollo de investigaciones similares a la realizada en el presente trabajo de pre grado.

Se recomienda a la OEFA y a las municipalidades distritales del Cusco realizar futuros monitoreos del ruido ambiental donde se considere el tipo de la fuente del ruido y la frecuencia de este.

Se recomienda a las futuras investigaciones que surjan a partir de este proyecto evaluar cómo influye la composición química o la adición de un material en las unidades de albañilería de arcilla cocida.

Se recomienda hacer futuras investigaciones de absorción de sonido en ladrillos prestando interés especial en las frecuencias comprendidas entre 100 y 630, debido a que es un rango donde las unidades de albañilería presentan la menor capacidad de absorción de sonido.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Santos, E., Cancino, N., Yenque, J., Ramirez, D., & Palomino, M. (2005). El Ultrasonido Y Su Aplicación. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 8.
- Alanya Pariona, V. R. (2014). *Influencia De Los Elementos Constructivos Del Ladrillo En El Control De Ruidos Aereos Y Aplicacion En La Planta De Industria Agrícola Comunal En El Distrito De Huayucachi*. Huancayo.
- Barrionuevo, D., & Gonzalez, J. (2012). *Criterios Generales Para El Diseño De Cámaras Anecoicas*. Universidad Tecnológica Nacional, Cordoba.
- Biskaia, Tecnalia, & EKOIURE. (2018). *Informe sobre Ruido Ambiental y Salud*.
- Bowles, J. E. (1981). *Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil*. México: McGraw Hill.
- Burbano de Ercilla, S., Burbano Garcia, E., & Gracia Muñoz, C. (2009). *Física General* (32a ed.). Madrid: Tebar.
- Cámara Industrial de la Cerámica Roja-CICER. (2002). *Resistencia al Fuego de Mampostería Realizada con Ladrillos y Bloques Cerámicos Nacionales*. Obtenido de <http://www.ceramicaroja.com.ar/pdf/ficha3-resistencia-al-fuego.pdf>
- Carrion Isbert, A. (2015). *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/unsaac/titulos/61393>
- Cobo Parra, P. (2015). *Absorción del sonido*. Madrid: CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/unsaac/titulos/41809>
- Comité Técnico AEN/CTN. (1999). *Norma UNE EN ISO-140 Medición del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción*. Madrid.
- Corbella, D., Fernandez, F., Hernández, F., & Armisen, P. (2014). New designs of the ceramic bricks of horizontal hexagonal hollow.
- Cromer, A. (1984). *Física para las ciencias de la vida* (2a. ed.). Barcelona: Reverté. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/unsaac/titulos/100526>
- elpais.com. (31 de Marzo de 2011). *La OMS alerta de las enfermedades ligadas al ruido en las ciudades*. Obtenido de [https://elpais.com/sociedad/2011/03/31/actualidad/1301522407\\_850215.html](https://elpais.com/sociedad/2011/03/31/actualidad/1301522407_850215.html)
- Gallegos Guzmán, F. E., & Montalvo Echeverría, D. X. (2008). *Diseño De Una Cámara Anecoica Y Una Cámara Reverberante*. Quito.
- García Luque, R., & Quintana Soler, R. (2007). *Diseño de una cámara anecoica con aplicación para trabajo acústico*. Bogotá.
- Giani, A. (2012). *Acústica arquitectónica*. Buenos Aires, Argentina: Nobuko. Obtenido de <https://elibro.net/es/lc/unsaac/titulos/77930>
-

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

- Jimenez, L. (2005). *Técnica de la Construcción con Ladrillo* (Vol. 4). España: CEAC.
- Juarez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (2005). *Mecánica de Suelos I*. México: Limusa.
- Kinsler, L., Frey, A., Coppens, A., & Sanders, J. (1995). *Fundamentos de acústica*. Mexico: Limusa.
- LABEIN Centro Tecnológico. (2001). *Aislamiento a ruido aéreo según UNE EN-ISO 140-3 – Cerámicas la paloma*.
- Ministerio de Cultura-Cusco. (2019). *Resultados de Análisis de una muestra de tierra (arcilla) utilizada como materia prima en la producción de ladrillos*. Cusco.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Lima. Obtenido de [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
- (s.f.). *Norma A 130 - Requisitos de seguridad*.
- Norma E.070. (2020). *Albañilería*. Lima. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/15N2ZQwZGegdoui4rrjTR6uq5blTu7uyv/view>
- NTP 331.017. (s.f.). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA*.
- NTP 399.605 *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Método De Ensayo Para La Determinación De La Resistencia En Compresión De Prismas De Albañilería*. (2013). Lima.
- NTP 399.613 *Unidades De Albañilería: Metodos De Muestreo Y Ensayo De Ladrillos De Arcilla Usados En Albañilería*. (2005). Lima.
- Ordoñez Jara, C., & Vélez Ponce, P. (2014). *Estudio, Diseño e Implementación de una Cámara Anecoica para el Análisis Acústico de Sistemas Mecánicos del Motor de Combustión Interna Alternativo*. Cuenca.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2012). *Evaluación Rápida De Ruido Ambiental En La Ciudad De Cusco*. Cusco.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (23 de Agosto de 2013). *MÁS DEL 90% DE LOS PUNTOS EVALUADOS POR RUIDO AMBIENTAL A NIVEL NACIONAL SUPERAN EL ESTÁNDAR DE CALIDAD AMBIENTAL*. Obtenido de <https://www.oefa.gob.pe/oefa-mas-del-90-de-los-puntos-evaluados-por-ruido-ambiental-a-nivel-nacional-superan-el-estandar-de-calidad-ambiental/ocac02/>
- PCM. (2003). *Reglamento de Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido*.
- Peinado Hernández, F., & Rodero Antunez, C. (2019). *Comportamiento Acústico De Sistemas ETICS De Rehabilitación Por El Exterior De La Fachada Con Lanas Minerales (Proyecto Bali)*. *Revista De Acústica*, 43.
-

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

- Perez Culquechicon, T. (2016). *Comportamiento Físico -Mecánico Del Ladrillo De Concreto Tipo IV*. Lima.
- Piedrahita, Y., & Fajardo, F. (2012). Construcción de una cámara anecoica para la caracterización de la pérdida de transmisión sonora. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 34.
- Pino Garay, N. (2016). *Comportamiento Acústico De Tres Tipos De Viviendas: Un Prototipo De Vivienda De Emergencia Fabricado Bajo El Sistema Constructivo Sip (Structural Insulated Panel), Una Vivienda Social Y Una Vivienda De Emergencia Actual (mediagua)*. Santiago.
- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de Albañilería* (1a ed.). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Silva Berríos, W. (2011). *Diseño y Construcción de Estructuras Sismorresistentes de Albañilería*. Lima.
- SciDev. (27 de octubre de 2018). *Latinoamericanos en riesgo de salud por ruido excesivo*. Obtenido de [https://www.scidev.net/america-latina/news/latinoamericanos-en-riesgo-de-salud-por-ruido-excesivo/?fbclid=IwAR1pzuuPyAfxzSknZXoAq\\_u7dZv26L\\_VFWD7ZQfhzBEnUmNB257Ph2uPDeo](https://www.scidev.net/america-latina/news/latinoamericanos-en-riesgo-de-salud-por-ruido-excesivo/?fbclid=IwAR1pzuuPyAfxzSknZXoAq_u7dZv26L_VFWD7ZQfhzBEnUmNB257Ph2uPDeo)
- Vallejos Ayala, R. (2018). *Evaluación Y Propuesta De Aislamiento Acústico En Un Departamento Del Proyecto De Vivienda Yoo Cumbaya Mediante El Uso De Un Sistema Aislante De Paredes Dobles*.
- Villanueva Gomez, E. (2019). *Comportamiento A Carga Lateral De Un Muro Confinado De Albañilería Sílico Calcárea*. Lima.
- Zapata Mar, A. (2013). *Separatas Tecnologia de los Materiales*. Cusco.

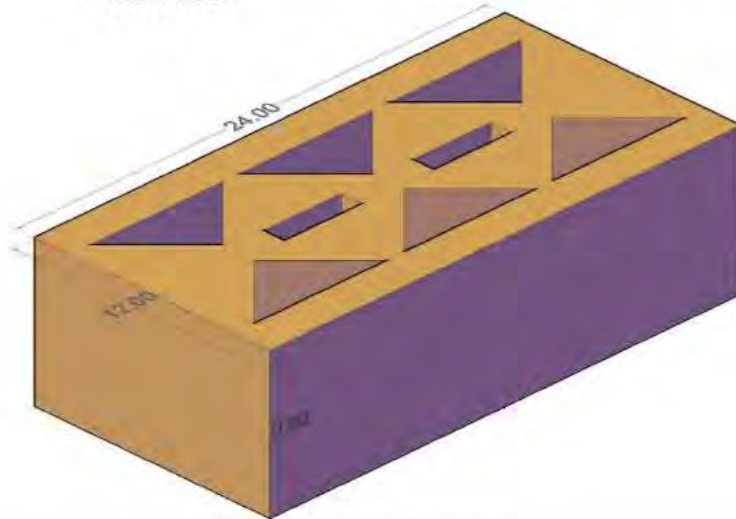
**ANEXOS**



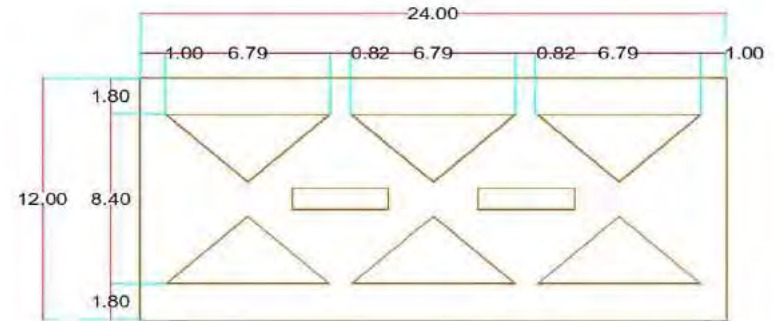
**ANEXO 01. PLANOS**

**PLANO KING KONG TRIANGULAR**

**VISTA 3D**



**VISTA PLANTA**  
ESC. 1/2



**CORTE LONGITUDINAL**  
ESC. 1/2



**CORTE TRANSVERSAL**  
ESC. 1/2

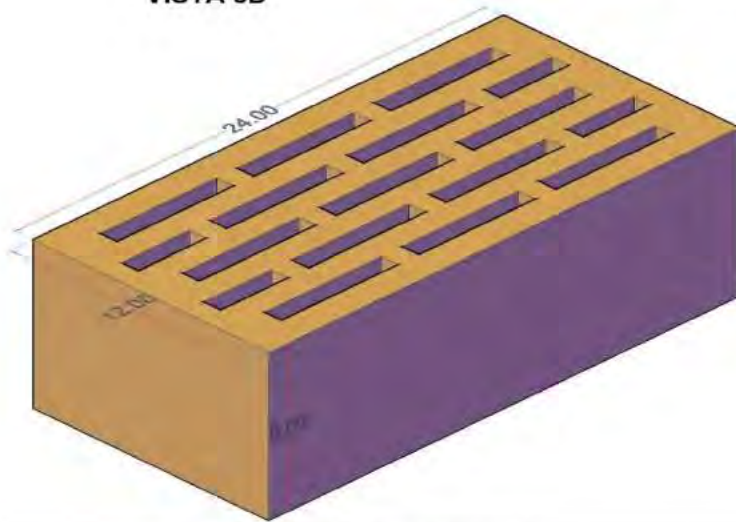


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017	
PLANO: <b>DISEÑO KING KONG TRIANGULAR</b>	LAMINA: <b>D-01</b>
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2021

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

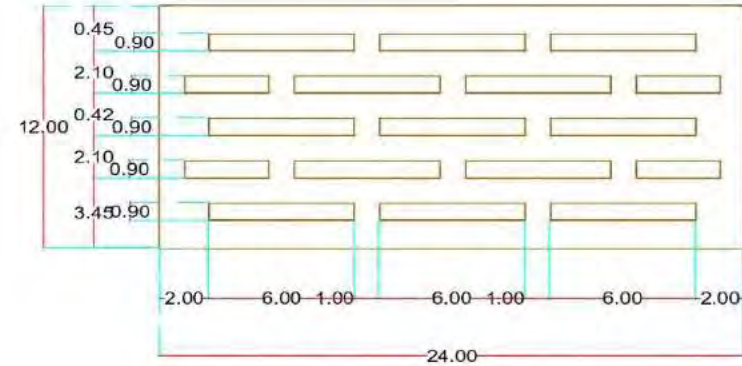
**PLANO KING KONG RECTANGULAR**

**VISTA 3D**



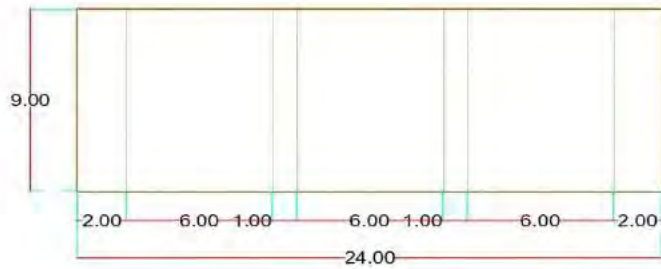
**VISTA PLANTA**

ESC. 1/2



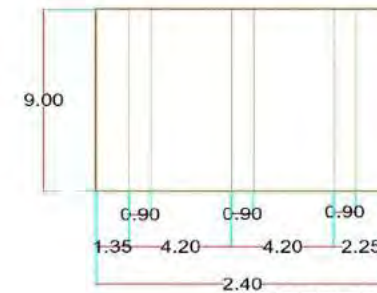
**CORTE LONGITUDINAL**

ESC. 1/2



**CORTE TRANSVERSAL**

ESC. 1/2



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS: PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017

PLANO: **DISEÑO KING KONG RECTANGULAR**

LAMINA:

**D-02**

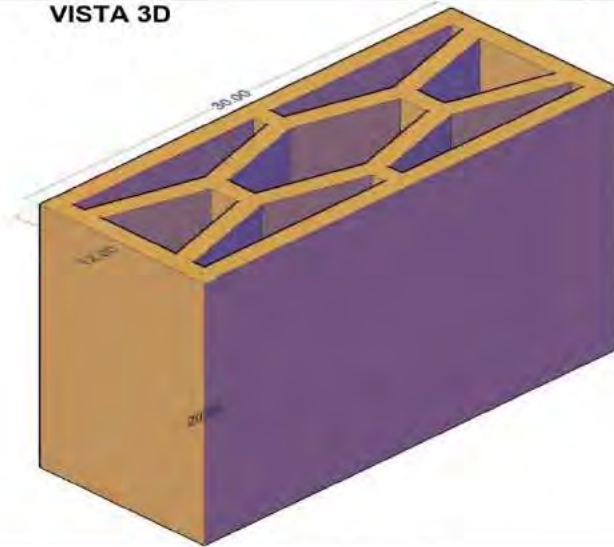
ESCALA: INDICADA

FECHA: AGOSTO 2021

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

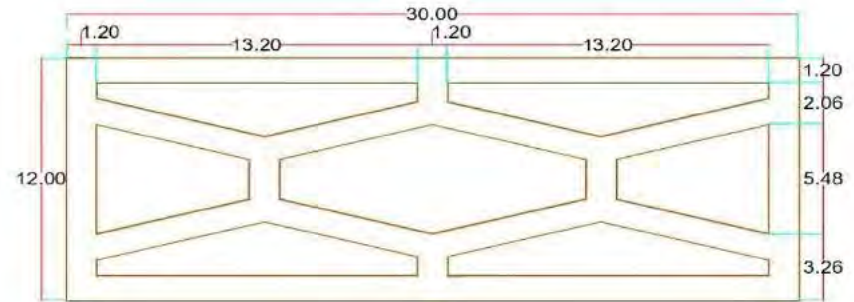
**PLANO BLOCKER EXAGONAL**

**VISTA 3D**



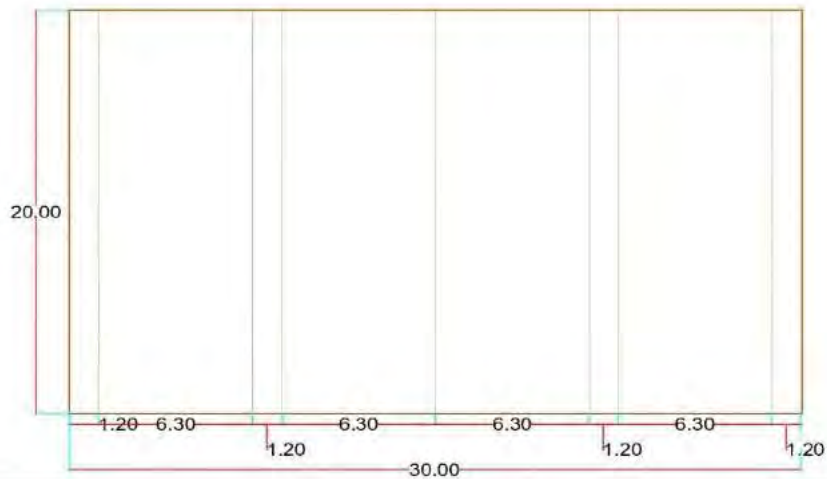
**VISTA PLANTA**

ESC. 1/2



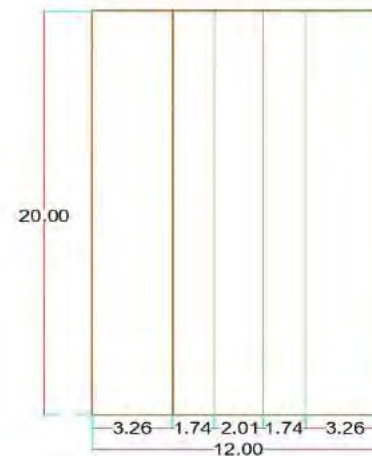
**CORTE LONGITUDINAL**

ESC. 1/2



**CORTE TRANSVERSAL**

ESC. 1/2

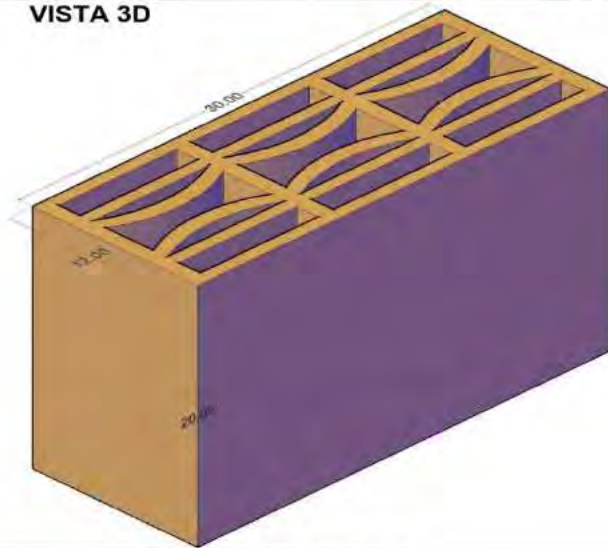


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		LAMINA: <b>D-03</b>
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
TESIS: PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017		
PLANO:	DISEÑO BLOCKER EXAGONAL	
ESCALA:	FECHA:	
INDICADA	AGOSTO 2021	

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

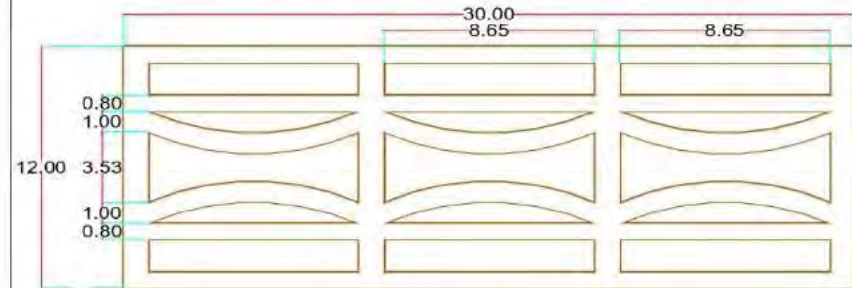
**PLANO BLOCKER LENTE**

**VISTA 3D**



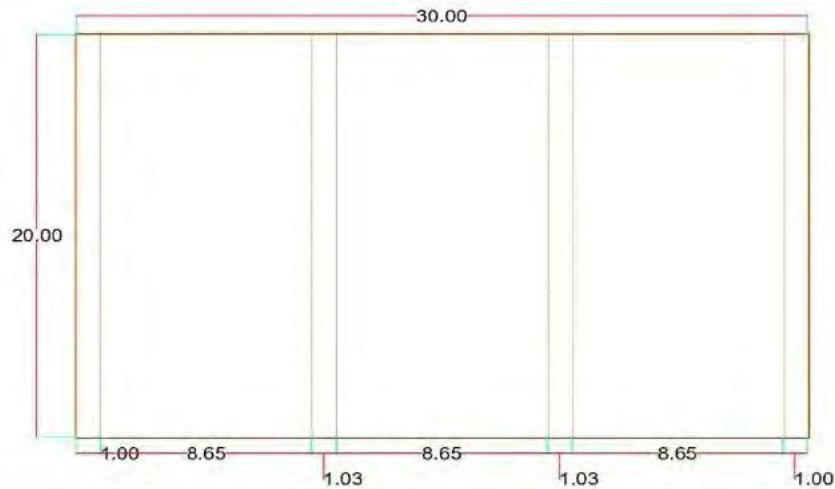
**VISTA PLANTA**

ESC. 1/2



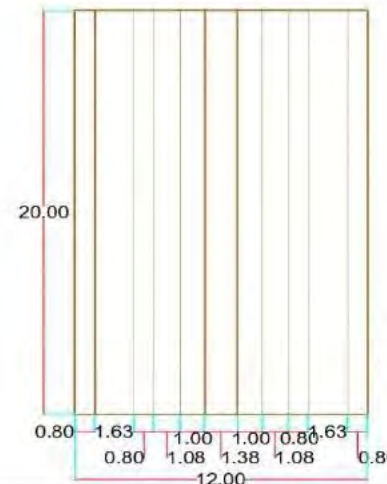
**CORTE LONGITUDINAL**

ESC. 1/2



**CORTE TRANSVERSAL**

ESC. 1/2



<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO</b> ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
TESIS: PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017	
PLANO: <b>DISEÑO BLOCKER LENTE</b>	LAMINA: <b>D-04</b>
ESCALA: INDICADA	FECHA: AGOSTO 2021

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**ANEXO 02. CERTIFICADO DE PRUEBAS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA E.P. INGENIERIA CIVIL**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES



• RECTORADO  
Calle Tigre N° 127  
Teléfono: 222271  
224891

• CIUDAD UNIVERSITARIA  
DECANATO  
Av. De la Cultura N° 733  
Teléfono 232398

• LABORATORIO  
Av. Universitaria s/n.  
laboratorio\_ingcivil@hotmail.com

## CONSTANCIA


NOSOTROS LOS TÉCNICOS DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

HACE CONSTAR: Que los bachilleres en Ingeniería Civil, **AHMED EDISSON HUACHACA PERALTA**, con código de matrícula **100492** y **RUBÉN VLADIMIR CUEVAS CÁRDENAS**, con código de matrícula **100488**, realizaron en este laboratorio los ensayos y análisis correspondientes a la tesis de investigación intitulada: **“PROPUESTA DE VARIACION GEOMETRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACUSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERONIMO -CUSCO 2017”**, los cuales fueron realizados de acuerdo al cronograma de laboratorio presentado, utilizando los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas, los mismos que durante su permanencia en este lugar demostraron responsabilidad y puntualidad en sus labores realizadas. A continuación se muestra un cuadro resumen de los ensayos realizados por los tesisistas.

ENSAYOS DE LABORATORIO	
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (muestras)
Análisis granulométrico de la arcilla	1
Límites de consistencia	1
Prueba de dimensionamiento (Variación dimensional)	30 unidades
Alabeo	30 unidades
Determinación de porcentaje de vacíos (área neta)	30 unidades
Resistencia a la compresión con caping de yeso	30 unidades
Compresión Axial en pilas	30 pilas
Absorción	30 unidades
Prueba de pérdida de transmisión sonora en unidades de albañilería	30 muros
Resistencia al fuego de unidades de albañilería	30 muros
Prueba de ultrasonido en unidades de albañilería	30 unidades
Ensayo de durabilidad en unidades de albañilería mediante máquina de los ángeles	30 unidades

Se expide el documento a solicitud de los interesados para fines que vean conveniente.

Cusco, 16 de agosto del 2021

  
FELICIANO SALAZAR CABRERA  
TÉCNICO DE LABORATORIO

  
HERMENEGILDO FLORES MATVARES  
TÉCNICO DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil  
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

  
Ing.<sup>o</sup> Luz Marlene Nieto Palomino  
Jefe de Laboratorio

“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”

**ANEXO 03. INFORME DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE LA ARCILLA USADA EN LA FABRICA LATESAN**



PERÚ Ministerio de Cultura

INSTITUTO NACIONAL DE CULTURA Y PATRIMONIO

ÁREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

PERÚ Ministerio de Cultura

Firmado digitalmente por DEL PEZO BENAVIDES Marco Antonio FAU 20450145357.sufi  
Jefe de Área  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 03.01.2020 07:21:37 -05:00

“Documento de la Invasión de las Oportunidades para Mujeres y Jóvenes”

Cusco, 03 de Enero del 2020  
OFICIO N° 000003-2020-AFPA/MC

Señor:  
**RUBEN VLADIMIR CUEVAS CARDENAS**  
Jr. Libertad K-4 Wanchaq  
Telef. 935573582 - DNI N° 47018775  
**CIUDAD.-**

**ASUNTO** : **Resultados de análisis de muestra de tierra (arcilla) para producción de ladrillos..**

De mi mayor consideración:

Con un atento saludo me dirijo a usted, por encargo de la **Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco**, en atención a lo solicitado mediante el Expediente N° 2019-00083455, al respecto hago de conocimiento el **Informe N° D0001523-2019-CC/MC**, de la **Coordinación de Certificaciones**, se emite el Informe N° D000278-2019-DFQ/MC, sobre el **“RESULTADOS DE ANALISIS DE UNA MUESTRA DE TIERRA (ARCILLA) UTILIZADA COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCION DE LADRILLOS”**, se adjunta al presente los documentos antes mencionados.

Sin otro particular, hago propicia la ocasión para manifestar las consideraciones de mi estima personal.

Atentamente,

MINISTERIO DE CULTURA  
DIRECCIÓN DESCONCENTRADA DE CULTURA CUSCO  
ÁREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO  
Arqigo. Marco Antonio Del Pezo Benavides  
JEFE DEL AREA

El presente documento es una copia digitalizada de un documento original que forma parte de un expediente administrativo. No tiene validez jurídica y no debe utilizarse como soporte para fines legales. El uso indebido de este documento puede acarrear sanciones. Para más información, consulte el sitio web del Instituto Nacional de Cultura y Patrimonio: <http://www.inpc.gob.pe>

EL PERÚ PRIMERO

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

47018775



PERU Ministerio de Cultura

ÁREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

COORDINACIÓN DE CALIFICACION DE INTERVENIONES ARQUEOLÓGICAS



firmado digitalmente por Miriam Dayde Peralta  
DN: cn=Miriam Dayde Peralta, o=Ministerio de Cultura, ou=Peru, email=miriam.dayde@mincultur.gob.pe, c=PE  
Fecha: 31.12.2019 10:55:36 -05:00

83433

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Cusco, 31 de Diciembre del 2019

**INFORME N° D001523-2019-CCIAMC**

**A :** MARCO ANTONIO DEL PEZO BENAVIDES  
ÁREA FUNCIONAL DE PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

**De :** MIRIAM DAYDE ARAOZ SILVA  
COORDINACIÓN DE CALIFICACION DE INTERVENIONES ARQUEOLÓGICAS

**Asunto :** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE TIERRA (ARCILLA) UTILIZADA COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS..

**Referencia :** EXP. N° 2019-0083455



Me dirijo a usted, en atención al documento de la referencia, mediante el cual el señor Rubén Cuevas Cárdenas, solicita análisis multielemental por FRX, así como el análisis por FRX y análisis físico químico completo de arcilla, que se usa como materia prima en la ladrillera LATESAN.

Al respecto, se remite el informe N° D000278-2019-DFQ/MC, emitido por la Jefe del Departamento Físico Químico que adjunta los resultados de una muestra de tierra (arcilla).

Por lo indicado, agradeceré derivar el presente a la instancia correspondiente para la prosecución del trámite

Atentamente,  
(Firma y sello)

Miriam Dayde Peralta

OF. 003-

935573582

EL PERÚ PRIMERO

08

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



PERÚ Ministerio de Cultura

COORDINACIÓN DE CALIFICACIÓN DE INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO



PERÚ Ministerio de Cultura

Firmado digitalmente por TUPAYACHI HERRERA Elena; FAU: 20490345397 por Coordinador  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 30.12.2019 15:00:00 -05:00

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"*  
*"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

Cusco, 30 de Diciembre del 2019

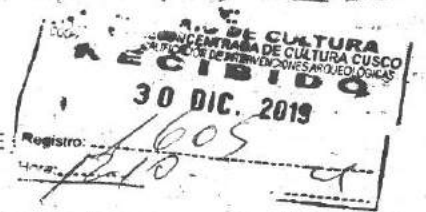
**INFORME N° D000278-2019-DFQ/MC**

**A :** MIRIAM DAYDE ARAOZ SILVA  
COORDINACION DE CALIFICACION DE INTERVENCIONES ARQUEOLOGICAS

**De :** ELENA TUPAYACHI HERRERA  
DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO

**Asunto :** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE UNA MUESTRA DE TIERRA (ARCILLA) UTILIZADA COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS..

**Referencia :** EXPEDIENTE N. 83455  
PROVEIDO CCIA N. 2249  
INFORME N° D000064-2019-DFQ/MC (27DIC2019)



Previo un cordial saludo y por medio del presente remito los Resultados del análisis de una muestra de tierra (arcilla), utilizada como materia prima en la producción de ladrillos

Análisis realizado a solicitud del documento de la referencia Expediente n. 83455 del Sr. Rubén Vladimir Cuevasd Cárdenas, y por la química Verushka Bustos Villena.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y el trámite correspondiente

Atentamente,  
(Firma y sello)

ETH  
cc: fcc:

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave: DCF8DGL

**EL PERÚ PRIMERO** -7-



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



PERÚ Ministerio de Cultura

COORDINACIÓN DE CALIFICACIÓN DE INTERVENCIÓNES ARQUEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO

*“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”*

**ANÁLISIS DE TIERRAS**

**INFORMACIÓN GENERAL**

DATOS GENERALES	
Solicitante	Rubén Vladimir Cuevas Cárdenas
Solicitud de Servicio	Carta sin número
Fecha de Ingreso	
A CERCA DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra(s)	Tierra
Muestreo ejecutado por	No se indica
Envase(s) utilizado(s)	Bolsa plástica
Tamaño	01 bolsa
Fecha de Recepción	09/12/2019
Tipo de Análisis Solicitado(s)	Composición química, análisis fisicoquímico, composición granulométrica
Fecha de Análisis	
Métodos de Análisis Utilizados	Determinación de la composición química elemental por fluorescencia de rayos X. Determinación de pH, conductividad eléctrica, salinidad, sólidos totales disueltos, densidad. Determinación granulométrica según norma ASTM D422.

**1. INTRODUCCIÓN**

El Sr. Rubén Vladimir Cuevas Cárdenas, solicitó el análisis de una muestra de tierra que se utiliza como materia prima en la ladrillera LATESAN, con la finalidad de contar con información que le permita desarrollar la tesis “ Propuesta d variación geométrica de los alveolos de ladrillos blocker y King Kong para mejorar el comportamiento acústico en muros divisorios del distrito de San Jerónimo – Cusco 2017”, que sustentará para optar al grado de ingeniero civil en la Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco.

**2. METODOLOGÍA**

**2.1. MATERIALES**

Se analizó una muestra de tierra, esta fue remitida al laboratorio sin información de procedencia, tipo de muestreo, nombre, u otros datos. Al tratarse de una única muestra esta no será identificada a través de códigos, y en adelante será reconocida bajo la denominación de “muestra”.

**2.2. MÉTODOS**

**2.2.1. Acondicionamiento de la muestra**

Se procedió a verificar el contenido de humedad de la muestra, y se vio por pertinente permitir el secado del material a temperatura ambiente durante dos días, transcurrido este tiempo se procedió de acuerdo con la Norma ASTM D421: Preparación en seco, de muestras de suelo para análisis del tamaño de las partículas y para la determinación de las constantes del suelo.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave:

**EL PERÚ PRIMERO**

-6-

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



PERÚ

Ministerio de Cultura

COORDINACIÓN DE CALIFICACIÓN DE INTERVENIONES ARQUEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO FÍSICO-QUÍMICO

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

### **2.2.2. Análisis de Composición Química Elemental**

Se aplicó la técnica semi cuantitativa de fluorescencia de rayos X (FRX), se empleó un equipo portátil de la marca Thermo Scientific™ Niton™ XL3t GOLDD XRF Analyzer, provisto de un generador de rayos X de ánodo de plata que opera a 50 kV y 200  $\mu$ A, calibrado en fábrica. Los rayos X fluorescentes producidos en cada punto de análisis son detectados por un transductor GOLDD (*Geometrically Optimised Large area Silicon Drift Detector*). En este estudio se emplearon los cuatro filtros de análisis de fábrica (*high filter, main filter, low filter y light filter*) y el modo Test all geo, uno de los pre establecidos por Thermo Fisher Scientific para el cálculo de concentraciones de elementos químicos. La duración de cada análisis fue de 120 s (30 s por filtro). Para el análisis se colocó la muestra en una probeta sugerida como parte de los consumibles del equipo, se comprimió el material dentro de la probeta y se cerró con una lámina de plástico film, siguiendo el protocolo recomendado por los fabricantes del equipo para trabajos con material suelto, finalmente se colocó la probeta sobre la ventana del analizador del equipo de FRX y se procedió a su irradiación, como resultado del proceso se obtuvo la composición química elemental en partes por millón (p.p.m) con un nivel de confianza de 95.5 %

### **2.2.3. Análisis Fisicoquímico**

Los análisis de conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, salinidad y pH se realizaron utilizando un medidor de pH/conductividad eléctrica de marca Mettler Toledo modelo Seven go duo, previamente calibrado con soluciones buffer de pH 2, 7, 10 y solución de 1413  $\mu$ S/cm.

La densidad se determinó aplicando la Norma UNE 103-302-94.

La humedad se determinó por pérdida de peso durante el secado en estufa eléctrica

### **2.2.4. Análisis Granulométrico por Sedimentación - Composición Textural.**

Este análisis se realizó sobre la fracción de material que pasó el tamiz N° 40 de la serie americana, según lo detallado en la Norma ASTM D422. Se utilizó un hidrómetro normalizado 152H, graduado para leer gravedad específica en gramos por litro de la suspensión, conforme los requerimientos para hidrómetros ASTM E100 y un termómetro con precisión de 1°C.

\*\*\*\*\*

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/Inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave:

**EL PERÚ PRIMERO**

5

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



PERÚ

Ministerio de Cultura

COORDINACIÓN DE CALIFICACIÓN DE INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO

*"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"*

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Composición química elemental

Composición Química Elemental							
Mg	8659.56	Cu	78.00	Sc	29.55	Mo	3.77
Al	40385.61	Zn	100.13	Ti	3022.50	Pd	1.02
Si	172334.76	As	13.54	V	92.01	Cd	83327.24
P	485.18	Se	0.00	Cr	119.91	Ba	657.56
S	859.39	Rb	38.35	Mn	1156.62	Pb	18.63
Cl	0.00	Sr	378.39	Fe	41719.31	Bi	2.41
K	19812.97	Zr	151.35	Co	82.33	Th	7.74
Ca	58014.08	Nb	8.34	Ni	31.88	U	1.01

Tabla N° 1: Composición química elemental de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN. Las concentraciones están expresadas en partes por millón (ppm).

#### 3.2. Análisis Físicoquímico.

PARÁMETROS ANALIZADOS	Muestra
pH	7.81
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	10.64
Sólidos Totales Disueltos (p.p.m)	5.32
Salinidad (ppt)	0.01
Densidad (g/ml)	1.98
Humedad Total (%)	9.51

Tabla N° 2: Características físicoquímicas de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.

#### 3.3. Granulometría por sedimentación - Composición textural

Composición Textural				
% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase Textural	Textura
8.93	43.54	47.53	Arcillo limosa	Fina

Tabla N° 3: Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave:

**EL PERÚ PRIMERO**

- 4 -

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**



PERÚ

Ministerio de Cultura

COORDINACIÓN DE CALIFICACION DE INTERVENCIONES ARQUEOLÓGICAS

DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO

*“Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres”  
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”*

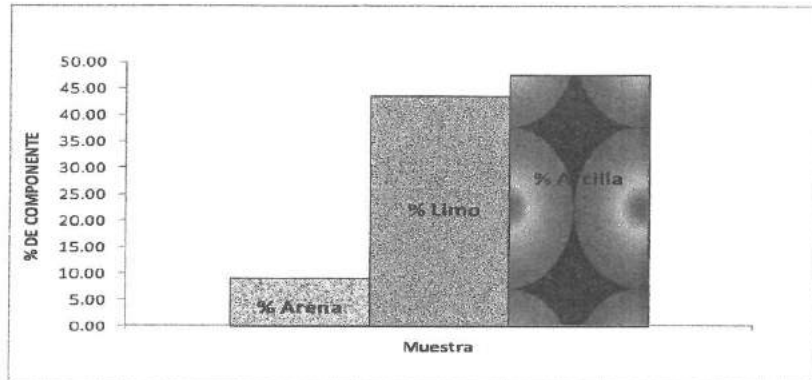


Gráfico N° 1: Composición granulométrica de una muestra de tierra utilizada como materia prima en la ladrillera LATESAN.

#### 4. CONCLUSIONES

- ✓ El material analizado es una arcilla limosa que presenta actividad química disminuida
- ✓ El azufre y cloro, elementos químicos que podrían generar problemas durante o después del proceso productivo, se encuentran en cantidades no significativas a nulas.
- ✓ En cuanto al comportamiento ácido básico, este material se caracteriza por ser neutro a ligeramente básico, lo que permite sugerir la presencia de carbonatos en cantidades irrelevantes.
- ✓ El contenido de limos favorece el comportamiento del material, evitando la excesiva contracción durante el proceso de secado y cocción, al actuar como malla térmica o elemento anti plástico natural.

MINISTERIO DE CULTURA  
Dirección Desconcentrada de Cultura del Cusco  
DEPARTAMENTO FÍSICO - QUÍMICO  
*VERUSHKA NÚÑEZ BUSTOS VILLENA*  
VERUSHKA NÚÑEZ BUSTOS VILLENA  
Servidor

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por el Ministerio de Cultura, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: <https://tramitedocumentario.cultura.gob.pe:8181/validadorDocumental/inicio/detalle.jsf> e ingresando la siguiente clave:

EL PERÚ PRIMERO

-3-

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

**ANEXO 04. ESTANDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL**

**Aprueban el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

**DECRETO SUPREMO N° 085-2003-PCM**

CONCORDANCIAS: **R.PRESIDENCIAL. N° 062-2004-CONAM-PDC, Num. III**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado;

Que, el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente;

Que, el Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales, en su Artículo I del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

Que, el Artículo 105 de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia;

Que, los estándares de calidad ambiental del ruido son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible;

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental “Estándares de Calidad del Ruido” - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud;

Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y el inciso 2) del Artículo 3 Decreto Legislativo N° 560, Ley del Poder Ejecutivo;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

**Artículo 1.-** Apruébese el “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

para Ruido” el cual consta de 5 títulos, 25 artículos, 11 disposiciones complementarias, 2 disposiciones transitorias y 1 anexo que forman parte del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2.-** Derogar la Resolución Suprema N° 325 del 26 de octubre de 1957, la Resolución Suprema N° 499 del 29 de setiembre de 1960, y todas las normas que se opongan al presente Decreto Supremo.

**Artículo 3.-** El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Salud, el Ministro del Interior, el Ministro de la Producción, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento y el Ministro de Energía y Minas

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veinticuatro días del mes de octubre del año dos mil tres.

ALEJANDRO TOLEDO  
Presidente Constitucional de la República

BEATRIZ MERINO LUCERO  
Presidenta del Consejo de Ministros

ÁLVARO VIDAL RIVADENEYRA  
Ministro de Salud

FERNANDO ROSPIGLIOSI C.  
Ministro del Interior

JAVIER REÁTEGUI ROSSELLÓ  
Ministro de la Producción

FRANCISCO GONZÁLEZ GARCÍA  
Ministro de Agricultura

EDUARDO IRIARTE JIMÉNEZ  
Ministro de Transportes y Comunicaciones

CARLOS BRUCE  
Ministro de Vivienda, Construcción  
y Saneamiento

HANS FLURY ROYLE  
Ministro de Energía y Minas

**REGLAMENTO DE ESTÁNDARES NACIONALES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA RUIDO**

**TÍTULO I**

**Objetivo, Principios y Definiciones**

**Artículo 1.- Del Objetivo**

La presente norma establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible.

**Artículo 2.- De los Principios**

Con el propósito de promover que las políticas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida mediante el control de la contaminación sonora se

# “PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”

---

tomarán en cuenta las disposiciones y principios de la Constitución Política del Perú, del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y la Ley General de Salud, con especial énfasis en los principios precautorio, de prevención y de contaminador - pagador.

## **Artículo 3.- De las Definiciones**

Para los efectos de la presente norma se considera:

- a) Acústica:** Energía mecánica en forma de ruido, vibraciones, trepidaciones, infrasonidos, sonidos y ultrasonidos.
- b) Barreras acústicas:** Dispositivos que interpuestos entre la fuente emisora y el receptor atenúan la propagación aérea del sonido, evitando la incidencia directa al receptor.
- c) Contaminación Sonora:** Presencia en el ambiente exterior o en el interior de las edificaciones, de niveles de ruido que generen riesgos a la salud y al bienestar humano.
- d) Decibel (dB):** Unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora.
- e) Decibel A (dBA):** Unidad adimensional del nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A, que permite registrar dicho nivel de acuerdo al comportamiento de la audición humana.
- f) Emisión:** Nivel de presión sonora existente en un determinado lugar originado por la fuente emisora de ruido ubicada en el mismo lugar.
- g) Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido.-** Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. Dichos niveles corresponden a los valores de presión sonora continua equivalente con ponderación A.
- h) Horario diurno:** Período comprendido desde las 07:01 horas hasta las 22:00 horas.
- i) Horario nocturno:** Período comprendido desde las 22:01 horas hasta las 07:00 horas del día siguiente.
- j) Inmisión:** Nivel de presión sonora continua equivalente con ponderación A, que percibe el receptor en un determinado lugar, distinto al de la ubicación del o los focos ruidosos.
- k) Instrumentos económicos:** Instrumentos que utilizan elementos de mercado con el propósito de alentar conductas ambientales adecuadas (competencia, precios, impuestos, incentivos, etc.)
- l) Monitoreo:** Acción de medir y obtener datos en forma programada de los parámetros que inciden o modifican la calidad del entorno.
- m) Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{A_{eq,T}}$ ):** Es el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, que en el mismo intervalo de tiempo (T), contiene la misma energía total que el sonido medido.
- n) Ruido:** Sonido no deseado que moleste, perjudique o afecte a la salud de las personas.
- o) Ruidos en Ambiente Exterior:** Todos aquellos ruidos que pueden provocar molestias fuera del recinto o propiedad que contiene a la fuente emisora.
- p) Sonido:** Energía que es transmitida como ondas de presión en el aire u otros medios

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

materiales que puede ser percibida por el oído o detectada por instrumentos de medición.

**q) Zona comercial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades comerciales y de servicios.

**r) Zonas críticas de contaminación sonora:** Son aquellas zonas que sobrepasan un nivel de presión sonora continuo equivalente de 80 dBA.

**s) Zona industrial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para la realización de actividades industriales.

**t) Zonas mixtas:** Áreas donde colindan o se combinan en una misma manzana dos o más zonificaciones, es decir: Residencial - Comercial, Residencial - Industrial, Comercial - industrial o Residencial - Comercial - Industrial.

**u) Zona de protección especial:** Es aquella de alta sensibilidad acústica, que comprende los sectores del territorio que requieren una protección especial contra el ruido donde se ubican establecimientos de salud, establecimientos educativos asilos y orfanatos.

**v) Zona residencial:** Área autorizada por el gobierno local correspondiente para el uso identificado con viviendas o residencias, que permiten la presencia de altas, medias y bajas concentraciones poblacionales.

## TÍTULO II

### De los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

#### Capítulo 1

##### Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

**Artículo 4.- De los Estándares Primarios de Calidad Ambiental para Ruido**

Los Estándares Primarios de Calidad Ambiental (ECA) para Ruido establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que no deben excederse para proteger la salud humana. Dichos ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A ( $L_{AeqT}$ ) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios, que se establecen en el Anexo N° 1 de la presente norma.

**Artículo 5.- De las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Para efectos de la presente norma, se especifican las siguientes zonas de aplicación: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

**Artículo 6.- De las zonas mixtas**

En los lugares donde existan zonas mixtas, el ECA se aplicará de la siguiente manera: Donde exista zona mixta Residencial - Comercial, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación.

**Artículo 7.- De las zonas de protección especial**

Las municipalidades provinciales en coordinación con las distritales, deberán identificar las zonas de protección especial y priorizar las acciones o medidas necesarias a fin de cumplir con el ECA establecido en el Anexo N° 1 de la presente norma de 50 dBA para el horario diurno y 40 dBA para el horario nocturno.



# “PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”

---

## **Artículo 8.- De las zonas críticas de contaminación sonora**

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción y priorizarán las medidas necesarias a fin de alcanzar los valores establecidos en el Anexo N° 1.

## **Artículo 9.- De los Instrumentos de Gestión**

Con el fin de alcanzar los ECAs de Ruido se aplicarán, entre otros, los siguientes Instrumentos de Gestión, además de los establecidos por las autoridades con competencias ambientales:

- a) Límites Máximos Permisibles de emisiones sonoras;
- b) Normas Técnicas para equipos, maquinarias y vehículos;
- c) Normas reguladoras de actividades de construcción y de diseño acústico en la edificación;
- d) Normas técnicas de acondicionamiento acústico para infraestructura vial e infraestructura en establecimientos comerciales;
- e) Normas y Planes de Zonificación Territorial;
- f) Planes de acción para el control y prevención de la contaminación sonora;
- g) Instrumentos económicos;
- h) Evaluaciones de Impacto Ambiental; y,
- i) Vigilancia y Monitoreo ambiental de Ruido.

De conformidad con el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, aprobado por Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se procederá a revisar y adecuar progresivamente los Límites Máximos Permisibles existentes, tomando como referencia los estándares establecidos en el Anexo N° 1 de la presente norma. Los Límites Máximos Permisibles que se dicten con posterioridad a la presente norma deberán regirse por la misma referencia.

## **Artículo 10.- De los Plazos para alcanzar el estándar**

En las zonas que presenten A ( $L_{Aeq,T}$ ) superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.

## **Artículo 11.- De la Exigibilidad**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido constituyen un objetivo de política ambiental y de referencia obligatoria en el diseño y aplicación de las políticas públicas,

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

sin perjuicio de las sanciones que se deriven de la aplicación del presente Reglamento.

**TÍTULO III**

**Del Proceso de Aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

**Capítulo 1**

**De la Gestión Ambiental de Ruido**

**Artículo 12.- De los Planes de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora**

Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales, elaborarán planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora con el objeto de establecer las políticas, estrategias y medidas necesarias para no exceder los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental de Ruido. Estos planes deberán estar de acuerdo con los lineamientos que para tal fin apruebe el Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.

Las municipalidades distritales emprenderán acciones de acuerdo con los lineamientos del Plan de Acción Provincial. Asimismo, las municipalidades provinciales deberán establecer los mecanismos de coordinación interinstitucional necesarios para la ejecución de las medidas que se identifiquen en los Planes de Acción.

**Artículo 13.- De los lineamientos generales**

Los Planes de Acción se elaborarán sobre la base de los principios establecidos en el artículo 2 y los siguientes lineamientos generales, entre otros:

- a) Mejora de los hábitos de la población;
- b) Planificación urbana;
- c) Promoción de barreras acústicas con énfasis en las barreras verdes;
- d) Promoción de tecnologías amigables con el ambiente;
- e) Priorización de acciones en zonas críticas de contaminación sonora y zonas de protección especial; y,
- f) Racionalización del transporte.

**Artículo 10.- De la vigilancia de la contaminación sonora**

La vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora en el ámbito local es una actividad a cargo de las municipalidades provinciales y distritales de acuerdo a sus competencias, sobre la base de los lineamientos que establezca el Ministerio de Salud. Las Municipalidades podrán encargar a instituciones públicas o privadas dichas actividades.

Los resultados del monitoreo de la contaminación sonora deben estar a disposición del público.

El Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) realizará la evaluación de los programas de vigilancia de la contaminación sonora, prestando apoyo a los municipios, de ser necesario. La DIGESA elaborará un informe anual sobre los resultados de dicha evaluación.

**Artículo 15.- De la Verificación de equipos de medición**

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - INDECOPÍ es responsable de la verificación de los equipos que se utilizan para la medición de ruidos. La calibración de los equipos será realizada por entidades debidamente autorizadas y certificadas para tal fin por el INDECOPÍ.

**Artículo 16.- De la aplicación de sanciones por parte de los municipios**

Las municipalidades provinciales deberán utilizar los valores señalados en el Anexo N° 1,

# “PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”

---

con el fin de establecer normas, en el marco de su competencia, que permitan identificar a los responsables de la contaminación sonora y aplicar, de ser el caso, las sanciones correspondientes.

Dichas normas deberán considerar criterios adecuados de asignación de responsabilidades, así como definir las sanciones dentro del marco establecido por el Decreto Legislativo N° 613 - Código del Ambiente y Recursos Naturales. También pueden establecer prohibiciones y restricciones a las actividades generadoras de ruido, respetando las competencias sectoriales. En el mismo sentido, se podrá establecer disposiciones especiales para controlar los ruidos, que por su intensidad, tipo, duración o persistencia, puedan ocasionar daños a la salud o tranquilidad de la población, aun cuando no superen los valores establecidos en el Anexo N° 1.

## Capítulo 2

### Revisión de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

#### Artículo 17.- De la revisión

La revisión de los estándares de calidad ambiental para ruido se realizará de acuerdo a lo dispuesto en la Primera Disposición Complementaria del Decreto Supremo N° 044-98-PCM.

## TÍTULO IV

### Situaciones Especiales

#### Artículo 18.- De las Situaciones Especiales

Las municipalidades provinciales o distritales según corresponda, podrán autorizar la realización de actividades eventuales que generen temporalmente niveles de contaminación sonora por encima de lo establecido en los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, y cuya realización sea de interés público. Cada autorización debe definir las condiciones bajo las cuales podrán realizarse dichas actividades, incluyendo la duración de la autorización, así como las medidas que deberá adoptar el titular de la actividad para proteger la salud de las personas expuestas, en función de las zonas de aplicación, características y el horario de realización de las actividades eventuales.

## TÍTULO V

### De las Competencias Administrativas

#### Artículo 19.- Del Consejo Nacional del Ambiente

El Consejo Nacional del Ambiente - CONAM, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene a su cargo las siguientes:

- a) Promover y supervisar el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a no exceder los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido, coordinando para tal fin con los sectores competentes, la fijación, revisión y adecuación de los Límites Máximos Permisibles; y,
- b) Aprobar los Lineamientos Generales para la elaboración de planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora.

#### Artículo 20.- Del Ministerio de Salud

El Ministerio de Salud, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, tiene las siguientes:

- a) Establecer o validar criterios y metodologías para la realización de las actividades contenidas en el artículo 14 del presente Reglamento; y,

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

b) Evaluar los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora, pudiendo encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones.

**Artículo 21.- Del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI)**

El INDECOPI, en el marco de sus funciones, tiene a su cargo las siguientes:

a) Aprobar las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos; y,

b) Calificar y registrar a las instituciones públicas o privadas para que realicen la calibración de los equipos para la medición de ruidos.

**Artículo 22.- De los Ministerios**

Las Autoridades Competentes señaladas en el artículo 50 del Decreto Legislativo N° 757, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, serán responsables de:

a) Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia; y,

**CONCORDANCIAS: R.M. N° 266-2003-VIVIENDA**

b) Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.

**Artículo 23.- De las Municipalidades Provinciales**

Las Municipalidades Provinciales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente Reglamento, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora;

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento;

d) Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales; y,

e) Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia, respetando lo dispuesto en el presente Reglamento.

**Artículo 24.- De las Municipalidades Distritales**

Las Municipalidades Distritales, sin perjuicio de las funciones legalmente asignadas, son competentes para:

a) Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito, de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento;

b) Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el presente reglamento con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Provincial; y,

c) Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

**Artículo 25.- De la Policía Nacional**

La Policía Nacional del Perú a través de sus organismos competentes brindará el apoyo a las autoridades mencionadas en el presente título para el cumplimiento de la presente norma.

**DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS**

**Primera.-** A efectos de proteger la salud de la población en ambientes interiores de viviendas, salones de colegios y salas de hospitales, el Ministerio de Salud podrá adoptar los valores guías de la Organización Mundial de la Salud - OMS que considere pertinentes para cumplir con este objetivo. Éstas podrán ser usadas por los gobiernos locales para los fines que estimen convenientes.

**Segunda.-** Las Municipalidades Provinciales, a solicitud de las Distritales, deberán realizar las modificaciones de zonificación necesarias para la aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido y de los instrumentos de prevención y control de la contaminación sonora, como parte de las medidas a implementar dentro del Plan de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora, las cuales podrán ser aplicadas antes de la aprobación del mismo.

Los cambios de zonificación que autoricen las municipalidades provinciales deberán tomar en cuenta los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido del presente Reglamento, a fin de garantizar que los mismos no sean excedidos.

**Tercera.-** Las autoridades ambientales dentro del ámbito de su competencia propondrán los límites máximos permisibles, o adecuarán los existentes a los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido en concordancia con el artículo 6 inciso e) del Decreto Supremo N° 044-98-PCM, en un plazo no mayor de dos (2) años de publicada la presente norma, de acuerdo a lo señalado en el siguiente cuadro:

<b>Entidad</b>	<b>Límites Máximos Permisibles</b>
Ministerio de la Producción	Actividades manufactureras y pesqueras
Ministerio de Agricultura	Actividades agrícolas y agroindustriales
Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Fuentes móviles y actividades de telecomunicaciones
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Actividades de construcción y edificación
Ministerio de Energía y Minas	Actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica
	Actividades minero metalúrgicas e hidrocarburos
Municipalidades Provinciales	Actividades domésticas, comerciales y de servicios

**Cuarta.-** Las Autoridades Competentes señaladas en el Título V del presente Reglamento dictarán las normas técnicas para actividades, equipos y maquinarias que generen ruidos, debiendo tomar como referencia los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido. Dichas entidades emitirán en un plazo no mayor de un (1) año desde la publicación del presente Reglamento, las siguientes normas:

<b>Entidad</b>	<b>Norma</b>
Municipalidades Provinciales	Normas técnicas para las actividades domés-

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

Ministerio de Transportes y Comunicaciones	Normas técnicas para fuentes móviles. Normas técnicas para materiales de construcción de vías de comunicación. Normas técnicas para maquinarias y equipos utilizados en las actividades de su competencia.
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades de construcción. Normas acústicas para actividades de la construcción y edificación. Normas técnicas para actividades de planeamiento, construcción y edificación.
Ministerio de Energía y Minas, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades minero metalúrgicas, y energéticas
Ministerio de la Producción, en coordinación con INDECOPI	Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades pesqueras. Normas técnicas para maquinarias y equipos usados en las actividades manufactureras.

Los Ministerios y Organismos Públicos podrán aprobar otras normas técnicas que consideren necesarias, con el fin de cumplir con lo establecido en el presente Reglamento.

**Quinta.-** Las Municipalidades Provinciales deberán emitir, en coordinación con las Municipalidades Distritales, las Ordenanzas para la Prevención y el Control del Ruido en un plazo no mayor de un (1) año de la publicación de la presente norma.

**Sexta.-** El CONAM desarrollará en un plazo no mayor de noventa (90) días las Guías para la elaboración de Ordenanzas Municipales para la prevención y control de ruido urbano.

**Sétima.-** El Ministerio de Salud, a través de la DIGESA, desarrollará en un plazo no mayor de un (1) año los Lineamientos (criterios y metodologías) para la realización de la Vigilancia y Monitoreo de la contaminación sonora.

**Octava.-** El INDECOPI desarrollará y aprobará las normas metrológicas referidas a los instrumentos de medición para ruidos en un plazo no mayor de un (1) año.

**Novena.-** La elaboración e implementación de los Planes de Acción para la Prevención y Control de Contaminación Sonora debe respetar los compromisos asumidos entre las diferentes autoridades ambientales sectoriales y las empresas, mediante las evaluaciones ambientales tales como Programas de Adecuación Ambiental (PAMAs), Estudios de Impacto Ambiental (EIAs), entre otros, según corresponda.

**Décima.-** El Ministerio de Educación promoverá la incorporación de aspectos vinculados a la prevención y control de la contaminación sonora en las currículas y programas educativos. Asimismo, promoverá la investigación y capacitación en temas de contaminación de ruidos.

**Décimo Primera.-** Todas las instituciones públicas o privadas deberán, en base al presente reglamento, promover la conciencia ciudadana para la prevención de los impactos negativos provenientes de la contaminación sonora.

**DISPOSICIONES TRANSITORIAS**

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---

**Primera.-** En tanto el Ministerio de Salud no emita una Norma Nacional para la medición de ruidos y los equipos a utilizar, éstos serán determinados de acuerdo a lo establecido en las Normas Técnicas siguientes:

ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos.

ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo.

**Segunda.-** La DIGESA del Ministerio de Salud podrá dictar mediante resoluciones directorales disposiciones destinadas a facilitar la implementación de los procedimientos de medición y monitoreo previstos en la presente norma, incluyendo las disposiciones para la utilización de los equipos necesarios para tal fin.

**Anexo N° 1**

**Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN $L_{AeqT}$	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**ANEXO 05. PANEL FOTOGRÁFICO**

**ENAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA ARCILLA DE LA FÁBRICA DE LADRILLOS LATESAN**



Ensayo de Limite liquido con uso de la cuchara de Casa Grande



Pesaje de la cápsula para contenido de humedad más arcilla

**PRODUCCIÓN DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA CON GEOMETRÍA DE ALVEOLOS MODIFICADOS**



Fabricación de boquillas de extrusora según diseño



Producción de ladrillos con alveolo modificados



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---



Llenado de horno para cocción de las nuevas unidades de albañilería



Ladrillos cocidos y apilados en las instalaciones del laboratorio de mecánica de suelos de la EPIC-UNSAAC

**ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL**



Medida del ancho del ladrillo King Kong Tradicional correspondiente a la prueba de variación dimensional



Realización de la prueba de variación dimensional en ladrillo King Kong Tradicional

---

**ENSAYO DE ALABEO**



Medida del alabeo de canto en ladrillo King Kong Tradicional



Medida del alabeo de canto en ladrillo Blocker Tradicional

**ENSAYO DETERMINACIÓN DE ÁREA BRUTA Y ÁREA NETA**



Medida de las caras de los ladrillos King Kong



Medida de las caras de los ladrillos Blocker

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CON CAPING**



Compresión de unidades de ladrillo Blocker



Compresión de unidades de ladrillo King Kong

**COMPRESIÓN AXIAL EN PILAS (PILAS DE ALBAÑILERÍA)**



Pilas de ladrillos King Kong y Blocker listos para la respectiva prueba



Compresión de pilas de tres unidades de ladrillo King Kong

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**ENSAYO DE ABSORCIÓN EN FRÍO**



Ladrillos King Kong y Blocker sacados de la poza después de 5h de inmersión



Prueba de absorción en caliente

**CONSTRUCCIÓN DE CÁMARA ANECOICA**



Vista exterior de cámara anecoica

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---



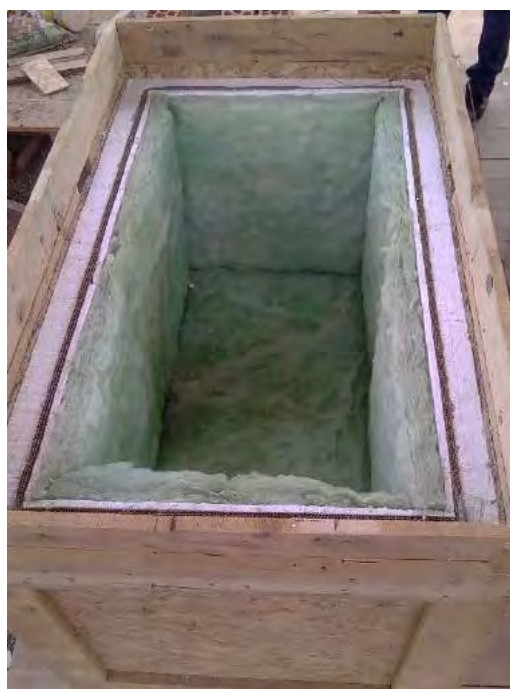
Instalación de primera capa de tecnopor (e=4")



Instalación de primera capa de cartón (e=4mm)



Instalación de segunda capa de tecnopor (e=1")



Instalación de capa de lana de vidrio (e=2")



Forrado de cámara con espuma acústica tipo cuña

### ENSAYO DE PÉRDIDA DE TRANSMISIÓN SONORA



Posicionamiento del muro representativo en la cámara acústica.



Cambio de muros de la cámara anecóica

**ENSAYO DE RESISTENCIA AL FUEGO**



Simulación de un incendio para la prueba de resistencia al fuego



Toma de datos con el pirómetro de las temperaturas alcanzadas

**ENSAYO DE ULTRASONIDO**



Aplicación del gel en la superficie de las unidades



Realización de la prueba de ultrasonido y toma de datos

**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

**ENSAYO DE DURABILIDAD**



Medida del alabeo de canto en ladrillo King Kong Tradicional



Medida del alabeo de canto en ladrillo Blocker Tradicional

**VARIOS**



Verificación de las pruebas por parte del asesor de la tesis



Supervisión del técnico encargado del laboratorio



**“PROPUESTA DE VARIACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS ALVEOLOS DE LADRILLOS BLOCKER Y KING KONG PARA MEJORAR EL COMPORTAMIENTO ACÚSTICO EN MUROS DIVISORIOS DEL DISTRITO DE SAN JERÓNIMO-CUSCO-2017”**

---



Vista de la cámara acústica interna con los sonómetros, parlante y cableado para la interfaz



Muro de ladrillo blocker hexagonal que obtuvo mayor absorción acústica



Poza usada para la prueba de absorción, como para la sumersión de los ladrillos antes de los asentados de muros y pilas



“Rumas” de los ladrillos King Kong Tradicional