

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS – QUÍMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023

PRESENTADO POR:

- **Bach:** FLORES COLQUE, EDWIN
- **Bach:** ORTIZ FERRO, CLINTON

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ASESOR:

Ing. LUZ MARLENE NIETO PALOMINO

COASESOR:

Msc. Ing. JULIO WASHINGTON LECHUGA CANAL

CUSCO - PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS - MECÁNICAS - QUÍMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 Huecos, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO - CUSCO - 2023

presentado por: EDWIN FLORES COLQUE con DNI Nro.: 70422003 presentado por: CLINTON ORTIZ FERRO con DNI Nro.: 73025152 para optar el título profesional/grado académico de INGENIERO CIVIL

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 2 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 5%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 9 de AGOSTO de 2024



Firma

Post firma ING. LUZ MARLENE NIETO PALOMINO

Nro. de DNI 2384 9232

ORCID del Asesor 0000 - 0001-6820 - 2758

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: oid: 27259:372013457

NOMBRE DEL TRABAJO

ladrillos edwin clinton 05 08 24.pdf

AUTOR

EDWIN, CLINTON FLORES, ORTIZ

RECUENTO DE PALABRAS

94778 Words

RECUENTO DE CARACTERES

439576 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

397 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

18.9MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 8, 2024 10:35 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 8, 2024 10:40 AM GMT-5**● 5% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 4% Base de datos de Internet
- Base de datos de contenido publicado de Crossref
- Base de datos de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de publicaciones
- Material bibliográfico
- Material citado
- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado



Dedicatoria

Esta dedicado a Dios y a mi familia; Un especial sentimiento de gratitud hacia mis queridos padres, Sabino y Victoria, cuyos Palabras de aliento y de impulso a la tenacidad resuenan en mis oídos y Mi hermano Brayán, Quienes nunca se han apartado de mi lado y son muy especiales.

A Mis abuelos Nolasco y Bernardina cuyo amor por mí no tuvo límites y que me enseñó el valor del trabajo duro y la humildad.

Por último, se lo dedico a mi difunto hermanito Jhon Milthon, alejado para siempre de nuestros ojos y que dejó un vacío que nunca será llenado en nuestras vidas. Aunque tu vida fue corta, me aseguraré de que tu memoria viva mientras tenga vida. Los amo a todos más allá de las palabras.

Edwin Flores Colque.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis especialmente a Dios, quien me brindó la fortaleza necesaria para alcanzar esta meta.

A mis padres, Aquilino y Teodosia, quienes con su amor incondicional y su guía constante han sido mi fuente de inspiración y motivación para seguir adelante. Este trabajo es un reflejo de su confianza en mis habilidades y capacidades. Esta tesis es tanto de ustedes como mía.

A mis hermanas Elizabeth, Nataly y Gabriela, agradezco profundamente su apoyo constante y su compañía en los momentos más difíciles. Su amor y aliento han sido una fuente de fortaleza que me ha impulsado a seguir adelante y alcanzar este logro. Las quiero mucho.

Clinton Ortiz Ferro.

Agradecimiento

A nuestros asesores a la Ingeniera Luz Marlene Nieto Palomino e Ingeniero Julio Washington Lechuga Canal; por su disposición, comprensión, tiempo, enseñanzas y apoyo incondicional y constante, durante desarrollo de la investigación.

A los Ingenieros. ING. José Sixto Diaz Farfán, DR. Ing. Adriel Gamarra Durand, M.Sc.Ing. José Ronald Aguilar Huerta y Mgt. Ing. Juan Carlos Malpartida Linares; por su apoyo incondicional, disposición, comprensión y tiempo para la conclusión de esta investigación.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a los docentes de la escuela profesional de Ingeniería Civil por brindarnos sus conocimientos con dedicación esfuerzo y paciencia para la formación de profesionales con ética y respeto.

*Agradecemos también a la **Asociación de pequeños productores de tejas y ladrillos Sucso Auccaylle del Distrito de San Jerónimo provincia Cusco departamento Cusco**, y de manera especial al señor **Albino Quispe Suppo** por permitir realizar la presente investigación en sus instalaciones.*

A los amigos y compañeros por su apoyo constante a lo largo de nuestra vida universitaria y desarrollo de esta tesis.

Resumen

La fabricación de ladrillos King Kong de 18 huecos en hornos artesanales se ha vuelto esencial para las construcciones de albañilería en un entorno local altamente competitivo, las empresas deben enfrentarse al reto de implementar estrategias que optimicen la producción de estos ladrillos a través de innovaciones en hornos artesanales. La metodología utilizada busca una correlación de los efectos de la temperatura de cocción en las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo king kong 18 huecos en un horno artesanal. Los resultados obtenidos indican que con inclusión de chimeneas se redujo la diferencia de temperaturas que existía entre el primer nivel de apilado y el ultimo nivel de apilado en 43.01°C para el horno artesanal 1 y 52.42°C para el segundo horno. El presente trabajo de investigación menciona que la temperatura de cocción incide en las propiedades físicas como son la absorción y la eflorescencia, las propiedades mecánicas que son afectadas por la temperatura de cocción son la compresión, la variación dimensional, las propiedades químicas inciden junto a la temperatura de cocción en las propiedades finales de los ladrillos. Se señala que la temperatura afecta la producción de ladrillos, ya que influye en la calidad de los mismos y en las pérdidas causadas por sobrecocción, fisuración y unidades que no alcanzaron la cocción adecuada. La presente investigación concluye que la temperatura afecta directamente en las propiedades físicas, químicas, en algunas propiedades mecánicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos. Se recomienda realizar un control estricto de la temperatura por niveles o capas de apilado para obtener ladrillo de mejor calidad.

Palabras clave: Temperatura de cocción, cocción, propiedades físicas, propiedades mecánicas, propiedades químicas.

Abstrac

The manufacture of 18-hole King Kong bricks in artisanal kilns has become essential for masonry constructions in a highly competitive local environment. Companies must face the challenge of implementing strategies that optimize the production of these bricks through innovations in kilns. artisanal. The methodology used seeks a correlation of the effects of firing temperature on the physical, mechanical, chemical properties and production of the 18-hole king kong brick in an artisanal kiln. The results obtained indicate that with the inclusion of chimneys, the temperature difference that existed between the first stacking level and the last stacking level was reduced by 43.01°C for artisanal oven 1 and 52.42°C for the second oven. The present research work mentions that the firing temperature affects the physical properties such as absorption and efflorescence, the mechanical properties that are affected by the firing temperature are compression, dimensional variation, the chemical properties affect along with the firing temperature on the final properties of the bricks. It is noted that temperature affects the production of bricks, since it influences their quality and losses caused by overfiring, cracking and units that did not reach adequate firing. The present investigation concludes that temperature directly affects the physical and chemical properties, some mechanical properties and production of the King Kong 18-hole brick. It is recommended to carry out strict temperature control by stacking levels or layers to obtain better quality brick.

Keywords: Cooking temperature, cooking, physical properties, mechanical properties, chemical properties.

Índice de contenido

DEDICATORIA.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN.....	IV
ABSTRAC	V
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVI
ANEXOS.....	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES	1
1.1 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.1.1 Justificación técnica:.....	1
1.1.2 Justificación social:.....	1
1.1.3 Justificación por Viabilidad:.....	1
1.1.3.1 Viabilidad Técnica:.....	1
1.1.3.2 Viabilidad económica:.....	1
1.1.4 Justificación por relevancia:	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
1.3.1 Problema General.....	4
1.3.2 Problemas Específicos	4
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.4.1 Objetivo General.....	5
1.4.2 Objetivos Específicos.....	5
1.5 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
1.5.1 Alcance	5
1.5.1.1 Alcance Espacial.....	5
1.5.1.2 Alcance Temporal.....	6
1.5.2 Limitación.....	6
1.5.2.1 Limitación Normativa.....	6
1.5.2.2 Limitación de Propiedades Mecánicas	7
1.5.2.3 Limitación de Propiedades Físicas	7
1.5.2.4 Limitación de Propiedades Químicas	7
1.5.2.5 Limitación de las Pruebas.....	7

1.5.2.6	Limitación de Materiales	8
CAPITULO II: ANTECEDENTES Y MARCO CONCEPTUAL		9
2.1	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
2.1.1	Antecedentes Nacionales	9
2.1.2	Antecedentes Internacionales.....	10
2.2	MARCO CONCEPTUAL	11
2.2.1	Perfil de Temperatura	11
2.2.2	Arcilla	12
2.2.2.1	Composición Química de la Arcilla	12
2.2.2.2	Sílice: (SiO ₂)	13
2.2.2.3	La Alúmina: (Al ₂ O ₃)	14
2.2.2.4	El Óxido de Hierro: (Fe ₂ O ₃).....	14
2.2.2.5	El Óxido de Titanio: (TiO ₂)	14
2.2.2.6	Los Óxidos de Calcio y Magnesio: (CaO y MgO)	15
2.2.2.7	Los Óxidos de Sodio y Potasio: (Na ₂ O y K ₂ O).....	15
2.2.3	Propiedades Físico y Mecánicas del Ladrillo King Kong de 18 Huecos.....	16
2.2.3.1	Resistencia a la Compresión.....	16
2.2.3.2	Absorción.....	17
2.2.3.3	Alabeo.....	18
2.2.3.4	Variación Dimensional	19
2.2.3.5	Porcentaje de Vacíos	21
2.2.3.6	Eflorescencia	22
2.2.4	Featool Multiphysics.....	23
2.2.4.1	Multifísica.....	23
2.2.4.2	Mecánica de Fluidos.....	23
2.2.5	Transferencia de Calor	24
2.2.5.1	Mecanismos de Transferencia de Calor.....	24
2.2.5.1.1	Transferencia de Calor por Convección	24
2.2.5.2	Ecuación de Navier Stoks.....	24
2.2.5.3	Propiedades Térmicas del Aire.....	25
2.2.6	Análisis Estadístico.....	27
2.2.6.1	Analís de Dispersión de Datos, Medidas de Dispersión.....	27
2.2.6.1.1	Rango (R)	27
2.2.6.1.2	Varianza (V _x)	27
2.2.6.1.3	Coefficiente de Variación (CV).....	28
CAPITULO III: METODOLOGÍA E HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN		30
3.1	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	30
3.1.1	Nivel de Investigación	30
3.1.2	Enfoque de Investigación.....	30
3.2	DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
3.2.1	Diseño de la Investigación	30

3.2.2	Según la Aplicación Practica	30
3.3	VARIABLES E INDICADORES	31
3.3.1	Variables Independientes - Temperatura	31
3.3.2	Variables Dependientes – Ladrillo Artesanal	31
3.3.3	Operacionalización de Variables	32
3.4	POBLACIÓN, MUESTRA Y TAMAÑO MUESTRAL.....	33
3.4.1	Población.....	33
3.4.1.1	Para ensayos químicos.....	33
3.4.1.2	Para la elección de los ladrillos	33
3.4.2	Muestra	33
3.4.2.1	Para ensayos químicos.....	33
3.4.2.2	Para la elección de los ladrillos	34
3.4.3	Tamaño Muestral	34
3.4.3.1	Para ensayos químicos.....	34
3.4.3.2	Para la elección de los ladrillos	35
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.5.1	Técnicas de Investigación.....	39
3.5.2	Instrumentos.....	39
3.5.3	Instrumentos de Ingeniería.....	49
3.6	HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.6.1	Hipótesis General.....	53
3.6.2	Hipótesis Específicas	53
CAPITULO IV: RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN		54
4.1	RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS ELEMENTAL DE LA ARCILLA	54
4.1.1	Zonificación de Canteras.....	54
4.1.2	Extracción de Muestras.....	54
4.1.3	Traslado de Muestras a el Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	55
4.1.4	Preparación de Muestra.....	56
4.1.4.1	Pre - Secado de Muestra	56
4.1.4.2	Molienda de Muestra	56
4.1.4.3	Cuarteo de Muestra.....	57
4.1.4.4	Tamizado de Muestra	58
4.1.4.5	Secado de Muestra.....	58
4.1.5	Análisis Elemental de Muestras de Arcilla.....	59
4.2	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LOS PARÁMETROS DE COCCIÓN.....	59
4.2.1	Dimensionamiento de la Geometría del Horno	59
4.2.2	Diseño de Apilado del Ladrillo en el Horno.....	61
4.2.3	Trazo y Replanteo de Puntos para la Colocación de Termocupulas tipo K.....	63
4.2.4	Perforación de Puntos	64
4.2.5	Recolección de Datos de Temperatura.	65

4.3	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS MECÁNICAS.	67
4.3.1	Extracción de Muestras.....	67
4.3.2	Prueba de Compresión	69
4.3.2.1	Dimensionamiento.....	69
4.3.2.2	Peso de Muestra.....	70
4.3.2.3	Refrentado de Espécimen	71
4.3.2.4	Evaluación de la Resistencia a Compresión con la Prensa de Compresión	71
4.3.3	Prueba de Absorción	72
4.3.3.1	Determinación del Peso Saturado del Ladrillo	72
4.3.3.2	Determinación de Peso en Seco del Ladrillo.....	74
4.3.4	Determinación de Alabeo	75
4.3.4.1	Medición de Alabeo de los Especímenes	75
4.3.5	Determinación de la Variación Dimensional.....	78
4.3.5.1	Medición de las Dimensiones de los Especímenes	78
4.3.6	Determinación de Porcentaje de Vacíos	80
4.3.6.1	Preparación de Especímenes	80
4.3.6.2	Medición de las Dimensiones de los Especímenes	81
4.3.7	Prueba Eflorescencia.....	83
4.3.7.1	Preparación de Especímenes	83
4.3.7.2	Determinación de la Prueba de Eflorescencia	84
CAPITULO V:	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	89
5.1	ANÁLISIS DE DATOS DE PARÁMETROS DE COCCIÓN.....	89
5.1.1	Curva de Cocción del Horno Artesanal 1.	89
5.1.2	Curva de Cocción del Horno Artesanal 2	91
5.2	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO Y MECÁNICAS DEL LADRILLO KING KONG DE 18 HUECOS.....	94
5.2.1	Prueba a Compresión	94
5.2.2	Prueba de Absorción.....	119
5.2.3	Determinación de Alabeo.	140
5.2.4	Determinación de la Variación Dimensional.....	147
5.2.5	Determinación del Porcentaje de Vacíos	208
5.2.6	Prueba de Eflorescencia	232
5.3	ANÁLISIS Y RESULTADOS EN EL DISEÑO DE LA CÚPULA MEDIANTE FEATOOL MULTIPHYSICS	239
5.3.1	Diseño de Cúpula.....	239
5.3.1.1	Estrategia de Diseño de Cúpula.....	239
5.3.1.2	Obtención de Datos	240
5.3.1.3	Medida de Dimensiones de Horno de Ladrillos.	242
5.3.1.4	Modelado de Geometría	243
5.3.1.4.1	Geometría de Cúpula Trapezoidal.....	243

5.3.1.4.2	Geometría de Cúpula Circular	244
5.3.1.4.1	Geometría de Cúpula Rectangular	246
5.4	DETERMINACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE LA LADRILLERA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO.....	249
5.4.1	Análisis de Costos de Mano de Obra	249
5.4.2	Análisis de Insumos	250
5.4.3	Análisis de costos total de producción y costos de venta por millar para la producción de 4 quemas y 1 quema.....	251
5.4.4	Análisis de costos de producción por unidad y por millar	251
5.4.5	Análisis de producción y desperdicio por cada quema realizada.	252
5.4.6	Análisis de Producción Anual para el Año 2023 de la Empresa “El Emperador”	254
5.5	ANÁLISIS ELEMENTAL DE LA ARCILLA	256
CAPITULO VI: DISCUSIONES.....		264
CAPITULO VII: CONCLUSIONES		280
RECOMENDACIONES		283
BIBLIOGRAFÍA.....		284
ANEXOS.....		287

Índice de tablas

Tabla 1 Análisis Químico por FRX - UNI	10
Tabla 2 Composición química de la arcilla.	11
Tabla 3 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales- resistencia característica a compresión - NTP E-070	16
Tabla 4 Requisitos de resistencia a compresión - NTP 331-017	17
Tabla 5 Requisitos complementarios - Absorción de agua - NTP 331-017.	18
Tabla 6 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales- Alabeo (máximo en mm) - NTP E-070.....	18
Tabla 7 Clase de unidad de albañilería para fines estructurales - Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)- NTP E-070.	20
Tabla 8 Requisitos complementarios – Variaciones permisibles en las dimensiones - NTP 331-017.	21
Tabla 9 Propiedades del aire a la presión de 1 atm.....	26
Tabla 10 Operacionalización de variables	32
Tabla 11 Tipificación de la población del horno artesanal	33
Tabla 12 Zonificación de la cantera de arcilla y cantidad de muestra extraída.	34
Tabla 13 Extracción de muestras por nivel y por zona en el horno artesanal 1 para cada quema.	35
Tabla 14 Extracción de muestras por nivel y por zona en el horno artesanal 2 para cada quema.	35
Tabla 15 Extracción de muestras para pruebas físicas y mecánicas en el Horno Artesanal 1 para cada quema.	36
Tabla 16 Extracción de muestras para pruebas físicas y mecánicas en el Horno Artesanal 2 para cada quema.	36
Tabla 17 Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de Análisis Elemental de Arcilla	49
Tabla 18 Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de parámetros de cocción.....	50
Tabla 19 Herramientas Virtuales de diseño Cúpula.	50
Tabla 20 Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de las propiedades mecánicas.	51
Tabla 21 Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de las propiedades físicas.	52
Tabla 22 Temperaturas máximas registradas en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas realizadas con chimeneas y sin chimeneas.	90
Tabla 23 Temperaturas máximas registradas en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas realizadas con chimeneas y sin chimeneas.	93
Tabla 24 Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	95
Tabla 25 Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.	95
Tabla 26 Clasificación según la norma E-070 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.	98
Tabla 27 Clasificación según la norma E-070 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.	98
Tabla 28 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.....	100
Tabla 29 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.....	100
Tabla 30 Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión Horno artesanal 1 - Quema 1.	101
Tabla 31 Clasificación de la resistencia a compresión por zonas Horno artesanal 1 - quema 1 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017.....	102
Tabla 32 Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión horno artesanal 1 - Quema 3.	104
Tabla 33 Clasificación de la resistencia a compresión por zonas horno artesanal 1 - quema 3 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017.....	104
Tabla 34 Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el horno artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	107

Tabla 35 Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el horno artesanal 2 quema 4 con chimeneas.	107
Tabla 36 Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 sin chimeneas - horno artesanal 2 de la Resistencia a compresión.	110
Tabla 37 Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 con chimeneas - horno artesanal 2 de la Resistencia a compresión.	110
Tabla 38 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.....	112
Tabla 39 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.....	112
Tabla 40 Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión horno artesanal 2 - quema 2.....	113
Tabla 41 Clasificación de la resistencia a compresión por zonas horno artesanal 2 - quema 2 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017.....	114
Tabla 42 Clasificación por zonas - resistencia a la compresión Horno artesanal 2 - Quema 4.....	116
Tabla 43 Clasificación de la resistencia a compresión por zonas Horno artesanal 2 - quema 4 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017.....	116
Tabla 44 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).....	119
Tabla 45 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 (con chimeneas).....	120
Tabla 46 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 1 (sin chimeneas).	122
Tabla 47 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el horno artesanal 1 en la quema 3 (con chimeneas).	122
Tabla 48 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).....	123
Tabla 49 Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 1 (sin chimeneas).....	124
Tabla 50 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 (sin chimeneas).....	127
Tabla 51 Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 3 (sin chimeneas).....	127
Tabla 52 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).....	130
Tabla 53 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).....	131
Tabla 54 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 2 (sin chimeneas).	133
Tabla 55 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 4 (con chimeneas).	133
Tabla 56 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).....	134
Tabla 57 Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 2 (sin chimeneas).....	135
Tabla 58 Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).....	137
Tabla 59 Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 4 (sin chimeneas).....	137
Tabla 60 Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el horno artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).	140
Tabla 61 Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el horno artesanal 1 quema 3 (con chimeneas). .	141
Tabla 62 Clasificación según la norma NTP E-070 en la quema 1 (sin chimeneas) - Horno Artesanal 1 del alabeo.	142

Tabla 63 Clasificación según la norma NTP E-070 en la quema 3 (con chimeneas) - Horno Artesanal 1 del alabeo.	143
Tabla 64 Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).	144
Tabla 65 Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).	144
Tabla 66 Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 (sin chimeneas) - Horno Artesanal 2 del alabeo.	146
Tabla 67 Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 (con chimeneas) - Horno Artesanal 2 del alabeo.	146
Tabla 68 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	149
Tabla 69 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	150
Tabla 70 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	151
Tabla 71 Clasificación según la norma E-070 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.	152
Tabla 72 Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.	153
Tabla 73 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.	153
Tabla 74 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.	154
Tabla 75 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.	155
Tabla 76 Clasificación según la norma E-070 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.	157
Tabla 77 Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.	157
Tabla 78 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	158
Tabla 79 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	161
Tabla 80 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	164
Tabla 81 Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 1 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.	167
Tabla 82 Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.	168
Tabla 83 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.	168
Tabla 84 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.	171
Tabla 85 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.	174
Tabla 86 Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.	177
Tabla 87 Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 3 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.	178
Tabla 88 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	179
Tabla 89 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	180
Tabla 90 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	181

Tabla 91 Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.	182
Tabla 92 Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.	183
Tabla 93 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.	183
Tabla 94 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.	184
Tabla 95 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.	185
Tabla 96 Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.	187
Tabla 97 Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.	187
Tabla 98 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	188
Tabla 99 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	191
Tabla 100 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	194
Tabla 101 Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.	197
Tabla 102 Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 3 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.	198
Tabla 103 Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.	198
Tabla 104 Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.	201
Tabla 105 Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.	204
Tabla 106 Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.	207
Tabla 107 Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 4 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.	208
Tabla 108 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	209
Tabla 109 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.	209
Tabla 110 Clasificación según la norma NTP E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.	211
Tabla 111 Clasificación según la norma NTP E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.	212
Tabla 112 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.	213
Tabla 113 Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.	213
Tabla 114 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.	216
Tabla 115 Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.	217
Tabla 116 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	221
Tabla 117 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.	221
Tabla 118 Clasificación según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.	223

Tabla 119 Clasificación según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.	224
Tabla 120 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.	225
Tabla 121 Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.	225
Tabla 122 Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.	228
Tabla 123 Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.	229
Tabla 124 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Sin Chimeneas – Nivel 1.....	234
Tabla 125 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Sin Chimeneas – Nivel 30	234
Tabla 126 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Con Chimeneas – Nivel 1	235
Tabla 127 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Con Chimeneas – Nivel 30	235
Tabla 128 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Sin Chimeneas – Nivel 1.....	237
Tabla 129 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Sin Chimeneas – Nivel 26.	238
Tabla 130 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Con Chimeneas – Nivel 1.	238
Tabla 131 Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Con Chimeneas – Nivel 26.	239
Tabla 132 Propiedades térmicas del Aire.	241
Tabla 133 Costo de mano de obra para 4 quemas y 1 quema en el Horno artesanal El Emperador.	249
Tabla 134 Análisis de insumos para la producción de 4 quemas y 1 quema en el Horno artesanal El Emperador. ...	251
Tabla 135 Costo de producción por unidad, por millar y la utilidad por millar.	252
Tabla 136 Producción de ladrillo para 4 quemas en el Horno artesanal El Emperador.	252
Tabla 137 Determinación del porcentaje del desperdicio con respecto a la producción para cada quema.	253
Tabla 138 Determinación de la utilidad para 4 quemas en el Horno artesanal El Emperador.....	253
Tabla 139 Análisis de producción anual de la empresa “El Emperador”	254
Tabla 140 Total de producción anual de la empresa “El Emperador”	254
Tabla 141 Producción total anual del total de hornos que producen ladrillos.	255
Tabla 142 Porcentaje de producción de la empresa el emperador de San Jerónimo en relación de la producción total.	255
Tabla 143 Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 1 (Zona 1).....	256
Tabla 144 Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 2 (Zona 2).....	257
Tabla 145 Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 3 (Zona 3).....	258
Tabla 146 Horno artesanal 1 -Quema 1 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.....	259
Tabla 147 Horno artesanal 1 - Quema 3 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.	260
Tabla 148 Horno artesanal 2 - Quema 2 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.	261
Tabla 149 Horno artesanal 1 - Quema 3 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.	262
Tabla 150 Composición química de la arcilla en el distrito de San Jerónimo - Cusco – sector ladrilleras Patrón San Jerónimo.	263
Tabla 151 Síntesis de prueba de Porcentaje de absorción – Horno Artesanal 1	266
Tabla 152 Síntesis de prueba de Porcentaje de absorción – Horno Artesanal 2	266
Tabla 153 Síntesis de prueba de Resistencia a compresión – Horno Artesanal 1.....	268
Tabla 154 Síntesis de prueba de Resistencia a compresión – Horno Artesanal 2.....	268
Tabla 155 Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 1 y su punto de fusión.	271
Tabla 156 Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 2 y su punto de fusión.	272
Tabla 157 Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 3 y su punto de fusión.	272
Tabla 158 Composición química de la arcilla en el distrito de San Jerónimo - Cusco – sector ladrilleras Patrón San Jerónimo.	273

Tabla 159 Resultados de la incidencia de la temperatura en la producción.	276
Esta investigación al evaluar el perfil de temperatura durante la cocción con incorporación de chimeneas interiores y sin chimeneas interiores. Tabla 160 Síntesis del perfil de temperatura horno artesanal 1	277
Tabla 161 Síntesis del perfil de temperatura horno artesanal 2	278
Tabla 162 Síntesis del comportamiento térmico de las cupulas.....	279

Índice de figuras

Figura 1 Curva térmico dilatométrica de una cuarcita.	13
Figura 2 Ecuación de Navier Stokes.....	25
Figura 3 Distribución por niveles para la extracción de muestras del Horno Artesanal 1.	37
Figura 4 Distribución en cada nivel para la extracción de las muestras para el Horno Artesanal 1.....	37
Figura 5 Distribución por niveles para la extracción de muestras del Horno Artesanal 2.	38
Figura 6 Distribución en cada nivel para la extracción de las muestras para para el Horno Artesanal 2.	38
Figura 7 Ficha de observación de resistencia a compresión del ladrillo	40
Figura 8 Ficha de observación de porcentaje de absorción del ladrillo	41
Figura 9 Ficha de observación de alabeo del ladrillo.....	42
Figura 10 Ficha de observación de porcentaje de vacíos del ladrillo.	43
Figura 11 Ficha de observación de variabilidad dimensional – Largo.	44
Figura 12 Ficha de observación de variabilidad dimensional – Ancho	45
Figura 13 Ficha de observación de variabilidad dimensional – Altura	46
Figura 14 Ficha de observación de eflorescencia del ladrillo.....	47
Figura 15 Ficha de análisis documental para la prueba de análisis elemental de la arcilla.	48
Figura 16 Zonificación de cantera de arcilla - San Jerónimo - Cusco.....	54
Figura 17 Recolección de muestras de arcilla.....	55
Figura 18 Traslado de muestras al laboratorio de mecánica de suelos.	55
Figura 19 Pre - secado de las muestras de arcilla.....	56
Figura 20 Molienda de muestras.....	57
Figura 21 Cuarteo de muestras de arcilla.....	57
Figura 22 Tamizado de muestras en la malla 100.....	58
Figura 23 Secado de muestras de arcilla para las tres zonas.	58
Figura 24 Prueba de análisis elemental de la arcilla.	59
Figura 25 Medición de las Dimensiones del Horno Artesanal de la cámara de cocción.....	60
Figura 26 Medición de las Dimensiones del Horno Artesanal de la cámara de incineración.	60
Figura 27 Apilado y ordenamiento de ladrillos en el horno artesanal sin chimeneas en cámara de cocción.	61
Figura 28 Apilado de ladrillos en el horno artesanal con implementación de chimeneas.....	62
Figura 29 Dimensionamiento de las chimeneas en la Cámara de Cocción.....	62
Figura 30 Replanteo de puntos para el perforado de puntos.....	64
Figura 31 Perforado de puntos en los muros del Horno Artesanal.....	65
Figura 32 Colocado de termocupulas tipo K y registro de temperatura con Data Looger PCE-T 800-Horno Artesanal 1.....	66
Figura 33 Colocado de termocupulas tipo K y registro de temperatura con Data Looger PCE-T 800 -Horno Artesanal 2.	66
Figura 34 Traslado de Termocupulas Tipo K del nivel o apilado 3 al nivel o apilado 8 en el Horno Artesanal 1.	67
Figura 35 Extracción de muestras por niveles en el horno artesanal	68
Figura 36 Extracción de muestras por zonas en el Horno Artesanal 1	69
Figura 37 Extracción de muestras por zonas en el horno artesanal 2.....	69
Figura 38 Dimensionamiento de los Especímenes.....	70
Figura 39 Determinación de la masa de los especímenes.	70
Figura 40 Refrentado de Especímenes	71

Figura 41 Prueba de compresión de ladrillo, en la PRENSA DE COMPRESIÓN.	72
Figura 42 Inmersión de muestras en agua para la prueba de absorción.	73
Figura 43 Extracción de muestra después de 24 horas en agua.	73
Figura 44 Determinación del peso saturado.	74
Figura 45 Determinación del peso seco del espécimen.	75
Figura 46 Preparado de espécimen, para la prueba de alabeo de los especímenes.	76
Figura 47 Medición de alabeo en superficie cóncava, con uso de una regla metálica y una cuña para medir alabeo.	77
Figura 48 Medición de alabeo en superficie convexa, con uso de una regla metálica y una cuña para medir alabeo.	77
Figura 49 Medición de largo del espécimen.	79
Figura 50 Medición de la altura del espécimen.	79
Figura 51 Medición del ancho del espécimen.	80
Figura 52 Separación de material deletéreo.	80
Figura 53 Peso de la arena en 500ml de volumen, con la ayuda de una probeta.	82
Figura 54 Enrasado de arena - prueba de porcentaje de vacíos.	82
Figura 55 Extracción de arena contenida en los alveolos del ladrillo.	83
Figura 56 Pesado de la arena contenida de los alveolos del ladrillo.	83
Figura 57 Limpieza de materiales deletéreo, y preparación de espécimen para la prueba de eflorescencia.	84
Figura 58 Colocado al Horno durante 24 horas el par de muestras, para secado.	85
Figura 59 Después de los 7 días inmerso en el agua se colocó al horno durante 24 horas.	86
Figura 60 Verificación de la eflorescencia desde una distancia de 3 m en la muestra.	87
Figura 61 Inmersión de muestra en agua destilada una altura de 25 mm sobre una bandeja de metal resistente a la corrosión.	87
Figura 62 Espaciamiento de los especímenes con un espaciamiento mayor a 50 mm sobre una bandeja metálica resistente a la corrosión.	88
Figura 63 Curva de cocción en Horno Artesanal 1 sin chimeneas en la quema 1.	89
Figura 64 Curva de cocción en Horno Artesanal 1 con chimeneas en la quema 3.	90
Figura 65 Temperatura máxima con chimeneas y sin chimeneas registradas en el horno artesanal 1.	91
Figura 66 Curva de cocción en Horno Artesanal 2 sin chimeneas en la quema 2.	92
Figura 67 Curva de cocción en Horno Artesanal 2 con chimeneas en la quema 4.	92
Figura 68 Temperatura máxima con chimeneas y sin chimeneas registradas en el horno artesanal 2.	94
Figura 69 Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.	96
Figura 70 Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.	97
Figura 71 Clasificación según norma E - 070 para la prueba de resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).	99
Figura 72 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en las dos quemas (con chimeneas y sin chimeneas) - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.	101
Figura 73 Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.	102
Figura 74 Resistencia a la compresión por zonas y niveles en el horno artesanal 1 – quema 1.	103
Figura 75 Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 1 quema 1 por zonas.	103
Figura 76 Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el horno artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.	105
Figura 77 Resistencia a la compresión por zonas horno artesanal 1 – quema 3.	106
Figura 78 Representación 3D del comportamiento de la compresión en el horno artesanal 1 quema 3 por zonas.	106
Figura 79 Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el horno artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.	108
Figura 80 Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.	109

Figura 81 Clasificación según norma E - 070 para la prueba de resistencia a compresión en el horno artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).	111
Figura 82 Clasificación según la norma NTP - 331.017 en las dos quemas (con chimeneas y sin chimeneas) - Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.....	113
Figura 83 Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el horno artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.	114
Figura 84 Resistencia a la compresión por zonas Horno artesanal 2 – quema 2.....	115
Figura 85 Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 2 quema 2 por zonas.	115
Figura 86 Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.	117
Figura 87 Resistencia a la compresión por zonas Horno artesanal 2 – quema 4.	118
Figura 88 Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 2 quema 4 por zonas.	118
Figura 89 Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 (sin chimeneas).....	120
Figura 90 Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).....	121
Figura 91 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).	123
Figura 92 Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 (con chimeneas).	125
Figura 93 Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el horno 1 quema 1 en 3D.....	126
Figura 94 Representación del comportamiento del porcentaje de absorción en planos de cada nivele en el horno 1 quema 1.	126
Figura 95 Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).	128
Figura 96 Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.....	129
Figura 97 Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivele en el horno 1 quema 3.	129
Figura 98 Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (sin chimeneas).....	131
Figura 99 Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).....	132
Figura 100 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).	134
Figura 101 Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (con chimeneas).	135
Figura 102 Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D....	136
Figura 103 Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivele en el horno 2 quema 2.	136
Figura 104 Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).	138
Figura 105 Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D....	139
Figura 106 Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivele en el horno 2 quema 4.	139
Figura 107 Dispersión de datos del alabeo en el horno artesanal 1 realizada en la quema 1(sin chimeneas).	141
Figura 108 Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).....	142
Figura 109 Clasificación según norma E - 070 para la prueba de alabeo en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).....	143
Figura 110 Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (sin chimeneas).	145
Figura 111 Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).....	145
Figura 112 Clasificación según norma E - 070 para la prueba de alabeo en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).....	147

Figura 113 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	149
Figura 114 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	150
Figura 115 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	151
Figura 116 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	154
Figura 117 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	155
Figura 118 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	156
Figura 119 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	159
Figura 120 <i>Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.</i>	160
Figura 121 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.</i>	161
Figura 122 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	162
Figura 123 <i>Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.</i>	163
Figura 124 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.</i>	164
Figura 125 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	165
Figura 126 <i>Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.</i>	166
Figura 127 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.</i>	167
Figura 128 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	169
Figura 129 <i>Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.</i>	170
Figura 130 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.</i>	171
Figura 131 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	172
Figura 132 <i>Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.</i>	173
Figura 133 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.</i>	174
Figura 134 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	175
Figura 135 <i>Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.</i>	176
Figura 136 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.</i>	177
Figura 137 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	179
Figura 138 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	180

Figura 139 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	181
Figura 140 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	184
Figura 141 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	185
Figura 142 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	186
Figura 143 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	189
Figura 144 <i>Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.</i>	190
Figura 145 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 2 quema 2.</i>	191
Figura 146 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	192
Figura 147 <i>Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.</i>	193
Figura 148 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 2.</i>	194
Figura 149 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.</i>	195
Figura 150 <i>Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.</i>	196
Figura 151 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 2 quema 2.</i>	197
Figura 152 <i>Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	199
Figura 153 <i>Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.</i>	200
Figura 154 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 2 quema 4.</i>	201
Figura 155 <i>Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	202
Figura 156 <i>Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.</i>	203
Figura 157 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 4.</i>	204
Figura 158 <i>Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.</i>	205
Figura 159 <i>Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.</i>	206
Figura 160 <i>Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 2 quema 4.</i>	207
Figura 161 <i>Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	210
Figura 162 <i>Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.</i>	210
Figura 163 <i>Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).</i>	212
Figura 164 <i>Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.</i>	214

Figura 165 Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.....	215
Figura 166 Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 1 quema 1.	216
Figura 167 Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 sin chimeneas.	218
Figura 168 Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.....	219
Figura 169 Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 1 quema 3.	220
Figura 170 Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.....	222
Figura 171 Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.....	222
Figura 172 Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).	224
Figura 173 Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.	226
Figura 174 Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.....	227
Figura 175 Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 2.	228
Figura 176 Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.	230
Figura 177 Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.....	231
Figura 178 Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 4.	232
Figura 179 Vista Planta del Horno Artesanal.	242
Figura 180 Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Trapezoidal.....	244
Figura 181 Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Circular con una chimenea.	245
Figura 182 Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Circular con dos chimeneas.	246
Figura 183 Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Rectangular con una chimenea.	247
Figura 184 Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Rectangular con dos chimeneas.	248

Anexos

Anexo A Matriz de consistencia.	287
Anexo B Fotografías del proceso para la recolección de datos de parámetros de cocción.	288
Anexo C: Panel fotográfico de las pruebas de las propiedades físicas.	294
Anexo D Panel fotográfico de las pruebas de las propiedades físicas.	313
Anexo E Análisis elemental de la arcilla.	318
Anexo F Plano en 3 dimensiones del horno artesanal de la empresa el emperador.	320
Anexo G Tablas de toma y procesado de datos Resistencia a compresión.	321
Anexo H tablas de toma y procesado de datos de porcentaje de absorción.....	324
Anexo I Tablas de toma y procesado de datos de alabeo.	328
Anexo J Tablas de toma y procesado de datos de variación dimensional en Largo, Ancho y Altura para las 4 quemas.	335
Anexo K Tablas de toma y procesado de datos de porcentaje de vacíos.	360
Anexo L Tablas de toma y procesado de datos eflorescencia	366

Anexo M *Insumos utilizados como combustible*.....370
Anexo N *Geometría de Diseño de cúpula*370

Introducción

La producción de ladrillo King Kong 18 huecos en hornos artesanales se ha convertido en un elemento crucial para las construcciones de albañilería. en el entorno local y muy competitivo. Las empresas enfrentan el desafío de desarrollar estrategias que maximicen la producción de ladrillos mediante innovaciones de diferentes tipos de Hornos.

La producción de ladrillos no solo impacta directamente en las construcciones de albañilería, sino que también es importante realizar un monitoreo de las propiedades que estos alcanzan durante el proceso de fabricación. Las normativas NTP E-070 y NTP 331.017 han subrayado previamente la importancia de las propiedades que estas unidades de albañilería deben tener para su uso, contribuyendo así a mejorar la productividad y obtener elementos de albañilería de alta calidad.

Sin embargo, a pesar de contar con poca información, este estudio se enfoca en lograr una fabricación más uniforme de unidades de albañilería en cuanto a sus propiedades. Para ello, busca analizar diversas variables como los parámetros de cocción, las propiedades del ladrillo, el perfil de temperatura y la composición elemental de la arcilla. Al profundizar en estos aspectos, se pretende ofrecer conocimientos relevantes que puedan orientar la producción de ladrillos específicamente en hornos artesanales, fortaleciendo así la calidad de las unidades de ladrillo y la sostenibilidad de la empresa.

En este contexto, el presente trabajo se estructura de la siguiente manera: en el primer capítulo se revisarán los aspectos generales que sustentan el planteamiento del problema, las justificaciones, limitaciones, objetivos. En el segundo capítulo se expondrá los antecedentes y el

marco teórico que sustentan el estudio, incluyendo definiciones clave y revisión de estudios relevantes. El tercer capítulo abordará la metodología empleada, detallando el diseño de investigación y la hipótesis de la investigación. En el cuarto capítulo se describirá la recolección de información tanto en campo como en laboratorio. Finalmente, se presentarán los hallazgos obtenidos y se discutirán sus implicaciones, seguido de las conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación sobre la producción de ladrillos en hornos artesanales.

CAPITULO I: Aspectos Generales

1.1 Justificación de la Investigación

1.1.1 Justificación técnica:

- Las normativas NTP E-070 (SENCICO, Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la Construcción -, 2019) y NTP 331.017 (INDECOPI, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales., 1978), establecen los principios y filosofía que deben tener las unidades de albañilería frente a los comportamientos estructurales; por ello es fundamental verificar la variación de las propiedades del ladrillo según la temperatura de cocción.

1.1.2 Justificación social:

- Esta investigación contribuye al conocimiento sobre la producción del ladrillo, la cual frecuentemente se lleva a cabo de manera informal e ilegal, beneficiando de manera directa a los propietarios de las fábricas de producción. Además, beneficia a la población general, mejorando la calidad del ladrillo.

1.1.3 Justificación por Viabilidad:

1.1.3.1 Viabilidad Técnica:

- La implementación del control de los parámetros de cocción y el análisis elemental de la arcilla.

1.1.3.2 Viabilidad económica:

- En el distrito de San Jerónimo, que forma parte de la provincia de Cusco, residen 77, 751 personas según INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática). Es en este lugar donde se realiza la mayor producción de

ladrillos para una gran parte en el sur del país constituyendo una actividad de gran impacto económico en la ciudad del cusco.

1.1.4 Justificación por relevancia:

El presente trabajo de investigación es de relevancia por su aporte al control de los parámetros de cocción como pilar fundamental en la calidad de los ladrillos para un mejor desempeño estructural en la albañilería.

- La presente investigación es relevante porque la producción de ladrillos en la ciudad de cusco es la segunda actividad más contaminante. Por lo tanto, se ha recurrido al uso descontrolado de materia prima y contaminación por parte de los hornos artesanales.
- Según el INFORME N° 345 – 2018 – OEFA/DEAM – STEC (2018) afirman que:

Los ECA (Estándares de Calidad Ambiental) para el aire menciona que se excedieron debido a las emisiones generadas por las ladrilleras y la resuspensión de las partículas del suelo. Estos debido a la mayor influencia por la quema de combustibles en las actividades de fabricación (aumento de las concentraciones de carbono orgánico) y En cuanto a los residuos sólidos no municipales superaron los límites de contaminación establecidos para el suelo (uso comercial, industrial y extractivo). (Pág. 2).
- Según el INFORME N° 143 – 2018 – OEFA/DSAP – CIND (2018) afirman que:

El combustible utilizado en los hornos artesanales son una mezcla de diferentes materiales listados en el **ANEXO L**, donde se establece que la Municipalidad

Distrital de San Jerónimo mediante la ordenanza municipal, prohibió el uso de llantas usadas, plásticos, aceites usados y otros combustibles altamente contaminantes para la producción de tejas y ladrillos.

1.2 Planteamiento del Problema de Investigación

En San Jerónimo laboran un total de 254 Hornos de los cuales 246 son de tipo Artesanal y 6 Hornos Paulistas y 2 Hornos Móviles (Cámara con manto cerámico).

La producción del ladrillo en el lugar de estudio responde a una caótica demanda; dejando de lado el control de las propiedades, que son fundamentales para el uso de construcciones de albañilería. Ya que la cocción de ladrillos en hornos artesanales aún se realiza con recursos humanos (utilizando personal, para realizar la quema de material combustible de origen vegetal y el apilado), obteniendo parámetros de cocción (temperatura de cocción y tiempo de cocción) y también las propiedades muy variables, generando un porcentaje alto de desperdicios por sobre cocción y unidades que no lograron alcanzar la temperatura de fusión, en sus elementos.

Por lo tanto, en las construcciones de albañilería es fundamental que las propiedades del ladrillo exhiban un mejor comportamiento durante su uso. Además, es crucial minimizar el uso de recursos no renovables (sobrecocción de ladrillo) ya que durante el proceso de cocción dan lugar a transformaciones físicas – químicas de carácter irreversible, por lo que se enfatizará en el control de los parámetros de cocción.

Debido a estas razones mencionadas anteriormente, se realizará también en este trabajo de investigación controlar los parámetros de cocción con fines de mejorar en las propiedades del ladrillo; Además, se propondrá reorganizar el apilado de los ladrillos crudos con la incorporación de chimeneas en la cámara de cocción.

También se determinará la composición química de la arcilla con la finalidad de obtener los compuestos fundamentales y compuestos denominados impurezas presentes. Además, se propone un diseño de cúpula, para la optimización en la distribución de temperatura en la cámara de cocción.

Es crucial monitorear las propiedades del ladrillo debido al papel fundamental que desempeñan en el comportamiento estructural. Estas propiedades determinan la resistencia y rigidez del muro portante, que son esenciales para la transferencia de cargas en las edificaciones.

1.3 Formulación del Problema de Investigación

1.3.1 Problema General

PG: ¿Cuál será la relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas - mecánicas – químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos, en el horno artesanal de la empresa El Emperador de san jerónimo?

1.3.2 Problemas Específicos

PE1: ¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades físicas?

PE2: ¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas?

PE3: ¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades químicas?

PE4: ¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y el costo de producción?

PE5: ¿Cuál es el perfil de temperatura de un horno artesanal sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción?

PE6: ¿Cómo será el diseño eficiente de cúpula para el horno artesanal?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivo General

OG: Establecer la relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas - mecánicas – químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos, en el horno artesanal de la empresa El Emperador de san jerónimo.

1.4.2 Objetivos Específicos

OE1: Determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades físicas.

OE2: Estimar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas.

OE3: Determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades químicas.

OE4: Analizar la relación de la temperatura de cocción y el costo de producción.

OE5: Establecer el perfil de temperatura durante la cocción sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.

OE6: Evaluar un diseño de cúpula eficiente para el Horno Artesanal.

1.5 Delimitación de la Investigación

1.5.1 Alcance

1.5.1.1 Alcance Espacial

La disposición y horarios de atención de los laboratorios de la Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco – UNSAAC - Facultad de Ingeniería Civil, están organizados de manera que los investigadores puedan acceder y realizar las pruebas necesarias dentro de períodos controlados.

Esta investigación se realizó específicamente en un horno artesanal y los registros del perfil de temperatura se midieron en la cámara de cocción.

1.5.1.2 Alcance Temporal

La presente investigación se limita a evaluar la incidencia de la temperatura en las propiedades físicas, mecánicas, químicas en el año 2023.

- Absorción
- Eflorescencia
- Resistencia a compresión
- Variación dimensional
- Alabeo
- Porcentaje de vacíos

1.5.2 Limitación

1.5.2.1 Limitación Normativa

La presente investigación se limita a la aplicación de las normativas generales y documentos técnicos de aplicación nacional, como:

- Reglamento Nacional de Edificaciones NTP E-070 - Albañilería
- Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 399.613 – Unidades de Albañilería. Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería.
- Norma Técnica Peruana NTP 331.041- Ladrillos para Cobertura (Pastelero)
- Norma Técnica Peruana NTP 399.613 – Unidades de Albañilería. Métodos de Muestreo y Ensayo de Ladrillos de Arcilla usados en Albañilería.

- Norma Técnica Peruana NTP 331.017 – Unidades de Albañilería. Ladrillos de Arcilla Usados en Albañilería. Requisitos.
- Norma Técnica Peruana NTP E-050 – Suelos y Cimentaciones
- No se cuenta con Norma que regule los parámetros de cocción durante la fabricación de los ladrillos.

1.5.2.2 **Limitación de Propiedades Mecánicas**

El estudio se limitó a los resultados experimentales obtenidos en las pruebas de resistencia a compresión, variación dimensional, porcentaje de vacíos y alabeo.

1.5.2.3 **Limitación de Propiedades Físicas**

El estudio se limitó a los resultados experimentales obtenidos en las pruebas de absorción y eflorescencia.

1.5.2.4 **Limitación de Propiedades Químicas**

El estudio se limitó a los resultados experimentales obtenidos en la prueba de Análisis Elemental de la arcilla.

1.5.2.5 **Limitación de las Pruebas**

La investigación se limita al uso de las propiedades físicas, mecánicas, químicas.

- Eflorescencia
- Absorción
- Variabilidad dimensional
- Alabeo
- Porcentaje de vacíos

- Análisis elemental de la arcilla

1.5.2.6 Limitación de Materiales

Esta investigación se limita al uso de las muestras del ladrillo King Kong 18 huecos extraídos de las cuatro quemas.

- Las muestras que se ensayan son las unidades de ladrillos extraídos de los hornos artesanales de la empresa El Emperador.
- El agua destilada utilizada en las pruebas de eflorescencia se obtuvo de los laboratorios de la facultad de Ingeniería Química.
- Se usó Eucaliptus Globulus (rollizos de eucalipto) como material combustible y un ventilador de alta potencia.
- Se realizó con una máquina extrusora para el moldeo de las unidades de albañilería y el secado se realiza con cobertura de calamina, y la colocación para el apilado se realizó de manera manual.

CAPITULO II: Antecedentes y Marco Conceptual

2.1 Antecedentes de la Investigación

2.1.1 Antecedentes Nacionales

Lescano y Barranzuela (2014) En la Investigación Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la región Piura afirma: El objetivo de este trabajo fue determinar el proceso productivo de las unidades fabricadas en el departamento de Piura y establecer algunos valores referenciales a sus propiedades. El trabajo se basa en muestreos exploratorios visitando lugares de producción más trascendentes en la región Piura examinando el proceso de manufactura, iniciando por la extracción de la materia prima hasta la cocción de las unidades. Se tomaron muestras de las unidades elaboradas y se realizaron pruebas según indica la norma peruana para determinar los valores referentes del producto final. Los hallazgos obtenidos nos señalan que no hay una mejora significativa en la calidad de las unidades respecto a lo descrito en 1995 por García Rodríguez. Está claro que mejorar únicamente el proceso de producción, sin combinarlo con materias primas, será la principal razón de tal comportamiento.

Tuesta et al. (2005) En la Revista Social Química. Perú, 2005, 71, N.º 1, (26-36): Se da a conocer los resultados que se reflejan en las características físico-químicas de las muestras de arcilla del Análisis elemental.

Tabla 1*Análisis Químico por FRX - UNI*

Elementos	Arcilla natural (%)	Arcilla activada (%)
Si	67,83	74,32
Al	12,58	11,01
Fe	11,28	10,89
Mg	2,27	1,35
Ca	1,82	0,262
K	1,32	0,728
Cl	1,19	0,478

Nota. Tabla de composición elemental de arcilla para fabricación de ladrillos Fuente: Tuesta et al. (2005) En la Revista Social Química. Perú

2.1.2 Antecedentes Internacionales

Corzo et al. (2013) En el artículo de investigación Análisis de los perfiles de temperatura en un Horno de Cocción de Ladrillos: En esta investigación, estudió un horno de cocción de ladrillos, en el cual se analizó la distribución de los perfiles de temperatura en su interior. Por esta razón se llevó a cabo un análisis numérico por volumen finito en estado transitorio teniendo en cuenta del apilamiento de los ladrillos, los efectos de conducción, convección y de radiación que inciden en la transferencia de calor en el interior del horno. Los resultados de la simulación se comparan con datos experimentales. Se inspecciona una buena correlación entre los datos experimentales y los obtenidos de simulaciones.

Espinel y Escobar (2018) En el artículo de investigación Curva de cocción de la arcilla en la ladrillera el recreo: En esta investigación se afirma que, en un Chircal artesanal que fabrica ladrillos macizos de arcilla ubicado en el Municipio de Ocaña, Departamento Norte de Santander, se estudió la temperatura en un horno circular durante la cocción del ladrillo con sus propiedades

finales, se desarrolló un sistema para registrar las temperaturas en el horno mediante el software Labview y se comparó con la curva teórica de temperaturas establecida por Munier, en Chaleur et Industrie utilizando un análisis térmico - dilato métrico a la arcilla versus la curva de cocción real de la arcilla obtenida en la obtención de temperatura en el proceso de cocción de la arcilla en la ladrillera el recreo.

Zuluaga et al. (2016) En la revista científica caracterización térmica, química y mineralógica de un tipo de arcilla roja propia de la región andina colombiana, empleada para la producción de ladrillos para construcción: Afirma que, la Composición química de la arcilla determinada por la técnica de FRX.

Tabla 2

Composición química de la arcilla.

Elemento	Si	Al	Fe	Mg	K	Ti	Na	Mn
%peso	23.87 ± 0.12	10.69± 0.11	13.83± 0.14	2.35± 0.06	2.11± 0.07	1.00± 0.04	0.51± 0.11	0.144± 0.007

Nota. Tabla de composición elemental de arcilla para fabricación de ladrillos. Fuente: Zuluaga et al. (2016) En la revista científica Caracterización térmica, química y mineralógica de un tipo de arcilla roja propia de la región andina colombiana, empleada para la producción de ladrillos para construcción.

2.2Marco Conceptual

2.2.1 Perfil de Temperatura

Según Espinel y Escobar (2017) afirman que: “Los perfiles de temperaturas son indispensables para el análisis de la transferencia de energía calorífica, además son de vital

importancia para identificar las causas reales de las fallas presentes en los procesos de elaboración de ladrillos y tejas. Estas graficas del proceso de cocción proporcionan parámetros para que el operario modifique la forma en la que se realiza el proceso de transferencia de energía, establece las condiciones más apropiadas para operar el horno e identifique una ubicación representativa para el monitoreo de temperatura. Con este instrumento se coloca a disposición las tecnologías virtuales desde la perspectiva de la adquisición de datos, de manera fácil e interactiva para el usuario final.” (Pág.37)

2.2.2 Arcilla

Según Díaz y Torrecillas (2002) afirman que: El término “arcilla” mantiene un significado bastante ambiguo que necesita varias definiciones para su comprensión (tamaño de partícula, mineralogía, petrografía, propiedades físicas, etc.). Las arcillas son fruto de los agentes de meteorización físico-químicos actuantes sobre la roca madre original y se las puede considerar como unas acumulaciones naturales, consolidadas o no, de tamaño de grano fino y constituidas por variados minerales arcillosos (silicatos a lumínicos hidratados, con iones principalmente de Mg, Fe, K y Na) y otros minerales acompañantes como el cuarzo, los feldspatos, los carbonatos, etc.

2.2.2.1 Composición Química de la Arcilla

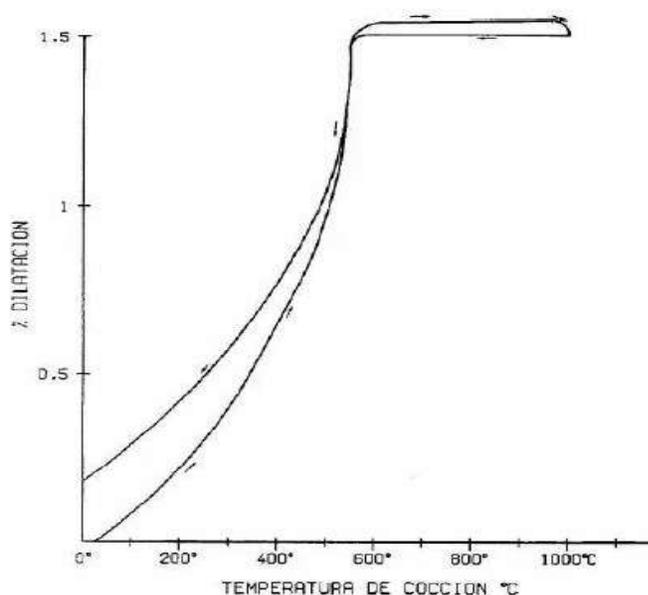
El conocimiento de la composición química de la arcilla, utilizada en la fabricación de productos cerámicos de construcción nos brinda informaciones interesantes sobre la inferencia de los compuestos químicos que aportan propiedades diferentes a los ladrillos como coloración, rigidez, plasticidad etc.

2.2.2.2 Sílice: (SiO₂)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos: Este libro afirma que la sílice puede estar presente como parte de un mineral arcilloso o como sílice libre, generalmente como cuarzo. Entre sus características se destacan su gran dureza (7 en la escala de Mohs, lo que la hace muy abrasiva) y su capacidad para soportar altas temperaturas (funde a 1.460°C). Durante el precalentamiento, experimenta una notable expansión desde la temperatura ambiente hasta los 573°C. Dicha dilatación es reversible, convirtiéndose en contracción durante el enfriamiento. La falta de uniformidad en el enfriamiento puede aumentar el riesgo de tensiones y fracturas en la pieza. En arcillas para ladrillos el porcentaje en SiO₂ suele oscilar entre el 45 y 55%. Por encima del 60%, el porcentaje de cuarzo libre puede resultar excesivo y peligroso.

Figura 1

Curva térmico dilatométrica de una cuarcita.



Nota. Curva de dilatación Fuente: Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos.

2.2.2.3 La Alúmina: (Al₂O₃)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos: Según este libro, a diferencia de la sílice, la alúmina (Al₂O₃) generalmente se encuentra integrada en la arcilla. Por lo tanto, el contenido de Al₂O₃ puede utilizarse como indicador de la concentración de minerales arcillosos y de la plasticidad de la arcilla. Durante el proceso de cocción, la alúmina se transforma en mullita, un compuesto que cristaliza formando agujas que aumentan significativamente la resistencia mecánica y química de la pieza. En el caso de arcillas para ladrillos, el contenido de Al₂O₃ suele oscilar entre el 10% y el 20%. Las arcillas refractarias pueden tener contenidos de Al₂O₃ superiores al 20% (entre 20% y 40%). Cuanto más alto sea el contenido de Al₂O₃, mayor será el valor comercial de la arcilla.

2.2.2.4 El Óxido de Hierro: (Fe₂O₃)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos. En este libro se afirma que, el hierro es uno de los elementos más comunes en la naturaleza y es una de las impurezas más habituales en las arcillas. También puede estar presente en el cristal arcilloso en lugar del aluminio. El hierro puede existir en dos estados de oxidación: como FeO (ferroso, menos oxidado) y como Fe₂O₃ (férrico, más oxidado). La suma de ambos estados puede llegar a un máximo de 10%.

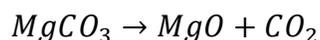
2.2.2.5 El Óxido de Titanio: (TiO₂)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos: Según este libro, todas las arcillas contienen titanio en concentraciones que varían típicamente entre 0,1% y 4% de TiO₂ en forma de rutilo. Este elemento está presente en cantidades menores en los caolines y en cantidades mayores en otras arcillas. En términos cerámicos, el TiO₂ no se considera un colorante directo. Sin embargo, tiene una influencia notable en intensificar el tono amarillento

generado por el Fe₂O₃. Además, el TiO₂ puede, por sí solo, bajo condiciones de cocción reductora, producir tonalidades azuladas.

2.2.2.6 Los Óxidos de Calcio y Magnesio: (CaO y MgO)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos: En este libro se indica que en las arcillas se encuentran presentes carbonatos como el de calcio, el de magnesio o el carbonato doble de calcio y magnesio, siendo el carbonato de calcio el más común. Durante el proceso de cocción, el MgCO₃ se descompone a partir de los 600°C, mientras que el CaCO₃ lo hace a partir de los 900°C, liberando dióxido de carbono (CO₂) y dejando un residuo blanco de CaO (óxido de calcio) o MgO (óxido de magnesio) en el interior de la pieza cerámica.



Como mencionamos antes, el MgO y CaO que se forman reaccionan con la sílice que está presente en la arcilla, produciendo MgSiO₃ (silicato de magnesio) y CaSiO₃ (silicato de calcio). Estos cristales de silicato de calcio o magnesio actúan como una especie de armazón o estructura cristalina interna que incrementa la capacidad de la pieza cocida para resistir la deformación y mejora su resistencia mecánica en condiciones normales.

2.2.2.7 Los Óxidos de Sodio y Potasio: (Na₂O y K₂O)

Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos: Según este libro, los óxidos alcalinos, siendo el óxido de sodio el menos común, son fundentes muy activos. El contenido de Na₂O y K₂O en las arcillas determina la temperatura necesaria para alcanzar cierto nivel de cocción de la pieza, afectando la resistencia y la absorción deseadas. En arcillas

caoliníticas con una suma de $K_2O + Na_2O$ inferior al 1%, la temperatura de cocción típica para los ladrillos suele estar entre 1 100 y 1 200 °C. En cambio, en arcillas illíticas con contenidos de $K_2O + Na_2O$ que pueden superar el 5%, la temperatura de cocción puede reducirse a un rango entre 825 y 850 °C.

2.2.3 Propiedades Físico y Mecánicas del Ladrillo King Kong de 18 Huecos

2.2.3.1 Resistencia a la Compresión

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019) afirman que: Clasificación para fines estructurales; para efectos del diseño estructural, Las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 3. En esta tabla nos indica la resistencia a compresión mínima que deben alcanzar las unidades para ser consideradas como unidad de albañilería para fines estructurales. (Pág.11)

Tabla 3

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales- resistencia característica a compresión
- NTP E-070

CLASE	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN <i>f_b mínimo en MPa (kg/cm²) sobre área bruta</i>
Ladrillo I	4,9 (50)
Ladrillo II	6,9 (70)
Ladrillo III	9,3 (95)
Ladrillo IV	12,7 (130)
Ladrillo V	17,6 (180)

Nota. clasificación de unidades de albañilería según la resistencia. Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019)

Según INDECOPI Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015) afirman que: La resistencia a la compresión de la albañilería (f´m) es su propiedad más importante. En términos generales, define no sólo el nivel de su calidad estructural, sino también el nivel de su resistencia a la intemperie o a cualquier otra causa de deterioro. (Pág. 4)

Tabla 4

Requisitos de resistencia a compresión - NTP 331-017

Tipo	Resistencia a la compresión, mínimo, respecto al área bruta promedio, MPa	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	21	17
17	17	15
14	14	10
10	10	8

Nota. clasificación de unidades de albañilería según la resistencia. Fuente: INDECOPI Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015)

2.2.3.2 Absorción

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019) afirman que: En el apartado 5.5 Aceptación de la unidad. Indica lo siguiente; “La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%.” (Pág.12)

Según INACAL, Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015) afirman que:

Tabla 5

Requisitos complementarios - Absorción de agua - NTP 331-017.

Tipo	Absorción de agua, mediante 5 h de ebullición, máx., %		Coeficiente de saturación, máx. ^A	
	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual	Promedio de 5 ladrillos	Unidad individual
21	17,0	20,0	0,78	0,80
17	22,0	25,0	0,88	0,90
14 y 10	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite

Nota. La Absorción. Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015)

2.2.3.3 Alabeo

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019) afirman que: Clasificación para fines estructurales; para efectos del diseño estructural, Las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1. En esta tabla nos indica el alabeo máximo que pueden alcanzar las unidades de albañilería para ser consideradas como unidad de albañilería para fines estructurales. (Pág.11)

Tabla 6

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales- Alabeo (máximo en mm) - NTP E-070.

CLASE	ALABEO (máximo en mm)
Ladrillo I	10
Ladrillo II	8
Ladrillo III	6
Ladrillo IV	4
Ladrillo V	2

Nota. Clasificación de unidades de albañilería según el Alabeo. Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019).

Según Gallegos y Casabonne (2005) afirma que: “El mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un, mayor espesor de la junta. Asimismo, puede disminuir el área de contacto con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad por el peso existente en las hiladas superiores de la albañilería. Esta prueba se realiza colocando la superficie de asiento de la unidad sobre una mesa plana, para luego introducir una cuña metálica graduada al milímetro en la zona más alabeada; también debe colocarse una regla que conecte los extremos diagonalmente opuestos de la unidad, para después introducir la cuña en el punto mayor deflexión. El resultado promedio se expresa en milímetros. (Pág. 58)

2.2.3.4 Variación Dimensional

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma técnica peruana NTP E-070 Albañilería (2019) afirman que: La clasificación para fines estructurales; para efectos del diseño estructural, Las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1. En esta tabla nos indica la variación dimensional máxima, los límites que deben alcanzar las unidades para ser consideradas como unidad de albañilería para fines estructurales. (Pág.11)

Tabla 7

Clase de unidad de albañilería para fines estructurales - Variación de la dimensión (máxima en porcentaje)- NTP E-070.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)		
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm
Ladrillo I	±8	±6	±4
Ladrillo II	±7	±6	±4
Ladrillo III	±5	±4	±3
Ladrillo IV	±4	±3	±2
Ladrillo V	±3	±2	±1

Nota. Tabla de Variación dimensional Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019)

Según INACAL, Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015) afirman que: Ningún ladrillo posee dimensiones perfectas. Existen diferencias de largo, de ancho y alto, así como deformaciones de la superficie asimilables a concavidades o convexidades. El efecto de estas imperfecciones geométricas en la construcción de albañilería se manifiesta en la necesidad de hacer juntas de mortero mayores que las convenientes. A mayores imperfecciones mayores espesores de juntas. En resumen, las imperfecciones geométricas del ladrillo inciden en la resistencia de la albañilería. A más y mayores imperfecciones menor resistencia de la albañilería. Adicionalmente, resulta obvio que el aspecto de la albañilería se deteriora con imperfecciones crecientes en el ladrillo. (Pág.4)

Tabla 8

Requisitos complementarios – Variaciones permisibles en las dimensiones - NTP 331-017.

Dimensión especificada, mm	Máximas variaciones permisibles respecto a la dimensión especificada, más o menos, mm
Hasta 60 , incluido	2,0
Superior a 60 hasta 100 , incluido	3,0
Superior a 100 hasta 140 , incluido	5,0
Superior a 140 hasta 240 , incluido	6,0
Superior a 240 hasta 400 , incluido	8,0

Nota. Tabla de Variación dimensional Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015)

2.2.3.5 Porcentaje de Vacíos

Según Reglamento Nacional de Edificaciones, Propuesta de Norma E.070 Albañilería (2019) afirman que: La norma determina que para las unidades de arcilla no serán mayor a 30 % de porcentaje de vacíos.

Según Norma Técnica Peruana Unidades De Albañilería, Ladrillos de arcilla usados en albañilería. Requisitos **Fuente especificada no válida.** afirman que: La norma NTP 331.017 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 25 % de porcentaje de vacíos.

Según Proyecto de Norma Técnica Peruana PNTP 399.613, Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (2017) afirman que. Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como se indica:

$$V_s = \frac{500 \text{ ml}}{S_c} \times S_u$$

Donde:

Vs: Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo, ml.

Sc: Peso de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado, g.

Su: Peso de la arena contenido en el espécimen de ensayo, g.

Determinar el porcentaje de vacíos como se indica:

$$\% \text{ \textit{Área vacíos}} = \frac{V_s}{V_u} \times \frac{1}{16.4} \times 100$$

Donde:

Vs: Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo, ml.

Vu: Volumen de la arena contenida en 500 ml.

2.2.3.6 **Eflorescencia**

Según INDECOPI Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, Norma Técnica Peruana NTP 331.017 (2015) afirman que: “En el contexto de la Norma, la eflorescencia es una medida del afloramiento y cristalización de las sales solubles contenidas en el ladrillo cuando éste es humedecido. La objeción principal a la eflorescencia es su efecto sobre la apariencia de la albañilería; sin embargo, puede ocurrir sí las sales que se cristalizan se encuentran en cantidad importante que la presión que estos cristales ejerzan al crecer cause rajaduras y disgregación de la albañilería. Esta posibilidad debe analizarse en el caso en que la muestra sometida a la prueba sea calificada como “efloreceda”. (Pág.6)

Según Gallegos y Casabonne (2005) afirma que: “La eflorescencia se debe a la presencia de sales (básicamente sulfatos) en la misma unidad, que atacan químicamente a la unidad, afectando su durabilidad, su adherencia con el mortero y destruyendo su superficie. Se produce

cuando las sales se derriten al entrar en contacto con el agua y afloran por los poros de la unidad o del mortero hacia la superficie.” (Pág. 62)

2.2.4 Featool Multiphysics

2.2.4.1 Multifísica

Según la Guía de usuario de FEATool (2013) afirman que: La Multifísica se conoce comúnmente como el proceso de simulación por computadora de fenómenos físicos acoplados e interactuantes, como la transferencia de calor y masa, flujos de fluidos, tensiones estructurales y efectos electromagnéticos. Esto podría ser, por ejemplo, la generación de calor y tensión debido a la fricción en los sistemas de frenos de automóviles, el flujo y transporte de fluidos con especies químicas que reaccionan, las variaciones de temperatura y tensión debido a campos eléctricos y muchas otras aplicaciones.

2.2.4.2 Mecánica de Fluidos

Según la Guía de usuario de FEATool (2013) afirman que: Las simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD) se utilizan típicamente para modelar el comportamiento de los fluidos en movimiento. Las áreas de aplicación de CFD abarcan todo, desde ingeniería aeroespacial, aerodinámica, geo y oceánica a gran escala, hasta la industria automotriz, de fabricación y procesamiento, y aplicaciones bio y microfluídicas a pequeña escala. En aplicaciones multifísica, los efectos de los campos de flujo de fluidos pueden ser a menudo muy significativos. Por ejemplo, el calor puede ser transportado por el campo de fluidos, como en los intercambiadores de calor, las reacciones químicas pueden ocurrir a velocidades significativamente diferentes en las zonas de estancamiento de fluidos, y los fluidos ejercen fuerzas significativas e interactúan con los objetos circundantes, como en las aplicaciones de interacción fluido-estructura.

2.2.5 Transferencia de Calor

2.2.5.1 Mecanismos de Transferencia de Calor

2.2.5.1.1 Transferencia de Calor por Convección

Según Sears y Zemansky (2009) afirma que: La convección es transferencia de calor por movimiento de una masa de fluido de una región del espacio a otra. Si el fluido circula impulsado por un ventilador o bomba, el proceso se llama convección forzada; si el flujo se debe a diferencias de densidad causadas por expansión térmica, como el ascenso de aire caliente, el proceso se llama convección natural o convección libre.

Según Cengel y Ghajar (2011) afirman que: La convección es el modo de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento y comprende los efectos combinados de la conducción y el movimiento de fluidos. Entre más rápido es el movimiento de un fluido, mayor es la transferencia de calor por convección. En ausencia de cualquier movimiento masivo de fluido, la transferencia de calor entre una superficie sólida y el fluido adyacente es por conducción pura. La convección recibe el nombre de convección forzada si el fluido es forzado a fluir sobre la superficie mediante medios externos como un ventilador, una bomba o el viento. Como contraste, se dice que es convección natural (o libre) si el movimiento del fluido es causado por las fuerzas de empuje que son inducidas por las diferencias de temperatura. A pesar de la complejidad de la convección, se observa que la rapidez de la transferencia de calor por convección es proporcional a la diferencia de temperatura y se expresa en forma conveniente por la ley de Newton del enfriamiento.

2.2.5.2 Ecuación de Navier Stoks

Según la Revista de Ciencias Humanas y Sociales ISSN 1012-1587/ISSNE: 2477-9385 (2019) afirman que: Las ecuaciones de Navier-Stokes reciben su nombre de Claude-Louis Navier

y George Gabriel Stokes. Las cuales forman un sistema de ecuaciones en derivadas parciales no lineales que describen el movimiento de un fluido y de cualquier fenómeno en el que se incluyan fluidos con un análisis newtoniano. Estas ecuaciones se obtienen aplicando los principios de conservación de la mecánica y la termodinámica a un volumen fluido. Las ecuaciones de Euler y Navier - Stokes describen el movimiento de un fluido en R^n ($n = 2$ o 3). Estas ecuaciones se deben resolver para un vector de velocidad desconocida $(u_i(x, t))_{1 \leq i \leq n} \in R^n$ y presión $(x, t) \in R$, definida para la posición $x \in R^n$ y el tiempo $t \geq 0$. (Pág. 2)

Figura 2

Ecuación de Navier Stokes

$$1) \frac{\partial u_i}{\partial t} + \sum_{j=1}^n u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = \nu \Delta u_i - \frac{\partial p}{\partial x_i} + f_i(x, t) \quad (x \in R^n, t \geq 0),$$

$$2) \operatorname{div} u = \sum_{i=1}^n \frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (x \in R^n, t \geq 0)$$

Nota. ecuaciones Navier - Stokes Fuente: Revista de Ciencias Humanas y Sociales ISSN 1012-1587/ISSNE: 2477-9385 (2019)

2.2.5.3 Propiedades Térmicas del Aire

Según Cengel y Ghajar (2011) afirman que: La siguiente tabla con las propiedades térmicas del aire para una temperatura de 700 grados Celsius que:

Tabla 9

Propiedades del aire a la presión de 1 atm.

Temp., T, °F	Densidad, ρ , lbm/ft ³	Calor específico, c_p , Btu/lbm · R	Conductividad térmica, k, Btu/h · ft · R	Difusividad térmica, α , ft ² /s	Viscosidad dinámica, μ , lbm/ft · s	Viscosidad cinemática, ν , ft ² /s	Número de Prandtl, Pr
-300	0.24844	0.5072	0.00508	1.119×10^{-5}	4.039×10^{-6}	1.625×10^{-5}	1.4501
-200	0.15276	0.2247	0.00778	6.294×10^{-5}	6.772×10^{-6}	4.433×10^{-5}	0.7042
-100	0.11029	0.2360	0.01037	1.106×10^{-4}	9.042×10^{-6}	8.197×10^{-5}	0.7404
-50	0.09683	0.2389	0.01164	1.397×10^{-4}	1.006×10^{-5}	1.039×10^{-4}	0.7439
0	0.08630	0.2401	0.01288	1.726×10^{-4}	1.102×10^{-5}	1.278×10^{-4}	0.7403
10	0.08446	0.2402	0.01312	1.797×10^{-4}	1.121×10^{-5}	1.328×10^{-4}	0.7391
20	0.08270	0.2403	0.01336	1.868×10^{-4}	1.140×10^{-5}	1.379×10^{-4}	0.7378
30	0.08101	0.2403	0.01361	1.942×10^{-4}	1.158×10^{-5}	1.430×10^{-4}	0.7365
40	0.07939	0.2404	0.01385	2.016×10^{-4}	1.176×10^{-5}	1.482×10^{-4}	0.7350
50	0.07783	0.2404	0.01409	2.092×10^{-4}	1.194×10^{-5}	1.535×10^{-4}	0.7336
60	0.07633	0.2404	0.01433	2.169×10^{-4}	1.212×10^{-5}	1.588×10^{-4}	0.7321
70	0.07489	0.2404	0.01457	2.248×10^{-4}	1.230×10^{-5}	1.643×10^{-4}	0.7306
80	0.07350	0.2404	0.01481	2.328×10^{-4}	1.247×10^{-5}	1.697×10^{-4}	0.7290
90	0.07217	0.2404	0.01505	2.409×10^{-4}	1.265×10^{-5}	1.753×10^{-4}	0.7275
100	0.07088	0.2405	0.01529	2.491×10^{-4}	1.281×10^{-5}	1.809×10^{-4}	0.7260
110	0.06963	0.2405	0.01552	2.575×10^{-4}	1.299×10^{-5}	1.866×10^{-4}	0.7245
120	0.06843	0.2405	0.01576	2.660×10^{-4}	1.316×10^{-5}	1.923×10^{-4}	0.7230
130	0.06727	0.2405	0.01599	2.746×10^{-4}	1.332×10^{-5}	1.981×10^{-4}	0.7216
140	0.06615	0.2406	0.01623	2.833×10^{-4}	1.349×10^{-5}	2.040×10^{-4}	0.7202
150	0.06507	0.2406	0.01646	2.921×10^{-4}	1.365×10^{-5}	2.099×10^{-4}	0.7188
160	0.06402	0.2406	0.01669	3.010×10^{-4}	1.382×10^{-5}	2.159×10^{-4}	0.7174
170	0.06300	0.2407	0.01692	3.100×10^{-4}	1.398×10^{-5}	2.220×10^{-4}	0.7161
180	0.06201	0.2408	0.01715	3.191×10^{-4}	1.414×10^{-5}	2.281×10^{-4}	0.7148
190	0.06106	0.2408	0.01738	3.284×10^{-4}	1.430×10^{-5}	2.343×10^{-4}	0.7136
200	0.06013	0.2409	0.01761	3.377×10^{-4}	1.446×10^{-5}	2.406×10^{-4}	0.7124
250	0.05590	0.2415	0.01874	3.857×10^{-4}	1.524×10^{-5}	2.727×10^{-4}	0.7071
300	0.05222	0.2423	0.01985	4.358×10^{-4}	1.599×10^{-5}	3.063×10^{-4}	0.7028
350	0.04899	0.2433	0.02094	4.879×10^{-4}	1.672×10^{-5}	3.413×10^{-4}	0.6995
400	0.04614	0.2445	0.02200	5.419×10^{-4}	1.743×10^{-5}	3.777×10^{-4}	0.6971
450	0.04361	0.2458	0.02305	5.974×10^{-4}	1.812×10^{-5}	4.154×10^{-4}	0.6953
500	0.04134	0.2472	0.02408	6.546×10^{-4}	1.878×10^{-5}	4.544×10^{-4}	0.6942
600	0.03743	0.2503	0.02608	7.732×10^{-4}	2.007×10^{-5}	5.361×10^{-4}	0.6934
700	0.03421	0.2535	0.02800	8.970×10^{-4}	2.129×10^{-5}	6.225×10^{-4}	0.6940
800	0.03149	0.2568	0.02986	1.025×10^{-3}	2.247×10^{-5}	7.134×10^{-4}	0.6956
900	0.02917	0.2599	0.03164	1.158×10^{-3}	2.359×10^{-5}	8.087×10^{-4}	0.6978
1 000	0.02718	0.2630	0.03336	1.296×10^{-3}	2.467×10^{-5}	9.080×10^{-4}	0.7004
1 500	0.02024	0.2761	0.04106	2.041×10^{-3}	2.957×10^{-5}	1.460×10^{-3}	0.7158
2 000	0.01613	0.2855	0.04752	2.867×10^{-3}	3.379×10^{-5}	2.095×10^{-3}	0.7308
2 500	0.01340	0.2922	0.05309	3.765×10^{-3}	3.750×10^{-5}	2.798×10^{-3}	0.7432
3 000	0.01147	0.2972	0.05811	4.737×10^{-3}	4.082×10^{-5}	3.560×10^{-3}	0.7516
3 500	0.01002	0.3010	0.06293	5.797×10^{-3}	4.381×10^{-5}	4.373×10^{-3}	0.7543
4 000	0.00889	0.3040	0.06789	6.975×10^{-3}	4.651×10^{-5}	5.229×10^{-3}	0.7497

Nota. propiedades del aire a 1 atm Fuente: Cengel y Ghajar (2011)

2.2.6 Análisis Estadístico

2.2.6.1 Análisis de Dispersión de Datos, Medidas de Dispersión

2.2.6.1.1 Rango (R)

Según Gamarra et al. (2015) el afirma que: El rango llamado también recorrido se calcula restando el máximo valor que toma la muestra y restando por el valor mínimo de dicho dato de la muestra. (Pag.71)

$$R = X_{max} - X_{min}$$

R : Rango

X_{max} : Valor máximo

X_{min} : Valor mínimo

Según Triola (2009) el afirma que: El rango de un conjunto de datos es la diferencia entre el valor máximo y el valor mínimo. Es muy fácil calcular el rango, pero como depende únicamente de los valores máximo y mínimo, no es tan útil como otras medidas de variación que incluyen cada valor. (Pag.93)

$$\text{rango} = (\text{valor maximo}) - (\text{valor minimo})$$

2.2.6.1.2 Varianza (Vx)

Según Gamarra et al. (2015) el afirma que: La varianza es una medida de variabilidad más adecuada que indica la variación que sufre las observaciones de la muestra de estudio, es el promedio de la suma de los cuadrados de los datos respecto a su media. Se presenta para dos casos (Pag.71):

Para datos no agrupados:

$$V_x = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

V_x : Varianza

X_i : Término del conjunto de datos

\bar{X} : Media de la muestra

n : Tamaño de la muestra

Según Triola (2009) él afirma que: Usamos el término variación como una descripción general de la cantidad que varían los valores entre sí. (En ocasiones se aplica el término dispersión en vez de variación). El término varianza se refiere a una definición específica. La varianza de un conjunto de valores, es una medida de variación igual al cuadrado de la desviación estándar. (Pag.97)

- Varianza muestral: s^2 el cuadrado de la desviación estándar s .
- Varianza poblacional: σ^2 el cuadrado de la desviación estándar poblacional σ .

(Pag.97)

2.2.6.1.3 Coeficiente de Variación (CV)

Según Gamarra et al. (2015) él afirma que: Los coeficientes de variación son muy importantes cuando se quiere comparar la dispersión entre dos o más distribuciones, independientemente de sus unidades de medida. El coeficiente de variación está definido por (Pag.72):

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} 100\%$$

CV : Coeficiente de variación

S : Desviación típica o desviación estándar

\bar{X} : Media de la muestra

CAPITULO III: Metodología e Hipótesis de Investigación

3.1 Tipo de Investigación

3.1.1 Nivel de Investigación

Este estudio de investigación es de nivel correlacional; porque busca determinar la relación que existe entre la temperatura de cocción en las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo, también esta investigación describe el perfil de temperatura sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción, y propone un diseño de cúpula con eficiencia térmica para el Horno Artesanal en estudio.

3.1.2 Enfoque de Investigación

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, centrando la recolección y análisis de datos de los parámetros de cocción y las propiedades del ladrillo en información numérica y estadística para poner a prueba la hipótesis y, por ende, generalizar los hallazgos obtenidos.

3.2 Diseño Metodológico

3.2.1 Diseño de la Investigación

El diseño de esta investigación es experimental, ya que con incorporación de chimeneas busca mejorar la distribución de la temperatura en la cámara de cocción y que las cocciones de las unidades de albañilería del primer nivel y ulmo nivel de apilado se realicen a la misma temperatura, y de esta manera obtener unidades de albañilería con propiedades más uniformes y de alta calidad, especificados según la norma NTP 331 017, NTP E - 070.

3.2.2 Según la Aplicación Practica

Esta investigación es aplicada ya que propone métodos más eficientes para la producción del ladrillo, con en el objetivo de mejorar la forma de cocción en Hornos Artesanales para hacerla

más accesible y económica para su implementación práctica. Y se produzcan ladrillos de alta calidad para construcciones de albañilería.

3.3 Variables e Indicadores

3.3.1 Variables Independientes - Temperatura

X1: Parámetros de Cocción.

Indicadores:

- Temperatura de cocción
- Tiempo de cocción

3.3.2 Variables Dependientes – Ladrillo Artesanal

Y1: Propiedades mecánicas

Indicadores:

- Resistencia a compresión
- Alabeo
- Variación dimensional
- Porcentaje de vacíos

Y2: Propiedades físicas

Indicadores:

- Porcentaje de Absorción
- Eflorescencia

Y3: Propiedades químicas

Indicadores:

- Análisis elemental de la arcilla

Y4: Producción

Indicadores:

- Costo/Unidad

3.3.3 Operacionalización de Variables

Tabla 10

Operacionalización de variables

Tipo de variables	Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Instrumentos	Fuentes	
Independientes	Temperaturas	Parámetros de cocción	Temperatura	°C	Data Looger T800		
			Tiempo	hr	Data Looger T800		
			Compresión	Mpa	Fichas de observación	NTP E - 070 NTP 331 017 NTP 399 613	
			Alabeo	mm	Fichas de observación	NTP E - 070 NTP 399 613	
Dependientes	Ladrillo artesanal	Propiedades mecánicas	Dimensionamiento	mm	Fichas de observación	NTP E - 070 NTP 331 017 NTP 399 613	
			Porcentaje de absorción	%	Fichas de observación	NTP E - 070 NTP 331 017 NTP 399 613	
			Absorción	%	Fichas de observación	NTP E - 070 NTP 331 017 NTP 399 613	
		Propiedades físicas	Eflorescencia		Fichas de observación	NTP 399 613	
			Propiedades químicas	Elemento químico	Escala de caracterización	Fichas de análisis documental	Tabla periódica
				Producción	Costos/unidad	s/unidad	Fichas de observación

Nota. Operacionalización de Variables Fuente: elaboración propia

3.4 Población, Muestra y Tamaño Muestral

3.4.1 Población

3.4.1.1 Para ensayos químicos

Arcilla:

Se realizó la extracción de la cantera de las ladrilleras de San Jerónimo – Cusco

3.4.1.2 Para la elección de los ladrillos

Ladrillo:

Tabla 11

Tipificación de la población del horno artesanal

horno artesanal 1		horno artesanal 2	
Ladrillos King Kong 18 Huecos de 12x9x24		Ladrillos King Kong 18 Huecos de 14x9x24	
quema 1	quema 3	quema 2	quema 4
sin chimeneas	con chimeneas	sin chimeneas	con chimeneas

Nota: Descripción de las quemas realizadas por cada horno Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Muestra

Es no probabilístico zonificado por criterio y acceso de información por parte de los tesisistas.

3.4.2.1 Para ensayos químicos

Arcilla: Se zonificó para realizar la extracción en tres zonas:

- De la zona 1 (Z1)
- De la zona 2 (Z2)
- De la zona 3 (Z3)

3.4.2.2 Para la elección de los ladrillos

Ladrillo: La extracción de muestra de ladrillo se realizó de 6 niveles o apilados como se muestra en las **Imagen 3** e **Imagen 5**.

3.4.3 Tamaño Muestral

3.4.3.1 Para ensayos químicos

Arcilla: Se zonificó para realizar la extracción en tres zonas:

Tabla 12

Zonificación de la cantera de arcilla y cantidad de muestra extraída.

Zonificación de cantera		Peso de la muestra, por cantera (kg)	Peso total, por zona (kg)
Zona 1	Z1 - 1	30	90
	Z1 - 2	30	
	Z1 - 3	30	
Zona 2	Z2 - 1	30	90
	Z2 - 2	30	
	Z2 - 3	30	
Zona 3	Z3 - 1	30	90
	Z3 - 2	30	
	Z3 - 3	30	

Nota: De cada zona se tomó tres muestras. Fuente: Elaboración propia

3.4.3.2 Para la elección de los ladrillos

Ladrillos:**Tabla 13**

Extracción de muestras por nivel y por zona en el horno artesanal 1 para cada quema.

Horno Artesanal 1	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Total, muestras por nivel
Nivel 1	4	4	4	4	4	20
Nivel 3	4	4	4	4	4	20
Nivel 8	4	4	4	4	4	20
Nivel 15	4	4	4	4	4	20
Nivel 22	4	4	4	4	4	20
Nivel 30	4	4	4	4	4	20
Total, muestras por zona	24	24	24	24	24	
Total, muestras por quema						120

Nota: Descripción de la cantidad de muestras extraídas por zonas y niveles. Fuente: Elaboración propia

Tabla 14

Extracción de muestras por nivel y por zona en el horno artesanal 2 para cada quema.

Horno artesanal 2	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4	Zona 5	Total, muestras por nivel
Nivel 1	4	4	4	4	4	20
Nivel 3	4	4	4	4	4	20
Nivel 8	4	4	4	4	4	20
Nivel 15	4	4	4	4	4	20
Nivel 21	4	4	4	4	4	20
Nivel 26	4	4	4	4	4	20
total, muestras por zona	24	24	24	24	24	
Total, muestras por quema						120

Nota: Descripción de la cantidad de muestras extraídas por zonas y niveles. Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Extracción de muestras para pruebas físicas y mecánicas en el Horno Artesanal 1 para cada quema.

Horno artesanal 1		Porcentaje de absorción	Resistencia a compresión	Eflorescencia	Variación dimensional	Labeo	Porcentaje de vacíos
Nivel	Nivel 1	5	5	10	10	10	10
	Nivel 3	5	5	10	10	10	10
	Nivel 8	5	5	10	10	10	10
	Nivel 15	5	5	10	10	10	10
	Nivel 22	5	5	10	10	10	10
	Nivel 30	5	5	10	10	10	10
Zona	Zona 1	6	6	12	12	12	12
	Zona 2	6	6	12	12	12	12
	Zona 3	6	6	12	12	12	12
	Zona 4	6	6	12	12	12	12
	Zona 5	6	6	12	12	12	12

Nota: cantidad de muestras extraídas por cada prueba realizada por niveles y zonas. Fuente:

Elaboración propia

Tabla 16

Extracción de muestras para pruebas físicas y mecánicas en el Horno Artesanal 2 para cada quema.

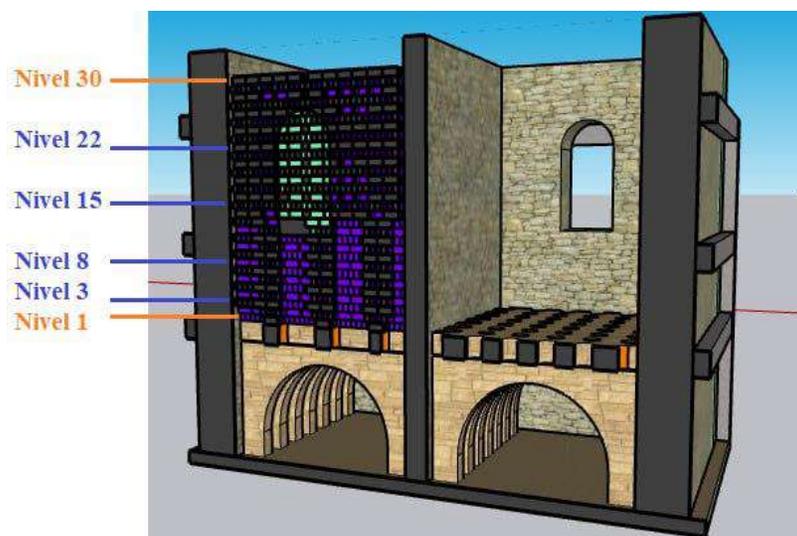
Horno artesanal 2		Porcentaje de absorción	Resistencia a compresión	Eflorescencia	Variación dimensional	Labeo	Porcentaje de vacíos
Nivel	Nivel 1	5	5	10	10	10	10
	Nivel 3	5	5	10	10	10	10
	Nivel 8	5	5	10	10	10	10
	Nivel 15	5	5	10	10	10	10
	Nivel 21	5	5	10	10	10	10
	Nivel 26	5	5	10	10	10	10
Zona	Zona 1	6	6	12	12	12	12
	Zona 2	6	6	12	12	12	12
	Zona 3	6	6	12	12	12	12
	Zona 4	6	6	12	12	12	12
	Zona 5	6	6	12	12	12	12

Nota: cantidad de muestras extraídas por cada prueba realizada por niveles y zonas. Fuente:

Elaboración propia.

Figura 3

Distribución por niveles para la extracción de muestras del Horno Artesanal 1.

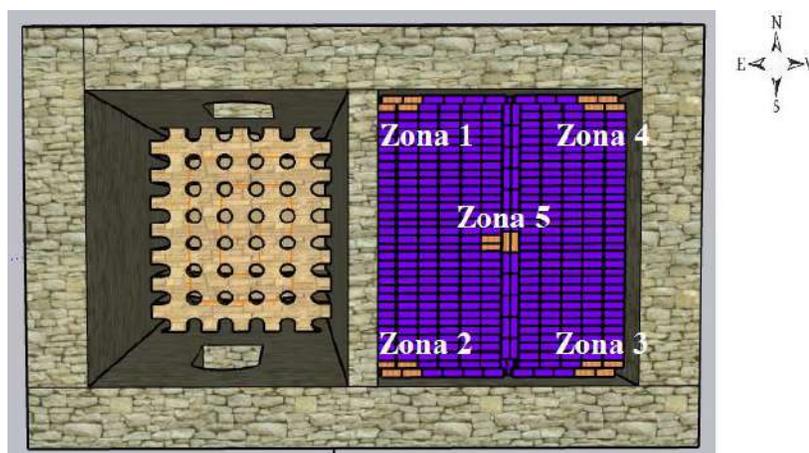


Nota. Imagen del Horno Artesanal 1 lleno de ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24. Fuente:

Elaboración propia

Figura 4

Distribución en cada nivel para la extracción de las muestras para el Horno Artesanal 1.

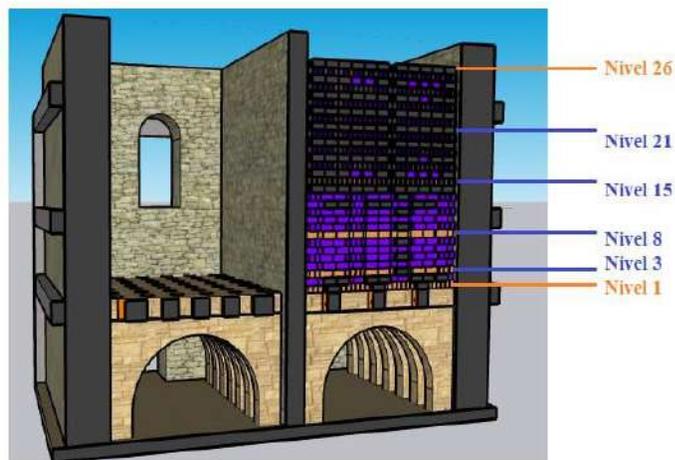


Nota. Imagen de la parte superior con el Horno Artesanal 1 lleno de ladrillo King Kong 18

huecos de 12x9x24. Fuente: Elaboración propia

Figura 5

Distribución por niveles para la extracción de muestras del Horno Artesanal 2.

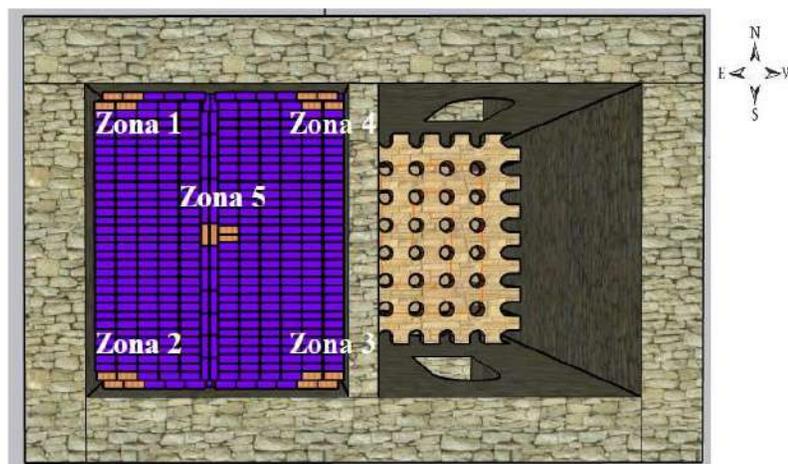


Nota. Imagen del Horno Artesanal 2 lleno de ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24. Fuente:

Elaboración propia

Figura 6

Distribución en cada nivel para la extracción de las muestras para para el Horno Artesanal 2.



Nota. Imagen de la parte superior del Horno Artesanal 2 lleno de ladrillo King Kong 18 huecos

de 14x9x24. Fuente: Elaboración propia

3.5 Técnicas e Instrumentos de Investigación

3.5.1 Técnicas de Investigación

Se uso la observación

- Para el perfil de temperaturas se observó los niveles y zonas de extrusión por ser considerados zonas de variabilidad térmica, se determinó los niveles por accesibilidad y limitaciones de perforación en los muros de horno.
- Para extracción de muestras se observó que se las unidades extraídas deben ser de las zonas y niveles donde se realizaron las mediciones de temperatura.
- Para extracción de muestras de arcilla se observó las características físicas (coloración, configuraciones estratigráficas) del perfil de la cantera. De extracción de arcilla.

3.5.2 Instrumentos

Para la recolección de información para esta investigación se realizaron según normativa, los cuales se adecuaron para la toma de datos, mediante fichas de observación:

- Prueba a la resistencia a compresión del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 7).
- Prueba de absorción del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 8).
- Prueba de determinación de alabeo del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 9).
- Prueba de determinación de variación dimensional del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 11; Figura 12 y Figura 13).
- Prueba de determinación de porcentaje de vacíos del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 10).

- Prueba de eflorescencia del ladrillo – PNTP 399.613 (Figura 14).
- Prueba de análisis elemental de la arcilla (Figura 15).

Figura 7

Ficha de observación de resistencia a compresión del ladrillo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		Código:	FIC - LSM - 04	Ficha N°										
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES		Versión:	1.02											
	ENSAYOS DE COMPRESIÓN - TRACCIÓN - FLEXIÓN		Página:												
			Fecha:												
RESPONSABLE (S):															
CÓDIGO:		CÉLULAR:		FIRMA:											
CURSO / TESIS:															
ENSAYO:															
MATERIAL:															
ELEMENTO (S):															
VELOCIDAD DE ENSAYO:															
MAQUINA DE ENSAYO:															
RESPONSABLE DE EQUIPO:															
N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA								FECHA		LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	MASA (g)	CARGA MÁXIMA (kg)
									MOLDEO	ENSAYO					

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de resistencia a compresión Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Ficha de observación de porcentaje de absorción del ladrillo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:		Ficha N°	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:			
	ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:			
		Fecha			
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:	CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:	
	EDWIN FLORES COLQUE	131620	921044529		
	CLINTON ORTIZ FERRO	124800	926124847		
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUIMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023				
ENSAYO:	ABSORCION				
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS				
UNIDAD DE MEDIDA	KG				
VELOCIDAD DE ENSAYO:					
MAQUINA DE ENSAYO:					
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE				
	CLINTON ORTIZ FERRO				
QUEMA - HORNO - SIN CHIMENEAS					
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	PORCENTAJE DE ABSORCION			
		PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	AGUA ABSORBIDA (kg)	ABSORCION (%)
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	PORCENTAJE DE ABSORCION			
		PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	AGUA ABSORBIDA (kg)	ABSORCION (%)
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
NIVEL 8	CODIGO DE MUESTRA	PORCENTAJE DE ABSORCION			
		PESO SECO (kg)	PESO SATURADO (kg)	AGUA ABSORBIDA (kg)	ABSORCION (%)
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de porcentaje de absorción Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Ficha de observación de alabeo del ladrillo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:		Ficha N°			
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:					
	PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:					
		Fecha					
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:	CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:			
	EDWIN FLORES COLQUE	131620	921044529				
	CLINTON ORTIZ FERRO	124800	926124847				
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUIMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA CUSCO CAD DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023						
ENSAYO:	ALABEO						
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS						
UNIDAD DE MEDIDA	mm						
VELOCIDAD DE ENSAYO:							
MAQUINA DE ENSAYO:							
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE CLINTON ORTIZ FERRO						
QUEMA 1 - HORNO 1 - SIN CHIMENEAS							
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	ALABEO				ALABEO (mm)	TEM. PROM. ALCANZADA (°C)
		CARA 1		CARA 2			
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)		
MUESTRA 1							
MUESTRA 2							
MUESTRA 3							
MUESTRA 4							
MUESTRA 5							
MUESTRA 6							
MUESTRA 7							
MUESTRA 8							
MUESTRA 9							
MUESTRA 10							
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	ALABEO				ALABEO (mm)	TEM. PROM. ALCANZADA (°C)
		CARA 1		CARA 2			
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)		
MUESTRA 1							
MUESTRA 2							
MUESTRA 3							
MUESTRA 4							
MUESTRA 5							
MUESTRA 6							
MUESTRA 7							
MUESTRA 8							
MUESTRA 9							
MUESTRA 10							

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de alabeo Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Ficha de observación de porcentaje de vacíos del ladrillo.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:			Ficha N°		
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:					
	PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:					
		Fecha:					
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:	CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:			
	EDWIN FLORES COLQUE	131620	921044529				
	CLINTON ORTIZ FERRO	124800	926124847				
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUÍMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023						
ENSAYO:	PORCENTAJE DE VACIOS						
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS						
UNIDAD DE MEDIDA	cm ³						
VELOCIDAD DE ENSAYO:							
MAQUINA DE ENSAYO:							
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE						
	CLINTON ORTIZ FERRO						
QUEMA 1 - HORNO 1 - SIN CHIMENEAS							
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	PORCENTAJE DE VACIOS					
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm ³)	PORCENTAJE DE VACIOS (%)	TEM. PROM. ALCANZADA (°C)
MUESTRA 1							
MUESTRA 2							
MUESTRA 3							
MUESTRA 4							
MUESTRA 5							
MUESTRA 6							
MUESTRA 7							
MUESTRA 8							
MUESTRA 9							
MUESTRA 10							
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	PORCENTAJE DE VACIOS					
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm ³)	PORCENTAJE DE VACIOS (%)	TEM. PROM. ALCANZADA (°C)
MUESTRA 1							
MUESTRA 2							
MUESTRA 3							
MUESTRA 4							
MUESTRA 5							
MUESTRA 6							
MUESTRA 7							
MUESTRA 8							
MUESTRA 9							
MUESTRA 10							

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de porcentaje de vacíos Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Ficha de observación de variabilidad dimensional – Largo.

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:		Ficha N°	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:			
	PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:			
		Fecha:			
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:	CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:	
	EDWIN FLORES COLQUE	131620	921044529		
	CLINTON ORTIZ FERRO	124800	926124847		
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUIMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023				
ENSAYO:	VARIBILIDAD DIMENSIONAL				
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS				
UNIDAD DE MEDIDA	Cm				
VELOCIDAD DE ENSAYO:					
MAQUINA DE ESAYO:					
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE CLINTON ORTIZ FERRO				
QUEMA 1 - HORNO 1 - SIN CHIMENEAS					
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	LARGO			
		CARA 1 (cm)		CARA 2 (cm)	
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
MUESTRA 6					
MUESTRA 7					
MUESTRA 8					
MUESTRA 9					
MUESTRA 10					
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	LARGO			
		CARA 1 (cm)		CARA 2 (cm)	
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
MUESTRA 6					
MUESTRA 7					
MUESTRA 8					
MUESTRA 9					
MUESTRA 10					

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de variación dimensional - Largo Fuente:

Elaboración propia

Figura 12

Ficha de observación de variabilidad dimensional – Ancho

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:		Ficha N°	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:			
	PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:		Fecha	
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:		CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:
	EDWIN FLORES COLQUE		131620	921044529	
	CLINTON ORTIZ FERRO		124800	926124847	
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUIMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023				
ENSAYO:	VARIBILIDAD DIMENSIONAL				
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS				
UNIDAD DE MEDIDA	Cm				
VELOCIDAD DE ENSAYO:					
MAQUINA DE ENSAYO:					
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE CLINTON ORTIZ FERRO				
QUEMA 1 - HORNO 1 - SIN CHIMENEAS					
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	ANCHO			
		CARA 1 (cm)		CARA 2 (cm)	
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
MUESTRA 6					
MUESTRA 7					
MUESTRA 8					
MUESTRA 9					
MUESTRA 10					
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	ANCHO			
		CARA 1 (cm)		CARA 2 (cm)	
MUESTRA 1					
MUESTRA 2					
MUESTRA 3					
MUESTRA 4					
MUESTRA 5					
MUESTRA 6					
MUESTRA 7					
MUESTRA 8					
MUESTRA 9					
MUESTRA 10					

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de variación dimensional - Ancho Fuente:

Elaboración propia

Figura 13

Ficha de observación de variabilidad dimensional – Altura

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO	Codigo:		Ficha N°						
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	Version:								
	PRUEBAS DE LAS PROPIEDADES FISICAS - MECANICAS - QUIMICAS	Paginas:								
		Fecha								
RESPONSABLES	DATOS PERSONALES:	CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:						
	EDWIN FLORES COLQUE	131620	921044529							
	CLINTON ORTIZ FERRO	124800	926124847							
CURSO/TESIS:	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICAS - MECÁNICAS - QUIMICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023									
ENSAYO:	VARIBILIDAD DIMENSIONAL									
MATERIAL:	LADRILLO KINKOG 18 HUECOS									
UNIDAD DE MEDIDA	Cm									
VELOCIDAD DE ENSAYO:										
MAQUINA DE ESAYO:										
RESPONSABLES DE EQUIPO:	EDWIN FLORES COLQUE									
	CLINTON ORTIZ FERRO									
QUEMA 1 - HORNO 1 - SIN CHIMENEAS										
NIVEL 1	CODIGO DE MUESTRA	ALTURAS								
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	PROMEDIO (cm)
MUESTRA 1										
MUESTRA 2										
MUESTRA 3										
MUESTRA 4										
MUESTRA 5										
MUESTRA 6										
MUESTRA 7										
MUESTRA 8										
MUESTRA 9										
MUESTRA 10										
NIVEL 3	CODIGO DE MUESTRA	ALTURAS								
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	PROMEDIO (cm)
MUESTRA 1										
MUESTRA 2										
MUESTRA 3										
MUESTRA 4										
MUESTRA 5										
MUESTRA 6										
MUESTRA 7										
MUESTRA 8										
MUESTRA 9										
MUESTRA 10										

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de variación dimensional - Altura Fuente:

Elaboración propia

Figura 14

Ficha de observación de eflorescencia del ladrillo

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		Codigo:		Ficha N°	
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES		Version:			
	ENSAYOS DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS		Paginas:			
			Fecha			
RESPONSABLES:	DATOS PERSONALES:			CODIGO:	CELULAR:	FIRMA:
	EDWIN FLORES COLQUE			131620	921044529	
	CLINTON ORTIZ FERRO			124800	926124847	
CURSO/TESIS:		EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE TEMPERATURA EN LAS PROPIEDADES FISICO - MECÁNICAS Y PRODUCCIÓN DEL LADRILLO KING KONG 18 HUECOS, EN EL HORNO ARTESANAL DE LA EMPRESA EL EMPERADOR DE SAN JERÓNIMO – CUSCO - 2023				
ENSAYO:		EFLUORECENCIA				
MATERIAL:		LADRILLO KINKOG 18 HUECOS				
UNIDAD DE MEDIDA		CUALITATIVA NOMINAL				
VELOCIDAD DE ENSAYO:						
MAQUINA DE ENSAYO:						
RESPONSABLES DE EQUIPO:						
QUEMA 4 - HORNO 2 - CON CHIMENEAS						
NIVEL 1	PARES ENSAYADOS NUMERO DE MUESTRA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	FECHA DE FINAL DE ENSAYO	DIAS DE ENSAYO	CONDICION DE SATURACION	CALSIFICACION (EFLORECENTE-NO EFLORECENTE)
MUESTRA 1					Agua destilada	
					Agua destilada	
MUESTRA 2					Agua destilada	
					Agua destilada	
MUESTRA 3					Agua destilada	
					Agua destilada	
MUESTRA 4					Agua destilada	
					Agua destilada	
MUESTRA 5					Agua destilada	
					Agua destilada	

Nota. Figura ficha de observación del ensayo de eflorescencia Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Ficha de análisis documental para la prueba de análisis elemental de la arcilla.

N°	Elemento Químico	Z1-1	Z1-2	Z1-3	Promedio Z1 (%)	Punto de fusión (°C)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Nota. Elementos químicos de la tabla periódica Fuente: Elaboración propia.

3.5.3 Instrumentos de Ingeniería

La investigación pertenece al campo de la Albañilería Estructural y la Tecnología de los Materiales, los instrumentos de ingeniería provienen de los laboratorios de la escuela profesional de Ingeniería Civil y su equipamiento cumple con la normativa nacional vigente, estos se mencionan a continuación:

Tabla 17

Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de Análisis Elemental de Arcilla

FASE DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
Análisis Elemental de la Arcilla	<ul style="list-style-type: none"> • Comba de goma • Pico • Saquillos • Bandeja de metal • Recipientes de plástico • Balanza • Capsulas de acero • Tamiz N° 100 • Analizador portátil de XRF

Nota. Tabla de instrumentos para el ensayo de Análisis Elemental Fuente: Elaboración propia

Tabla 18

Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de parámetros de cocción.

FASE DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
Recolección de parámetros de cocción	<ul style="list-style-type: none"> • Distanciómetro D2 • Termocupulas tipo k • Data Looger T800 • Taladro • Broca 1'' • Manto térmico 2 m • Guantes con aislante térmico • Chaleco reflectivo • Escalera • Extensiones eléctricas • Pistola láser térmica

Nota. Tabla de instrumentos para recolección de información de parámetros de cocción Fuente:

Elaboración propia

Tabla 19

Herramientas Virtuales de diseño Cúpula.

FASE DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
Diseño de Cúpula	<ul style="list-style-type: none"> • Programa Revit • FEATool_Multiphysics

Nota. Tabla de instrumentos para de diseño de cúpula Fuente: Elaboración propia

Tabla 20

Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de las propiedades mecánicas.

FASE DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
Prueba de resistencia a compresión	<ul style="list-style-type: none"> • Brocha • Regla metálica • Vidrio 1.5 mm de espesor • Espátula • Cemento dental tipo III • Nivel de mano • Prensa de compresión
Prueba de alabeo	<ul style="list-style-type: none"> • Regla metálica • Cuña metálica calibrada • Mesa nivelada
Prueba de variación dimensional	<ul style="list-style-type: none"> • Brocha • Regla metálica • Mesa nivelada
Prueba de porcentaje de vacíos	<ul style="list-style-type: none"> • Brocha de cerda suaves • Cartulinas cansón • Probeta 500 ml • Recipientes • Balanza calibrada • Regla metálica • Arena

Nota. Tabla de instrumentos para los ensayos de las propiedades mecánicas Fuente: Elaboración propia

Tabla 21

Instrumentos de ingeniería utilizados para la recolección de datos de las propiedades físicas.

FASE DE INVESTIGACIÓN	INSTRUMENTO
Eflorescencia	<ul style="list-style-type: none"> • Brocha de cerda suaves • Bandeja acero quirúrgico • Agua destilada • Regla metálica • Papel film
Prueba de porcentaje de absorción	<ul style="list-style-type: none"> • Agua potable • Posas de sumersión • Balanza calibrada • Franela o trapo • Horno de laboratorio de 110 ± 5 °C

Nota. Tabla de instrumentos para los ensayos de las propiedades físicas. Fuente: Elaboración propia

3.6 Hipótesis de la Investigación

3.6.1 Hipótesis General

HG: La relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos es significativa.

3.6.2 Hipótesis Específicas

HE1: La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades físicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

HE2: La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

HE3: La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades químicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

HE4: La relación entre la temperatura de cocción y el costo de producción de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

HE5: Existen diferencias significativas en el perfil de temperatura durante la cocción entre los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.

HE6: Existe una diferencia significativa en la eficiencia térmica del Horno Artesanal actual y el nuevo diseño propuesto.

CAPITULO IV: Recolección de Información

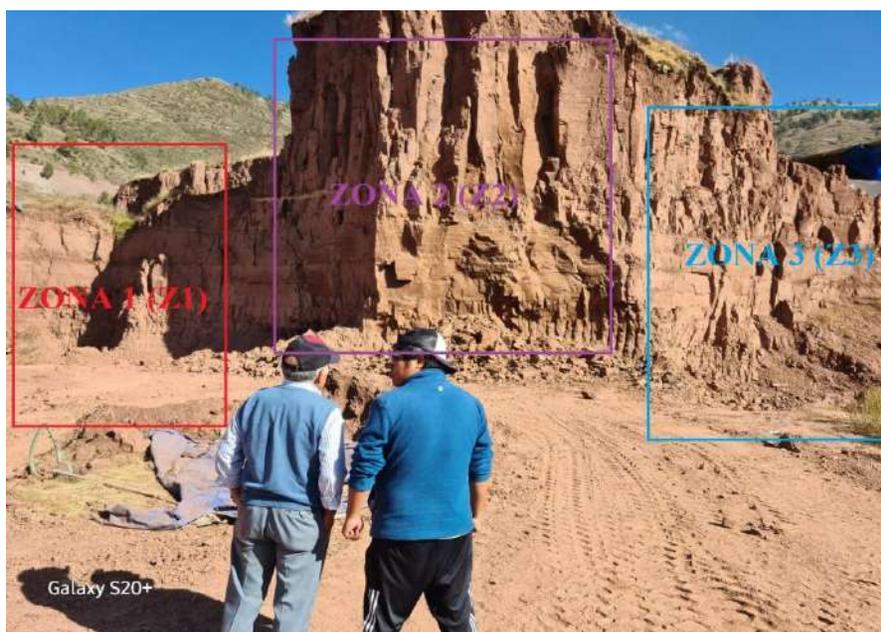
4.1 Recolección de Muestras para Análisis Elemental de la Arcilla

4.1.1 Zonificación de Cantera

Se realizo una zonificación determinando un total de tres zonas para la extracción de muestras.

Figura 16

Zonificación de cantera de arcilla - San Jerónimo - Cusco.



Nota. Imagen de visita y zonificación a la cantera de Arcilla, con la presencia del Ing. Jose Sixto Diaz Farfan. Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Extracción de Muestras

Se extrajo muestras de arcilla un total de 90 kilos por cada zona que se delimita.

Figura 17

Recolección de muestras de arcilla.



Nota. Imagen de recolección de muestras de cantera por cada zona. Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Traslado de Muestras a el Laboratorio de Mecánica de Suelos

Se traslado las muestras en saquillos cuidando que no entren en contacto con agentes externos ni agua.

Figura 18

Traslado de muestras al laboratorio de mecánica de suelos.



Nota. Imagen de traslado de muestras de cantera Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Preparación de Muestra

4.1.4.1 Pre - Secado de Muestra

Se extrajo una parte de la muestra de manera aleatoria y se coloca en los hornos pues las muestras presentan humedad.

Figura 19

Pre - secado de las muestras de arcilla.



Nota. Imagen de colocación de muestras de cantera al horno para extracción de humedad Fuente:

Elaboración propia

4.1.4.2 Molienda de Muestra

Utilizando una comba de goma se procede a la molienda de las muestras extraídas.

Figura 20

Molienda de muestras.



Nota. Imagen de molienda de muestra seca de arcilla de las tres zonas Fuente: Elaboración propia

4.1.4.3 Cuarteo de Muestra

Para asegurar una muestra aleatoria se realiza el cuarteo de la muestra molida que suma alrededor de 1400 gramos aproximadamente.

Figura 21

Cuarteo de muestras de arcilla.



Nota. El cuarteo de las muestras Fuente: Elaboración propia

4.1.4.4 Tamizado de Muestra

Utilizando los tamices se realizó el tamizado, extrayendo el material que pasa por la malla 100 desechando el resto.

Figura 22

Tamizado de muestras en la malla 100.



Nota. El tamizado de las muestras por la malla 100 para las tres zonas Fuente: Elaboración propia

4.1.4.5 Secado de Muestra

Se encapsulan y secan las muestras ya tamizadas durante un periodo de 24 horas.

Figura 23

Secado de muestras de arcilla para las tres zonas.



Nota. Colocado de muestras al horno tres muestras por zona Fuente: Elaboración propia

4.1.5 Análisis Elemental de Muestras de Arcilla

Se realizó la prueba de Análisis elemental de muestras de arcilla utilizando una pistola de eflorescencia

Figura 24

Prueba de análisis elemental de la arcilla.



Nota. Realización del Análisis elemental de la arcilla por el método FRX, con la presencia del Ing Jose Sixto Diaz Farfan y el Ing. Julio W. Lechuga Canal en la facultad de Ingeniería Química UNSAAC. Fuente: Elaboración propia

4.2 Procedimiento de Recolección de Datos para los Parámetros de Cocción

4.2.1 Dimensionamiento de la Geometría del Horno

- Se realizó el dimensionamiento del Horno Artesanal El Emperador de dos hornillas con la ayuda de un distanciómetro d 2.
- El objetivo fue determinar la geometría del Horno Artesanal El Emperador de San Jerónimo, para realizar un diseño de cúpula.

Figura 25

Medición de las Dimensiones del Horno Artesanal de la cámara de cocción.



Nota. Dimensionamiento de la cámara de cocción los dos Hornos Artesanales. Fuente:

Elaboración propia

Figura 26

Medición de las Dimensiones del Horno Artesanal de la cámara de incineración.



Nota. Dimensionamiento de la cámara de incineración los dos Hornos Artesanales. Fuente:

Elaboración propia

4.2.2 Diseño de Apilado del Ladrillo en el Horno

- Se realizó el apilado de las unidades de albañilería con chimeneas y sin chimeneas.
- Esta actividad se realizó de manera práctica, ya que el apilado de los ladrillos son de manera ordenada de un sentido hacia otro como muestra la (figura. 25)
- Se definió las chimeneas con la finalidad de mejorar la distribución de temperatura dentro de la cámara de cocción; ya que existen zonas donde la distribución no es homogénea.
- Se planteo la incorporación de chimeneas en la cámara de cocción del Horno Artesanal, zonificando de la siguiente manera (ZONA 1, ZONA 2, ZONA3, ZONA 4 y ZONA 5).
- Las dimensiones de las chimeneas se plantean en secciones rectangulares de 0.1 m x 0.1 m aproximadamente, con la finalidad de lograr una mejor distribución de temperatura en todos los niveles en el interior de la cámara de cocción.

Figura 27

Apilado y ordenamiento de ladrillos en el horno artesanal sin chimeneas en cámara de cocción.



Nota. Apilado y ordenamiento de ladrillos crudos. Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Apilado de ladrillos en el horno artesanal con implementación de chimeneas.



Nota. Colocación de chimeneas en la cámara de cocción. Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Dimensionamiento de las chimeneas en la Cámara de Cocción.



Nota. Dimensionamiento de apilado. Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Trazo y Replanteo de Puntos para la Colocación de Termocupulas tipo K.

- Se colocó en 4 niveles, distribuidos verticalmente y bajo la disponibilidad del horno artesanal, ya que algunas partes del muro de adobe contenían elementos de confinamiento de concreto armado, estas situaciones limitan la colocación simétrica.
- Se colocó en 4 niveles, la primera perforación para el registro de la temperatura se realizó a la altura del tercer nivel o apilado, la segunda perforación a la altura del octavo nivel o apilado, la tercera perforación a la altura de nivel o apilado 15 y la cuarta perforación en el nivel o apilado 22 para el primero horno artesanal que contiene solo ladrillos de dimensiones 12x9x24; en este Horno se realizan 30 apilados o niveles
- De la misma manera se realizó las perforaciones para el segundo Horno que contiene ladrillos de 14x9x24, variando la última perforación ya que esta se realizó en el nivel o apilado 21. En este horno se apilaron 26 niveles.
- Las perforaciones se realizaron en las caras Norte, Sur y Este en el Horno Artesanal 1 y en el horno artesanal 2 se realizó en las caras Norte, Sur y Oeste.

Figura 30

Replanteo de puntos para el perforado de puntos.



Nota. Trazo de puntos en los muros de adobe para colocación de termocupulas tipo K. Fuente:

Elaboración propia

4.2.4 Perforación de Puntos

- La perforación de puntos se realizó en los muros mencionados anteriormente del Horno Artesanal 1 y en el Horno Artesanal 2, utilizando una broca con diámetro de 1 ¼” y largo de 80 cm, para la colocación de Termocupulas tipo K, de 1.5 m de longitud.

Figura 31

Perforado de puntos en los muros del Horno Artesanal.



Nota. Se perforo los muros de adobe para registro de temperatura. Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Recolección de Datos de Temperatura.

- Se realizó la colocación de los sensores de temperatura Termocupula tipo K, para el registro de la temperatura en de la cámara de cocción de los Hornos artesanales (sin chimeneas y con chimeneas) en los 4 niveles mencionados anteriormente, durante las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento, con la ayuda de un Data Logger T800

Figura 32

Colocado de termocupulas tipo K y registro de temperatura con Data Looger PCE-T 800-Horno Artesanal 1



Nota. Registro de temperatura en los hornos artesanales. Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Colocado de termocupulas tipo K y registro de temperatura con Data Looger PCE-T 800 - Horno Artesanal 2.



Nota. Registro de temperatura del horno artesanal 2 Proceso de cocción de ladrillo. Fuente: Elaboración propia

- Durante el proceso de cocción para el registro de temperatura se alterna las mediciones registrando primero los niveles o apilado 3 y 15, posteriormente se mide los niveles o apilado 8 y 21 para el Horno 1 y de la misma manera los niveles o apilado 3 y 15, y posteriormente los niveles o apilado 8 y 22 para el Horno 2.

Figura 34

Traslado de Termocupulas Tipo K del nivel o apilado 3 al nivel o apilado 8 en el Horno Artesanal 1.



Nota. Traslado de termocupulas Tipo K del nivel 3 al nivel 8. Fuente: Elaboración propia

4.3 Procedimiento de Recolección de Datos de las Propiedades físicas Mecánicas.

4.3.1 Extracción de Muestras

- La extracción de muestra se realizó de la misma manera en las 4 quemas, por niveles, los cuatro primeros niveles fueron seleccionados por la posición de los sensores de temperatura (termocupula tipo K) y los otros 2 niveles se seleccionaron del primer apilado y último apilado.
- En cada nivel o apilado se zonifico en 5 zonas para la extracción de muestras; estas 5 zonas son las zonas se determinaron por la ubicación de las chimeneas.

- De cada zona se tomaron 4 muestras, haciendo un total de 20 muestras en las 5 zonas que se tiene en cada nivel.

Figura 35

Extracción de muestras por niveles en el horno artesanal



Nota. Extracción de muestras de cada nivel de apilado. Fuente: Elaboración propia

- La extracción de muestras se realizó considerando la norma PNTP 399.613, se tomaron 20 muestras en cada nivel o apilado, es por esta razón se extrajeron un total de 120 muestras en los 6 niveles por cada quema.
- Para las pruebas de compresión y absorción, por cada nivel fueron extraídas 5 muestras para cada prueba mencionada; haciendo un total de 60 muestras extraídas por quema.
- Para las pruebas de alabeo, porcentaje de vacíos, dimensionamiento se tomaron 10 muestras por nivel o apilado, obteniendo 2 muestras de cada zona; extrayendo un total de 60 muestras para estas pruebas.
- Para la prueba de eflorescencia, se tomaron 10 muestras por nivel o apilado, obteniendo 2 muestras de cada zona; extrayendo un total de 60 muestras para esta prueba.

Figura 36

Extracción de muestras por zonas en el Horno Artesanal 1



Nota. Traslado y colocación de código de muestra. Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Extracción de muestras por zonas en el horno artesanal 2



Nota. Traslado y colocación de código de muestra del nivel 26. Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Prueba de Compresión**4.3.2.1 Dimensionamiento**

- Se realizó el dimensionamiento de las unidades de albañilería.

Figura 38

Dimensionamiento de los Especímenes



Nota. Dimensionamiento de largo de la muestra. Fuente: Elaboración propia

4.3.2.2 **Peso de Muestra**

- Se realizó el pesado de las muestras.

Figura 39

Determinación de la masa de los especímenes.



Nota. Pesado de la muestra. Fuente: Elaboración propia

4.3.2.3 Refrentado de Espécimen

- Este proceso se desarrolló en el laboratorio de mecánica de suelos. Según consideración de la norma PNTP 399.613; la colocación de mortero yeso dental de tipo III.

Figura 40

Refrentado de Especímenes



Nota. Refrentado de especímenes en laboratorio. Fuente: Elaboración propia

4.3.2.4 Evaluación de la Resistencia a Compresión con la Prensa de Compresión

- Para esta prueba se usó la máquina de Prensa de Compresión, donde se le coloca un espécimen, para su aplicación de una carga axial en la cara de asiento, para la determinación de la resistencia a compresión.

Figura 41

Prueba de compresión de ladrillo, en la PRENSA DE COMPRESIÓN.



Nota. Prueba de compresión en la máquina de Prensa de Compresión. Fuente: Elaboración propia

- Los resultados de las 4 quemas; 30 muestras por cada quema hacen un total de 60 ladrillos King Kong 18 huecos de dimensiones 12x9x24 del horno artesanal 1 y 60 ladrillos King Kong 18 huecos de dimensiones 14x9x24 del horno artesanal 2; estos resultados se muestran en el **ANEXO F**.

4.3.3 Prueba de Absorción

4.3.3.1 Determinación del Peso Saturado del Ladrillo

- En esta prueba se determinó la cantidad de agua que logran absorber las muestras al estar sumergidas durante 24 hora.
- A continuación, se colocaron los ladrillos en un recipiente se cubrió con agua potable completamente durante un periodo de 24 horas
- Después de este tiempo se limpió el agua superficial utilizando un paño y se procedió al pesado, todo este proceso no excedió los 5 minutos recomendados por la norma

- Cabe resaltar que las muestras seleccionadas no tuvieron contacto con agua o alguna inmersión parcial previa se registró los pesos saturados.

Figura 42

Inmersión de muestras en agua para la prueba de absorción.



Nota. inmersión de las muestras en agua durante 24 horas en agua. Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Extracción de muestra después de 24 horas en agua.



Nota. extracción de muestras después de 24 horas sumergidas en agua. Fuente: Elaboración propia

Figura 44

Determinación del peso saturado.



Nota. Pesado de muestras después de 24 horas sumergidas en agua. Fuente: Elaboración propia

4.3.3.2 Determinación de Peso en Seco del Ladrillo

Esta prueba nos ayudó a determinar el peso seco sin ningún contenido de humedad para esto es necesario proteger las muestras con plástico film para que estos no tengan contacto con ningún tipo de humedad, se explica a continuación el procedimiento realizado.

- Primeramente, se limpió con una brocha de cerdas suaves los excesos de cenizas producto de la cocción
- Se colocó para el secado en un horno a una temperatura 105 °C, durante 24 horas.
- Se realizó el pesado de muestras tan pronto como fueron extraídos del horno.
- Los resultados del peso seco del espécimen se muestran en el **ANEXO G**.

Figura 45

Determinación del peso seco del espécimen.



Nota. pesado de muestras después de 24 horas en horno. Fuente: Elaboración propia

- Los resultados obtenidos del peso saturado y el peso en seco de las muestras se muestran en el **ANEXO G**.

4.3.4 Determinación de Alabeo

4.3.4.1 Medición de Alabeo de los Especímenes

En esta prueba se busca medir la concavidad o convexidad de los especímenes de estudio para ello se utilizó regla metálica y una cuña, las mediciones se realizaron en las caras de asiento, que poseen las muestras de ladrillo.

- Primeramente, se limpió las muestras de polvo en caso tengan restos de cenizas.
- Se colocó la regla en las caras de asiento teniendo cuidado con el primer contacto de la misma revisando si la deformación es una convexidad o concavidad, por ello es necesario contar con una superficie nivelada y plana para realizar esta prueba.

- Para el caso de la cara de asiento convexa se coincidió la regla metálica con la cara convexa y medir usando la cuña metálica en las cuatro esquinas en ambas caras de asiento
- Para el caso de cara de asiento cóncava coloco la regla diagonalmente y utilizando la cuña metálica se buscó la distancia máxima de esta cara con la regla metálica se repite esta medida en ambas caras de asiento.

Figura 46

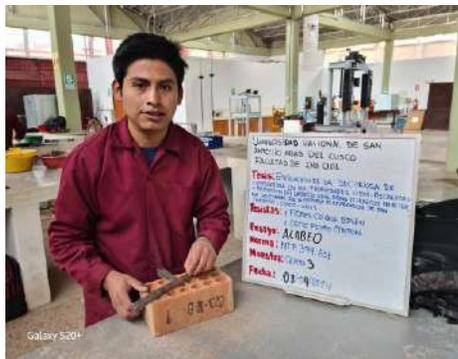
Preparado de espécimen, para la prueba de alabeo de los especímenes.



Nota. Previamente se preparó de muestra ladrillo King Kong 18 huecos. Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Medición de alabeo en superficie cóncava, con uso de una regla metálica y una cuña para medir alabeo.



Nota. Determinación de alabeo de las muestras. Fuente: Elaboración propia

Figura 48

Medición de alabeo en superficie convexa, con uso de una regla metálica y una cuña para medir alabeo.



Nota. Se determino el alabeo de las muestras. Fuente: Elaboración propia

- Los resultados obtenidos del peso saturado y el peso en seco de las muestras se muestran en el **ANEXO H**.

4.3.5 Determinación de la Variación Dimensional

4.3.5.1 Medición de las Dimensiones de los Especímenes

Esta prueba se realizó para determinar las variaciones en las dimensiones a causa de una contracción o dilatación a causa de la temperatura, se realizaron tres mediciones por cara que posee la muestra de ladrillo esta prueba se realiza independientemente la medición de la variación de largo, ancho y altura como se explica a continuación.

- Para el espesor o altura de la unidad de albañilería: Para esta prueba se utilizó una regla metálica como se indica en la norma técnica peruana NTP 331.017, estas mediciones se realizaron en las caras laterales de los ladrillos, se examinaron un total de 8 mediciones por cada unidad, por cada nivel de apilado se extrajeron 10 muestras avalándonos en la norma técnica peruana NTP 331.017 haciendo un total de 60 muestras por cada quema analizada.
- Para el ancho de la unidad de albañilería: Para esta prueba se utilizó una regla metálica como se indica en la norma técnica peruana NTP 331.017, estas mediciones se realizaron en las caras de asiento de los ladrillos, se examinaron un total de 6 mediciones por cada unidad, por cada nivel de apilado se extrajeron 10 muestras avalándonos en la norma técnica peruana NTP 331.017 haciendo un total de 60 muestras por cada quema analizada.
- Para el largo de la unidad de albañilería: Para esta prueba se utilizó una regla metálica como se indica en la norma técnica peruana NTP 331.017, estas mediciones se realizaron en las caras de asiento de los ladrillos, se examinaron un total de 6 mediciones por cada unidad, por cada nivel de apilado se extrajeron 10

muestras avalándonos en la norma técnica peruana NTP 331.017 haciendo un total de 60 muestras por cada quema analizada.

- Los resultados de las mediciones de largo, ancho y altura de los especímenes se registran en el ANEXO I.

Figura 49

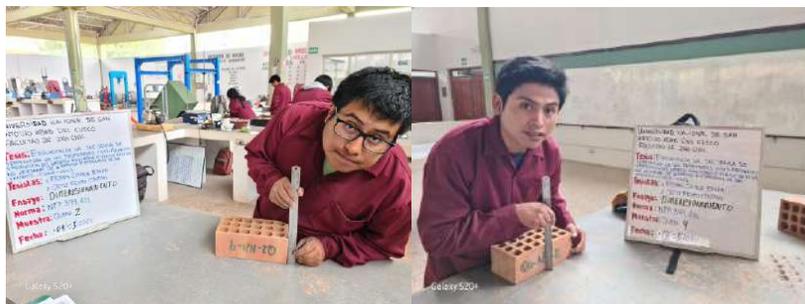
Medición de largo del espécimen.



Nota. Determinación de variación dimensional - largo de las muestras. Fuente: Elaboración propia

Figura 50

Medición de la altura del espécimen.



Nota. Determinación de variación dimensional - altura de las muestras. Fuente: Elaboración propia

Figura 51

Medición del ancho del espécimen.



Nota. Determinación de variación dimensional del ancho. Fuente: Elaboración propia

4.3.6 Determinación de Porcentaje de Vacíos

4.3.6.1 Preparación de Especímenes

- Se realizó la limpieza de cada una de las muestras de polvo, y cenizas mediante una escobilla de cerdas suaves.
- Se tamizó la arena con la finalidad de extraer material deletéreo en el tamiz 60.

Figura 52

Separación de material deletéreo.



Nota. Limpieza de arena. Fuente: Elaboración propia

4.3.6.2 Medición de las Dimensiones de los Especímenes

Esta prueba se realizó para determinar el volumen de arena contenido en los alveolos a causa de una contracción o dilatación a causa de la temperatura, como se explica a continuación.

- Los especímenes de prueba se usaron de 10 unidades seleccionadas por cada nivel.
- Se registro el ancho y la altura del espécimen tal como se hizo para esta prueba de variación de dimensionamiento.
- Sobre una mesa nivelada se colocó cartulinas cansón sobre estas se colocó las muestras apoyadas en sus caras de asiento con los alveolos perpendiculares a la superficie.
- Se uso una probeta milimétrica con capacidad para 500 ml, seguidamente se pesó la probeta vacía y limpia utilizando una balanza calibrada, se deja caer la arena de manera libre hasta cubrir los 500 ml que posee este instrumento, posteriormente se utilizó una balanza calibrada para pesar la probeta con la arena incluida, de esta manera se determinó el peso de la arena en 500 ml de volumen.
- Se relleno los alveolos con arena, favoreciendo que la arena caiga libremente se utilizó una regla metálica para nivelar la superficie de los ladrillos en las perforaciones, con la brocha se removi6 todo exceso de arena de la parte superior del espécimen y lo que se encuentra en la cartulina.
- Se levanto las muestras tratando que la arena de los alveolos caiga sobre la cartulina que esta sobre la mesa nivelada.

- Se colocó la arena de las cartulinas a una balanza calibrada, se pesó y registro los datos obtenidos.
- Los resultados obtenidos de los registros de las dimensiones del ladrillo en largo, ancho y altura se muestran en el **ANEXO J**.

Figura 53

Peso de la arena en 500ml de volumen, con la ayuda de una probeta.



Nota. Determinación de la densidad seca de la arena. Fuente: Elaboración propia

Figura 54

Enrasado de arena - prueba de porcentaje de vacíos.



Nota. Llenado de arena en las unidades de albañilería. Fuente: Elaboración propia

Figura 55

Extracción de arena contenida en los alveolos del ladrillo.



Nota. Contenido de arena en las unidades de albañilería. Fuente: Elaboración propia

Figura 56

Pesado de la arena contenida de los alveolos del ladrillo.



Nota. Peso de arena contenida para la determinación de vacíos. Fuente: Elaboración propia

4.3.7 Prueba Eflorescencia

4.3.7.1 Preparación de Especímenes

- Se realizó la limpieza de cada una de las muestras de polvo, y cenizas y agentes extraños en la superficie utilizando una escobilla de cerdas suaves.

Figura 57

Limpieza de materiales deletéreo, y preparación de espécimen para la prueba de eflorescencia.



Nota. Eliminación de materiales extraños presentes en las superficies de ladrillos. Fuente:

Elaboración propia

4.3.7.2 Determinación de la Prueba de Eflorescencia

Esta prueba se debe realizar para determinar la presencia de sales y o sulfatos presentes en las muestras de esta presente investigación, se utilizarán para esta prueba bandejas de 2.40 metros de largo por 1.20 metros de ancho con material resistente a la corrosión, agua destilada, cámara de secado(horno) y las muestras de estudio el procedimiento que se realizó es el siguiente como se explica a continuación.

- De los especímenes se usaron unidades seleccionadas por cada nivel extraído haciendo un total de 12 muestras seleccionadas por cada quema se estudió.
- Se ingreso todas las muestras ya limpias a horno durante 24 horas.

Figura 58

Colocado al Horno durante 24 horas el par de muestras, para secado.



Nota. Eliminación de humedad contenida para las muestras de la prueba de eflorescencia.

Fuente: Elaboración propia

- Seguidamente pasadas las 24 hora en la cámara de secado se extrajo las muestras y se puso a enfriar en ambientes a 24 °C durante un periodo de 4 a 6 horas.
- Pasado la etapa de enfriamiento se colocó de cada par extraído una de las muestras en las bandejas con una de las caras de asiento en contacto con el agua destilada, se sumergió las muestras a una altura de 2.5 cm de agua destilada en un ambiente aireado y libre de agentes externos y con buena iluminación durante 7 días.
- Una vez pasado los siete días se extrajo las muestras y se realizó la primera inspección visual, seguidamente se dejó secar y se llevó a los hornos durante 24 horas.

Figura 59

Después de los 7 días inmerso en el agua se colocó al horno durante 24 horas.



Nota. Colocado de ladrillos para la manifestación de eflorescencia. Fuente: Elaboración propia

- Una vez secas las muestras se inspecciono desde una distancia de 3 metros en un ambiente bien iluminado realizando la comparación con los pares de las muestras que no fueron sumergidas y se clasificó en muestras eflorescentes y no eflorescentes.
- Los resultados obtenidos de la eflorescencia de las muestras se muestran en el **ANEXO K**.

Figura 60

Verificación de la eflorescencia desde una distancia de 3 m en la muestra.



Nota. Comparación del par de muestras que pasaron por la prueba de eflorescencia. Fuente:

Elaboración propia

Figura 61

Inmersión de muestra en agua destilada una altura de 25 mm sobre una bandeja de metal resistente a la corrosión.



Nota. Control de la profundidad de las muestras sumergidas en agua destilada según la norma

NTP 399.613. Fuente: Elaboración propia

Figura 62

Espaciamiento de los especímenes con un espaciamiento mayor a 50 mm sobre una bandeja metálica resistente a la corrosión.



Nota. Control de separación entre unidades según la norma NTP 399.613. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V: Análisis y Resultados

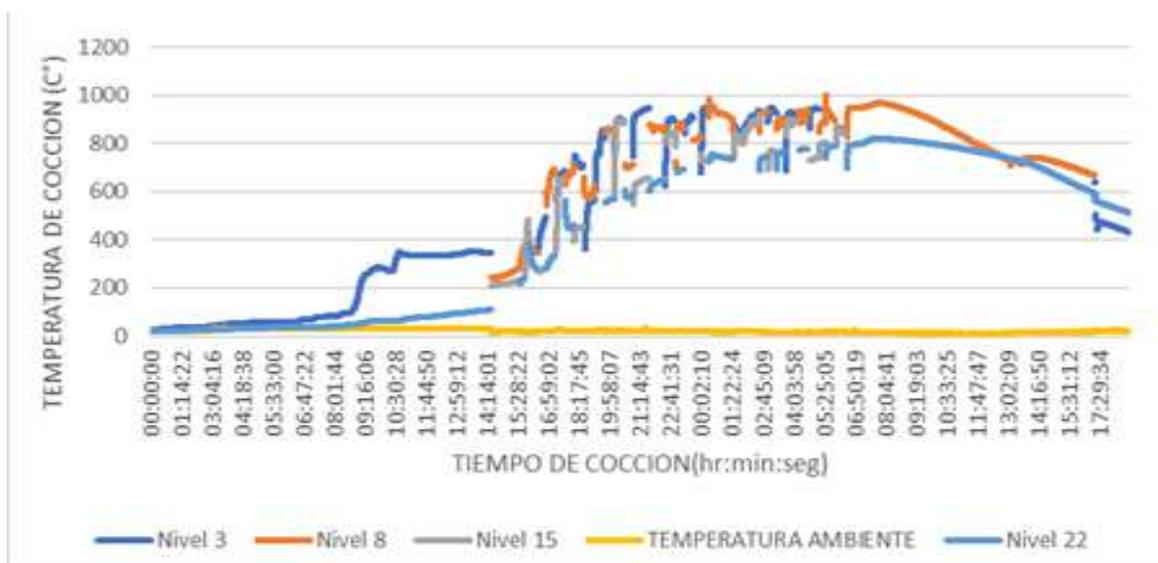
5.1 Análisis de Datos de Parámetros de Cocción.

5.1.1 Curva de Cocción del Horno Artesanal 1.

La siguiente grafica nos muestra la curva de cocción registrada en el horno artesanal 1 de la empresa el emperador durante la cocción del ladrillo King Kong de dimensiones 12x9x24.

Figura 63

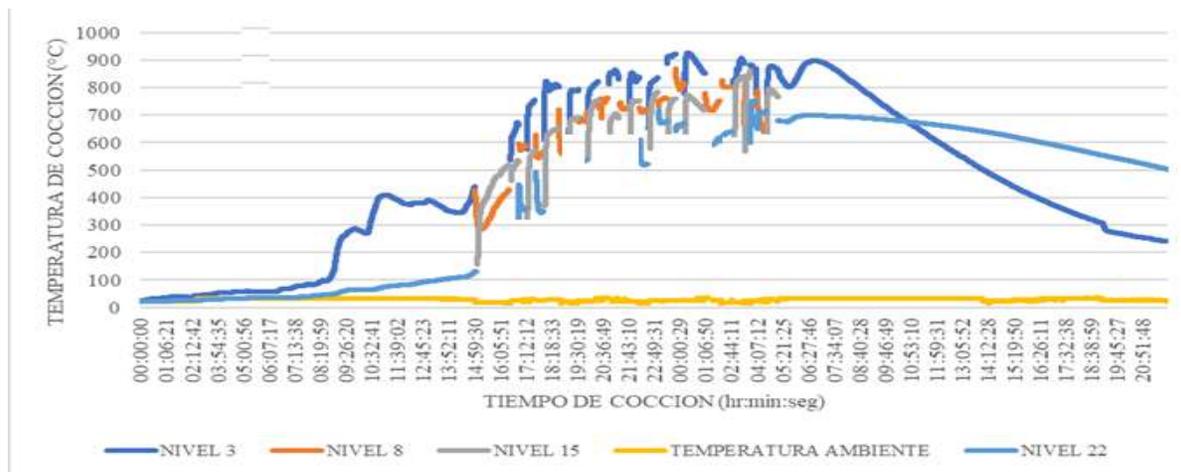
Curva de cocción en Horno Artesanal 1 sin chimeneas en la quema 1.



Nota. obtención de los parámetros de cocción durante las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. Fuente: Elaboración propia

Figura 64

Curva de cocción en Horno Artesanal 1 con chimeneas en la quema 3.



Nota. obtención de los parámetros de cocción durante las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. Fuente: Elaboración propia

- Las temperaturas máximas alcanzada en el horno artesanal 1, sin chimeneas y con chimeneas, se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 22

Temperaturas máximas registradas en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas realizadas con chimeneas y sin chimeneas.

Nivel o apilado	Temperatura máxima (°C)	
	Sin chimeneas	Con chimeneas
Nivel 1	1039.82	954.2
Nivel 3	948.4	926.8
Nivel 8	1000	869.9
Nivel 15	913.5	861.6
Nivel 22	821.9	753.5
Nivel 30	729.11	686.5

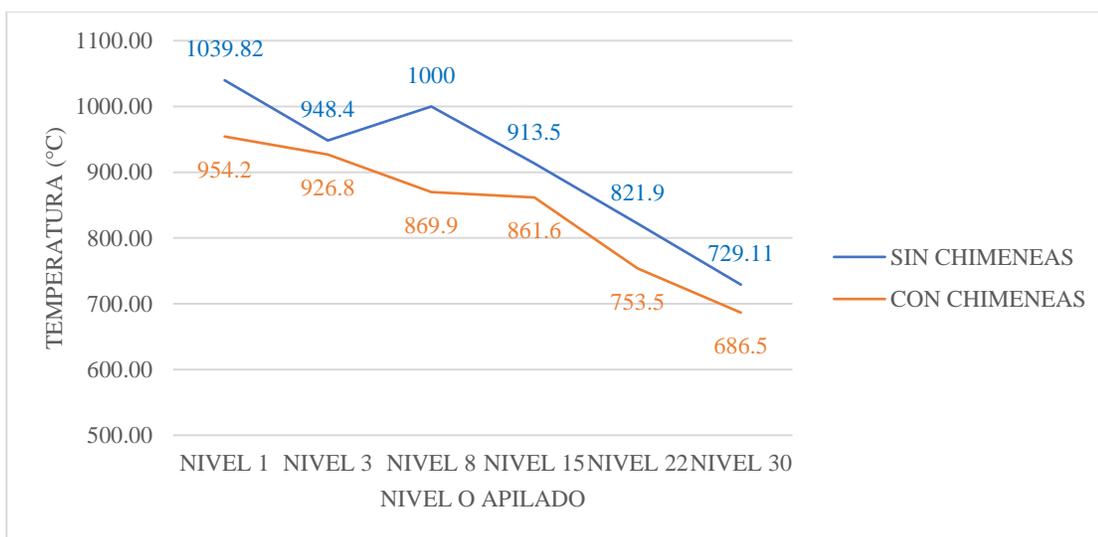
Nota. Comparación de las temperaturas máximas obtenidas en el horno artesanal. Fuente:

Elaboración propia

- En esta tabla, la Diferencia de Temperaturas sin chimenea es 310.71°C y con chimenea la Diferencia de Temperatura es 267.7°C . Se observa la mejora entre la diferencia de temperaturas entre nivel 1 y 30.
- Para su mejor representación se realizó la siguiente grafica que nos muestra que la variación de la temperatura de cocción es inversamente proporcional a la variación de la altura.

Figura 65

Temperatura máxima con chimeneas y sin chimeneas registradas en el horno artesanal 1.



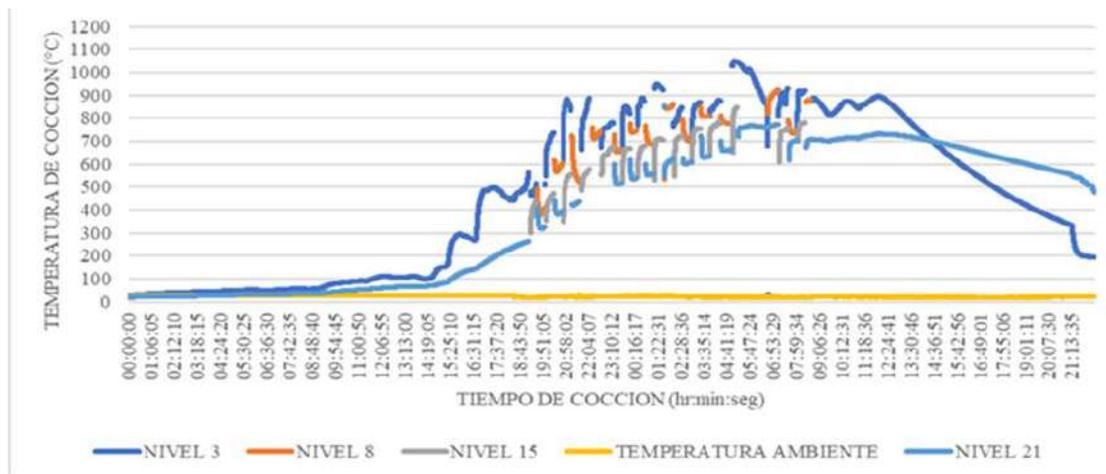
Nota. Grafica de temperaturas máximas por niveles. Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Curva de Cocción del Horno Artesanal 2

La siguiente grafica nos muestra la curva de cocción registrada en el horno artesanal 2 de la empresa el emperador durante la cocción del ladrillo King Kong de dimensiones $14 \times 9 \times 24$ sin chimeneas.

Figura 66

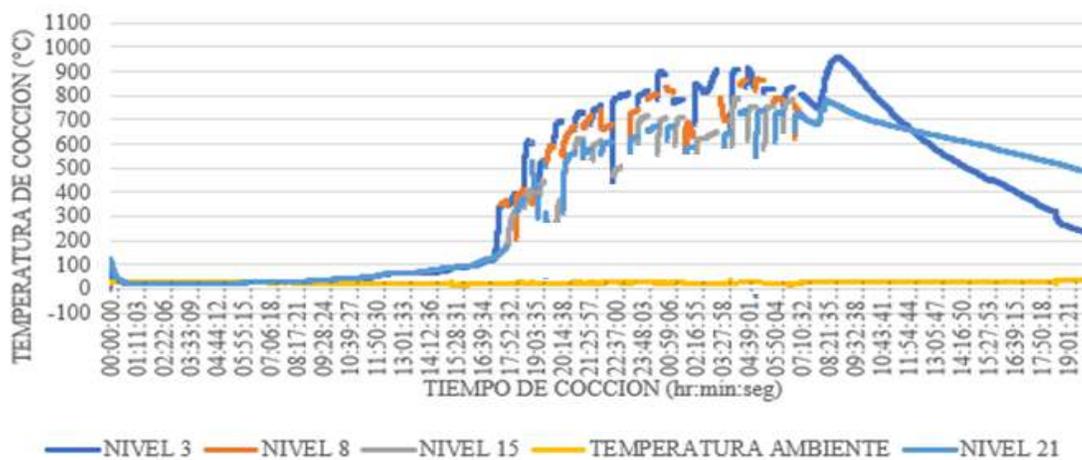
Curva de cocción en Horno Artesanal 2 sin chimeneas en la quema 2.



Nota. obtención de los parámetros de cocción durante las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. Fuente: Elaboración propia

Figura 67

Curva de cocción en Horno Artesanal 2 con chimeneas en la quema 4.



Nota. obtención de los parámetros de cocción durante las etapas de precalentamiento, cocción y enfriamiento. Fuente: Elaboración propia

Las temperaturas máximas alcanzada en la cámara de cocción del horno artesanal 2 sin chimeneas y con inclusión, se detalla en el siguiente cuadro:

Tabla 23

Temperaturas máximas registradas en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas realizadas con chimeneas y sin chimeneas.

Nivel o apilado	Temperatura máxima (°C)	
	Sin chimeneas	Con chimeneas
Nivel 1	1060.19	970.71
Nivel3	1049	957.7
Nivel 8	926.6	867.4
Nivel 15	846.1	789
Nivel 21	854.4	779.7
Nivel 26	730	692.94

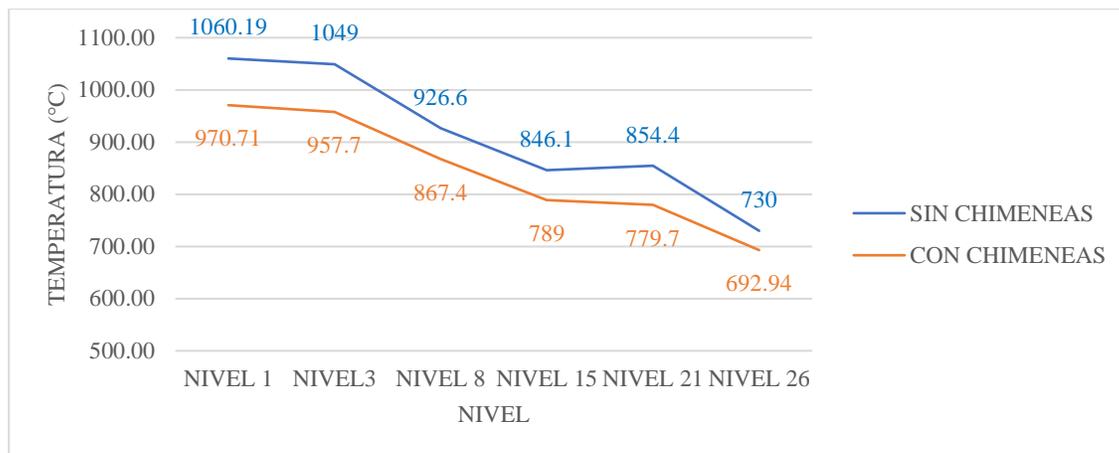
Nota. Comparación de las temperaturas máximas obtenidas en el horno artesanal. Fuente: Elaboración propia

En esta tabla, la Diferencia de Temperaturas sin chimeneas es 330.19°C y con chimeneas la Diferencia de Temperatura es 277.77°C. Se observa la mejora entre la diferencia de temperaturas entre nivel 1 y 30.

Para su mejor representación se realizó la siguiente grafica que nos muestra que la variación de la temperatura de cocción es inversamente proporcional a la variación de la altura.

Figura 68

Temperatura máxima con chimeneas y sin chimeneas registradas en el horno artesanal 2.



Nota. Grafica de temperaturas máximas por niveles. Fuente: Elaboración propia

5.2 Análisis de las Propiedades Físico y Mecánicas del Ladrillo King Kong de 18 Huecos.

5.2.1 Prueba a Compresión

- En los resultados obtenidos en esta prueba de compresión simple del ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24 del Horno Artesanal 1 sin chimeneas y con chimeneas
- la resistencia a compresión (**Promedio (MPa)**) que se muestra en el siguiente cuadro es el promedio de 5 muestras por cada nivel
- la resistencia a compresión (**Máximo (MPa)**) que se muestra en el cuadro siguiente es el mayor registro alcanzado en la prueba de compresión por cada nivel.
- la resistencia a compresión (**Mínimo (MPa)**) que se muestra en el cuadro siguiente es el menor registro alcanzado en la prueba de compresión por cada nivel.

- Se calculo también su análisis de dispersión como la desviación estándar y el coeficiente de variación especificada según norma NTP E – 070.

✚ **Máximo (MPa):** la resistencia máxima alcanzada por nivel

✚ **Mínimo (MPa):** resistencia mínima alcanzada por nivel

✚ **Promedio (MPa):** resistencia promedio alcanzada por nivel

✚ **Desviación estándar:** desviación estándar calculada por nivel

✚ **Coefficiente de variación:** coeficiente de variación establecida por la norma NTP E - 070

Tabla 24

Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

Nivel	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Zona (Res. Compresión Máximo)	Zona (Res. Compresión Mínimo)
Nivel 1	39.46	34.65	37.28	2.01	5%	Z-3	Z-4
Nivel 3	40.68	29.18	35.62	4.82	14%	Z-2	Z-4
Nivel 8	43.96	33.45	37.42	4.18	11%	Z-5	Z-1
Nivel 15	32.74	18.42	25.62	6.34	25%	Z-3	Z-1
Nivel 22	42.70	18.75	28.91	10.19	35%	Z-4	Z-2
Nivel 30	15.98	11.12	12.97	1.81	14%	Z-5	Z-3

Nota. Para los niveles presentados se usó 5 ladrillos, Res = Resistencia. Fuente: Elaboración propia

Tabla 25

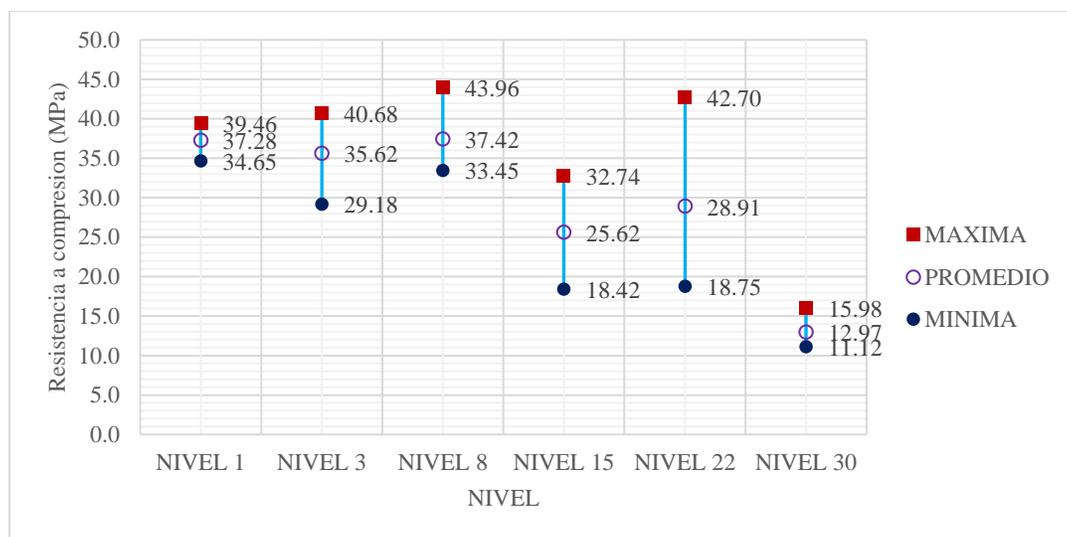
Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.

Nivel	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	ZONA (Res. Compresión Máximo)	ZONA (Res. Compresión Mínimo)
NIVEL 1	42.21	33.61	37.14	3.54	10%	Z-1	Z-4
NIVEL 3	38.17	21.33	31.71	7.51	24%	Z-2	Z-4
NIVEL 8	34.24	14.94	24.57	7.17	29%	Z-4	Z-1
NIVEL 15	32.99	14.34	25.63	8.58	33%	Z-5	Z-1
NIVEL 22	23.74	15.03	18.95	3.60	19%	Z-5	Z-3
NIVEL 30	14.98	11.45	13.38	1.73	13%	Z-3	Z-2

Nota. Para los niveles presentados se usó 5 ladrillos, Res = Resistencia. Fuente: Elaboración propia

Figura 69

Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



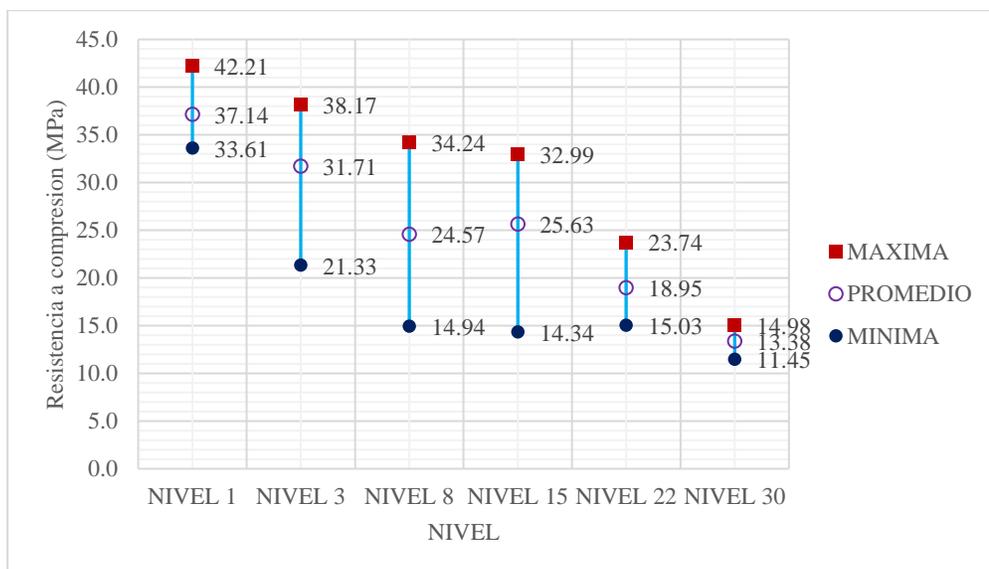
Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por niveles. Fuente: Elaboración propia

- El nivel 1 está más cerca de la fuente de calor y por tanto es más uniforme. En el nivel 30, también es estable, pero tiene una diferencia de temperatura

significativamente menor que en el nivel 1. Los valores de quema no se repiten en los otros niveles, lo que significa que la calidad nunca es estándar en una quema.

Figura 70

Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por niveles. Fuente: Elaboración propia.

El nivel 1 está más cerca de la fuente de calor y por tanto es más uniforme. En el nivel 30, también es estable, pero tiene una diferencia de temperatura significativamente menor que en el nivel 1. Los valores de quema no se repiten en los otros niveles, lo que significa que la calidad nunca es estándar en una quema

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de compresión realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 1:

RESISTENCIA A COMPRESION (MPa) = PROMEDIO – DESVIACION ESTANDAR

Tabla 26

Clasificación según la norma E-070 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE
Nivel 1	35.26	1039.82	Ladrillo V
Nivel 3	30.79	948.40	Ladrillo V
Nivel 8	33.24	1000.00	Ladrillo V
Nivel 15	19.28	913.50	Ladrillo V
Nivel 22	18.72	821.90	Ladrillo V
Nivel 30	11.16	729.11	Ladrillo III

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

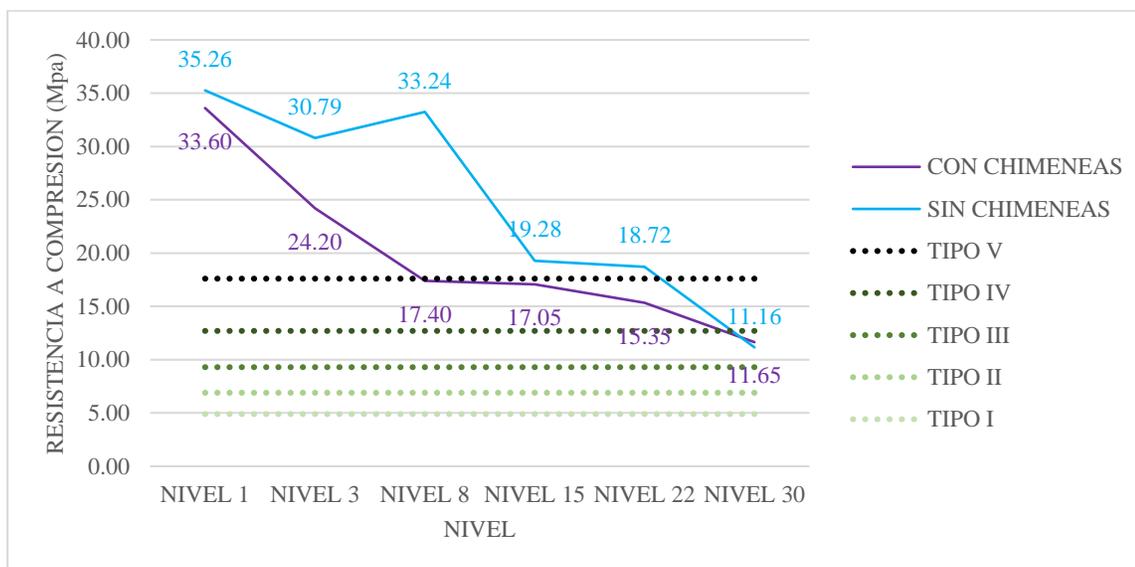
Clasificación según la norma E-070 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE
Nivel 1	33.60	954.20	Ladrillo V
Nivel 3	24.20	926.80	Ladrillo V
Nivel 8	17.40	869.90	Ladrillo IV
Nivel 15	17.05	861.60	Ladrillo IV
Nivel 22	15.35	753.50	Ladrillo IV
Nivel 30	11.65	686.50	Ladrillo III

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 71

Clasificación según norma E - 070 para la prueba de resistencia a compresión en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la tabla 2 (REQUISITOS DE RESISTENCIA) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de compresión para las dos quemas realizadas en el Horno Artesanal 1.

Tabla 28

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
Nivel 1	37.28	1039.82	Ladrillo 21
Nivel 3	35.62	948.40	Ladrillo 21
Nivel 8	37.42	1000.00	Ladrillo 21
Nivel 15	25.62	913.50	Ladrillo 21
Nivel 22	28.91	821.90	Ladrillo 21
Nivel 30	12.97	729.11	Ladrillo 14

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.

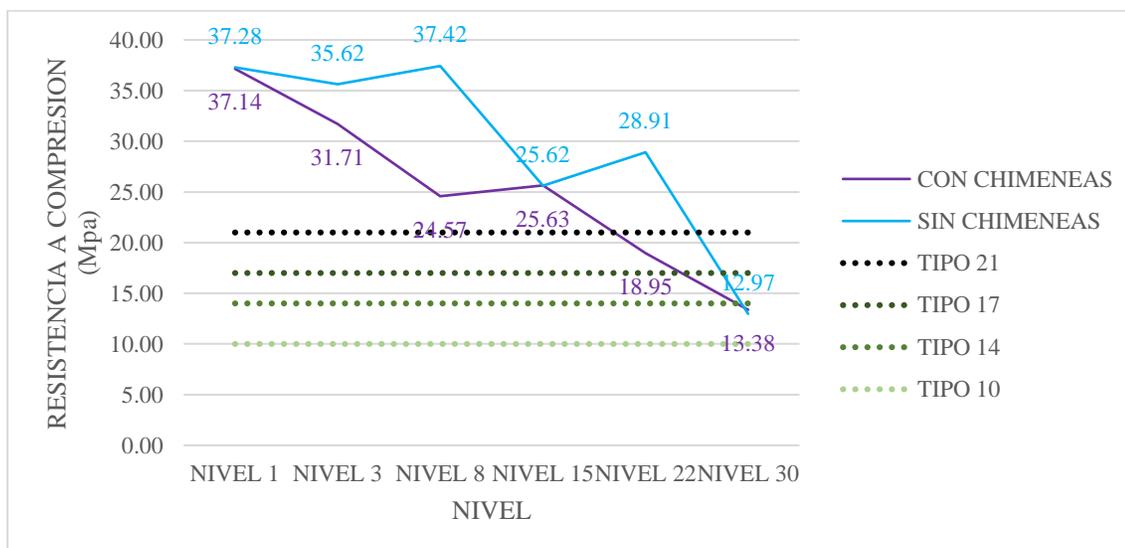
Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
Nivel 1	37.14	954.2	Ladrillo 21
Nivel 3	31.71	926.8	Ladrillo 21
Nivel 8	24.57	869.9	Ladrillo 21
Nivel 15	25.63	861.6	Ladrillo 21
Nivel 22	18.95	753.5	Ladrillo 17
Nivel 30	13.38	686.5	Ladrillo 10

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 72

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en las dos quemas (con chimeneas y sin chimeneas)

- Horno Artesanal 1 de la Resistencia a compresión.



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- El análisis por zonas de la compresión para el Horno Artesanal 1

Tabla 30

Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión Horno artesanal 1 - Quema 1.

Zonas	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Compresión
Zona 1	36,34	12,70	28,02	10,00	36%	23,64
Zona 2	40,68	12,81	29,21	11,31	39%	27,87
Zona 3	39,63	11,12	30,14	12,25	41%	28,52
Zona 4	42,70	12,25	29,02	11,31	39%	30,44
Zona 5	43,96	15,98	31,79	9,34	29%	27,98

Nota. Δ Compresión: es rango por nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

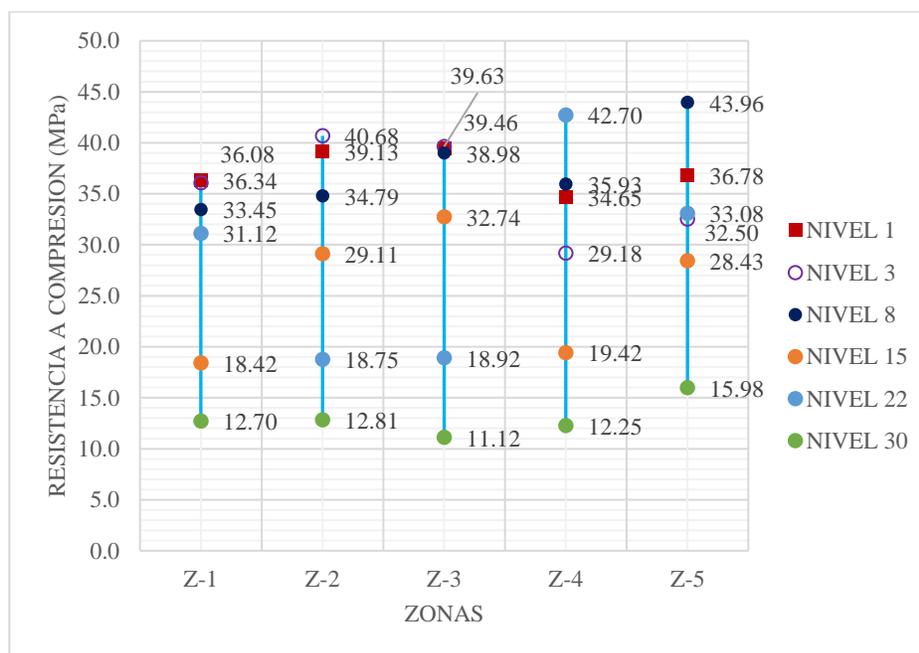
Clasificación de la resistencia a compresión por zonas Horno artesanal 1 - quema 1 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017

Zonas	Resistencia a compresión (MPa)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	18,02	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 2	17,90	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 3	17,90	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 4	17,71	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 5	22,44	Ladrillo V	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 73

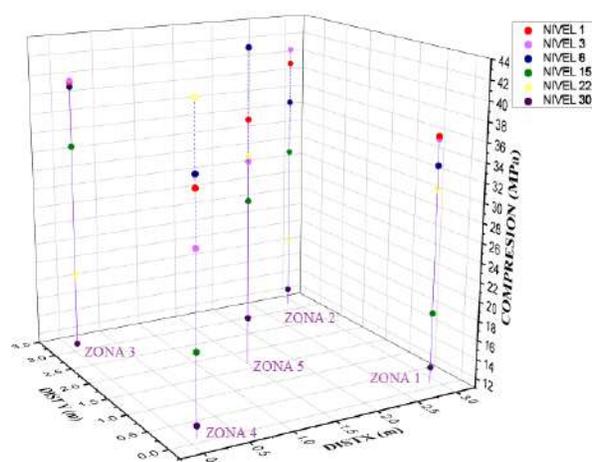
Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 74

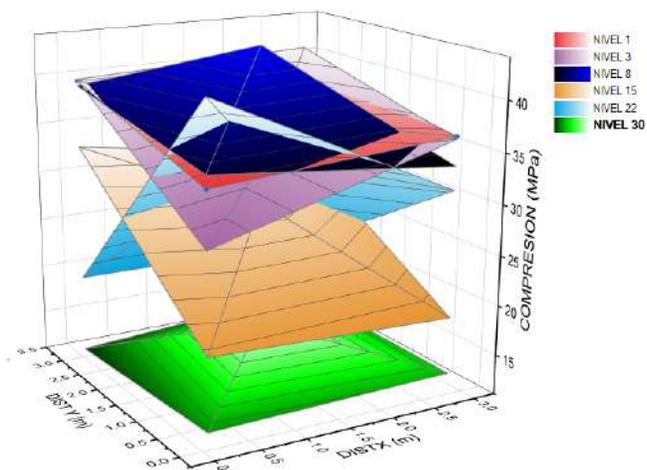
Resistencia a la compresión por zonas y niveles en el horno artesanal 1 – quema 1



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 75

Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 1 quema 1 por zonas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión horno artesanal 1 - Quema 3.

Zonas	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Compresión
Zona 1	42,21	11,62	21,06	11,50	55%	30,59
Zona 2	38,17	11,45	26,44	10,98	42%	26,72
Zona 3	37,25	14,98	23,86	9,71	41%	22,26
Zona 4	34,24	13,94	25,75	8,07	31%	20,30
Zona 5	38,97	14,88	29,05	8,79	30%	24,08

Nota. Δ Compresión: es rango por nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

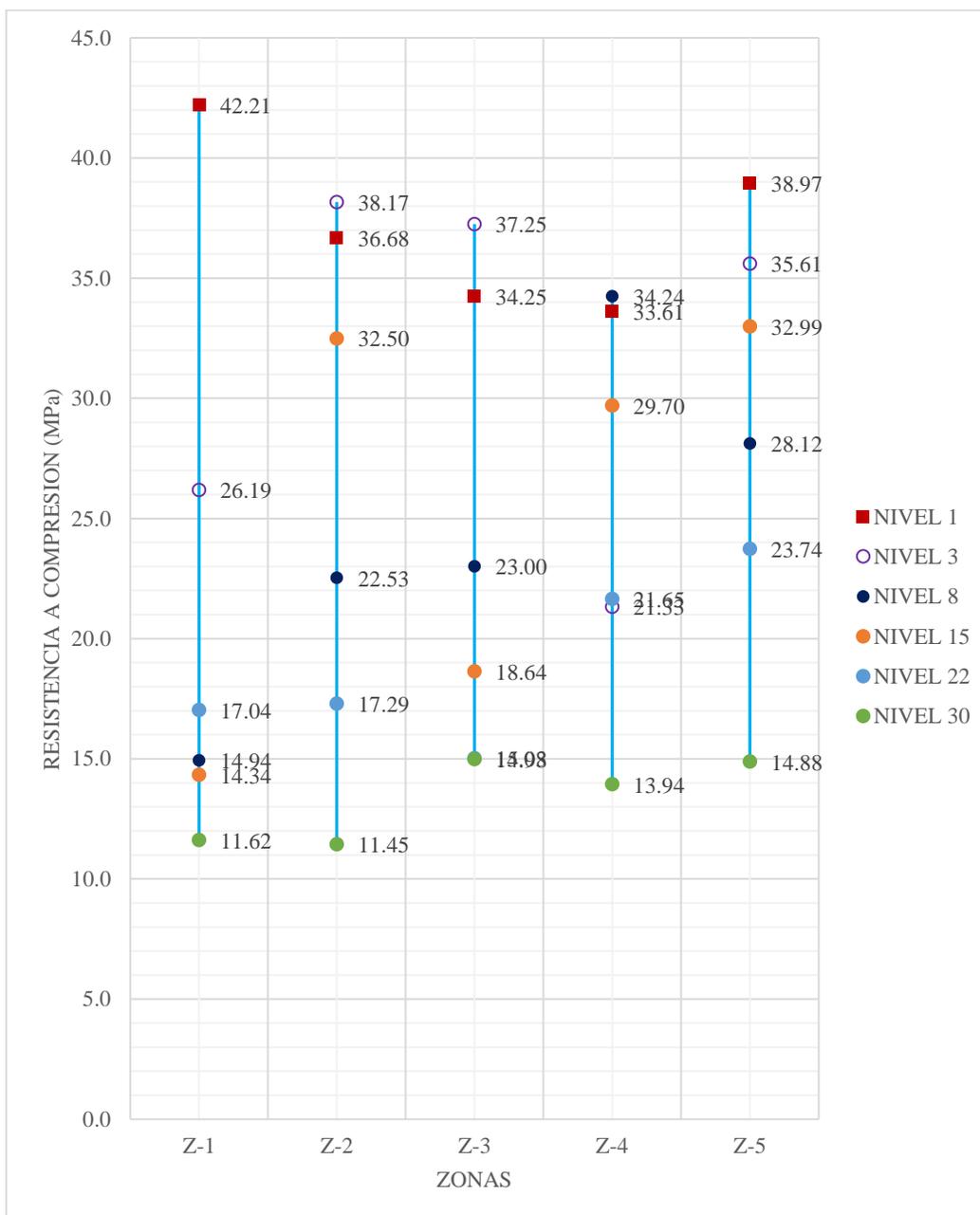
Clasificación de la resistencia a compresión por zonas horno artesanal 1 - quema 3 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017

Zonas	Resistencia a compresión (MPa)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	9,55	Ladrillo III	Ladrillo 21
Zona 2	15,46	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 3	14,14	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 4	17,68	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 5	20,26	Ladrillo V	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 76

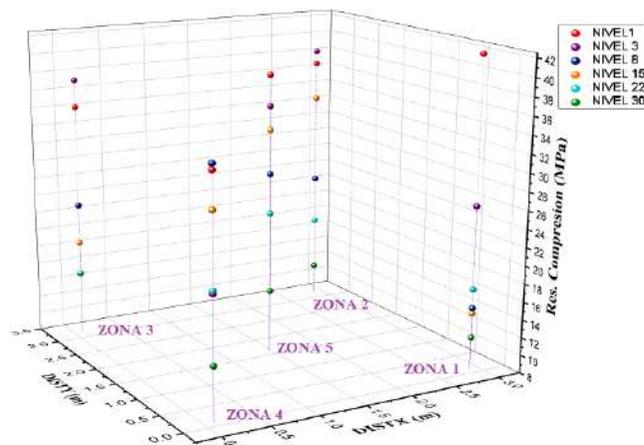
Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el horno artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 77

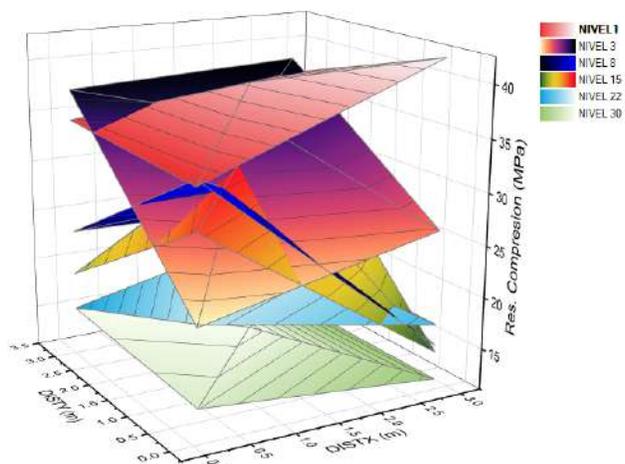
Resistencia a la compresión por zonas horno artesanal 1 – quema 3.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 78

Representación 3D del comportamiento de la compresión en el horno artesanal 1 quema 3 por zonas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

- En los resultados obtenidos en esta prueba de compresión simple del ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24 del Horno Artesanal 2 sin chimeneas y con chimeneas
- Se calculo también su análisis de dispersión como la desviación estándar y el coeficiente de variación especificada según norma NTP E – 070.

Tabla 34

Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el horno artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

Nivel	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Zona (Res. Compresión Máximo)	Zona (Res. Compresión Mínimo)
Nivel 1	33.12	19.46	27.86	5.44	20%	Z-4	Z-3
Nivel 3	35.33	30.76	33.16	1.83	6%	Z-3	Z-1
Nivel 8	36.17	26.18	31.32	4.08	13%	Z-1	Z-5
Nivel 15	32.04	20.55	23.90	4.83	20%	Z-4	Z-3
Nivel 21	20.53	14.67	18.05	2.29	13%	Z-1	Z-3
Nivel 26	15.49	11.70	13.69	1.41	10%	Z-5	Z-3

Nota. Para los niveles presentados se usó 5 ladrillos, Res = Resistencia. Fuente: Elaboración propia

Tabla 35

Grado de dispersión de la Resistencia a compresión calculada por nivel, en el horno artesanal 2 quema 4 con chimeneas.

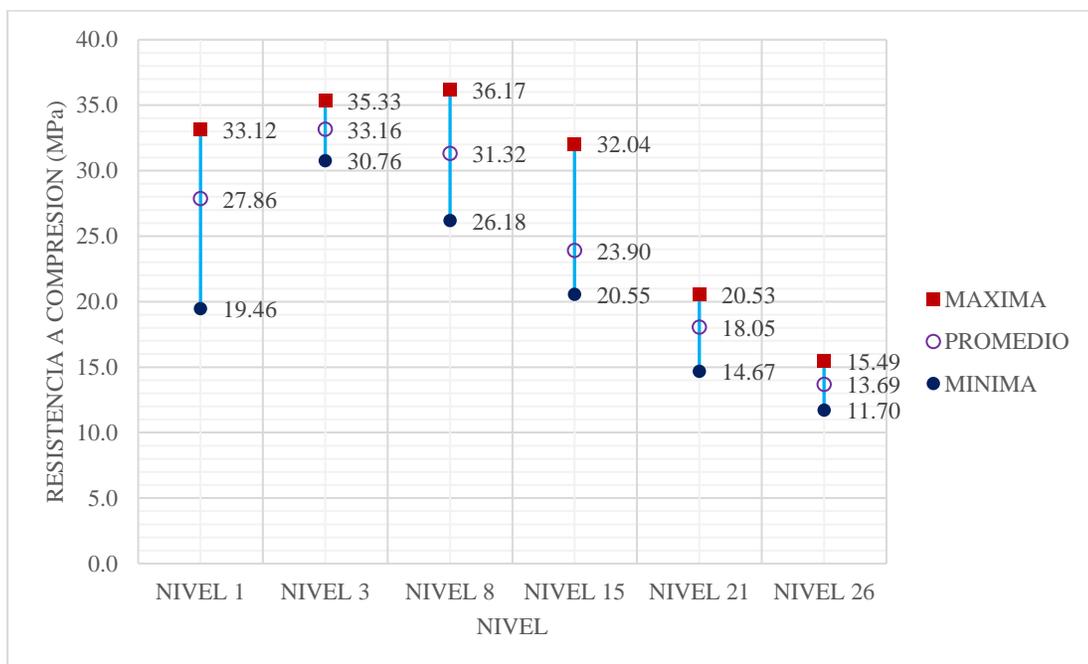
Nivel	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Zona (Res. Compresión Máximo)	Zona (Res. Compresión Mínimo)
Nivel 1	36.23	27.37	31.35	3.88	12%	Z-1	Z-2
Nivel 3	37.39	28.20	33.62	4.56	14%	Z-3	Z-1
Nivel 8	36.54	17.30	26.24	7.97	30%	Z-1	Z-3
Nivel 15	28.32	17.35	22.04	4.59	21%	Z-5	Z-1
Nivel 21	18.08	13.89	15.36	1.90	12%	Z-2	Z-4
Nivel 26	14.08	11.04	12.36	1.15	9%	Z-1	Z-3

Nota. Para los niveles presentados se usó 5 ladrillos, Res = Resistencia. Fuente: Elaboración propia

- Las siguientes gráficas representan la relación de la resistencia a compresión promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el Horno Artesanal 2.

Figura 79

Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el horno artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.

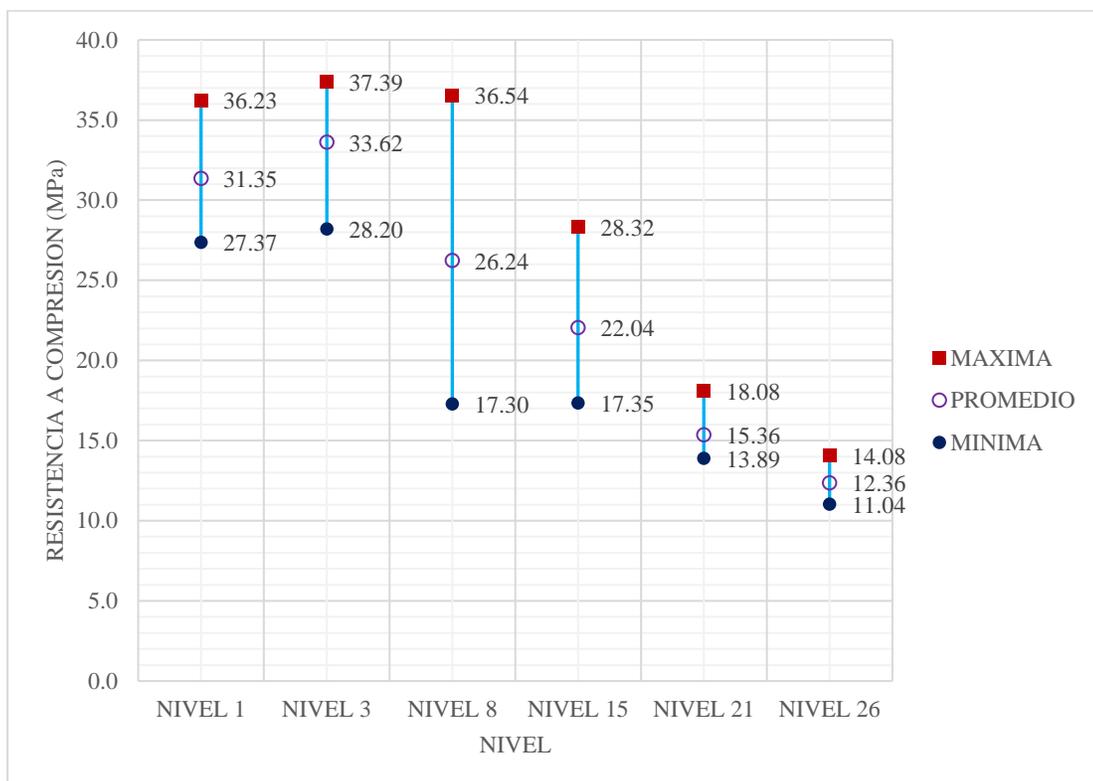


Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por niveles. Fuente: Elaboración propia

- El nivel 3 es más uniforme. En el nivel 30, también es estable, pero tiene una diferencia de temperatura significativamente menor que en el nivel 3. Los valores de quema no se repiten en los otros niveles, lo que significa que la calidad nunca es estándar en una quema

Figura 80

Dispersión de datos de la resistencia a compresión en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por niveles. Fuente: Elaboración propia

- El nivel 21 es más uniforme y el nivel 30, también es estable. Los valores de quema no se repiten en los otros niveles, lo que significa que la calidad nunca es estándar en una quema.
- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de compresión realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 2.

RESISTENCIA A COMPRESION (MPa) = PROMEDIO – DESVIACION ESTANDAR

Tabla 36

Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 sin chimeneas - horno artesanal 2 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE
Nivel 1	22.42	1060.19	Ladrillo V
Nivel 3	31.33	1049.00	Ladrillo V
Nivel 8	27.24	926.60	Ladrillo V
Nivel 15	19.07	846.10	Ladrillo V
Nivel 21	15.76	854.40	Ladrillo IV
Nivel 26	12.27	730.00	Ladrillo III

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

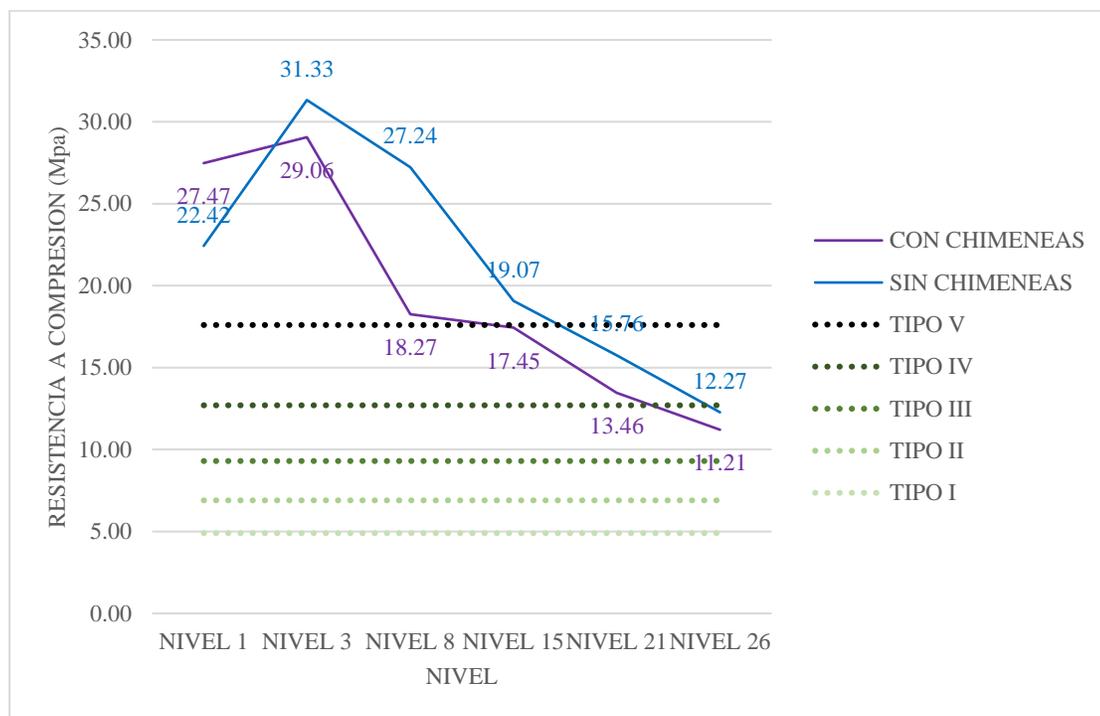
Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 con chimeneas - horno artesanal 2 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE
Nivel 1	27.47	970.70	Ladrillo V
Nivel 3	29.06	957.70	Ladrillo V
Nivel 8	18.27	867.40	Ladrillo V
Nivel 15	17.45	789.00	Ladrillo IV
Nivel 21	13.46	779.70	Ladrillo IV
Nivel 26	11.21	692.90	Ladrillo III

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 81

Clasificación según norma E - 070 para la prueba de resistencia a compresión en el horno artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la tabla 2 (REQUISITOS DE RESISTENCIA) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de compresión para las dos quemas realizadas en el Horno Artesanal 2:

Tabla 38

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.

Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
Nivel 1	27.86	1060.19	Ladrillo 21
Nivel 3	33.16	1049.00	Ladrillo 21
Nivel 8	31.32	926.60	Ladrillo 21
Nivel 15	23.90	846.10	Ladrillo 21
Nivel 21	18.05	854.40	Ladrillo 17
Nivel 26	13.69	730.00	Ladrillo 10

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.

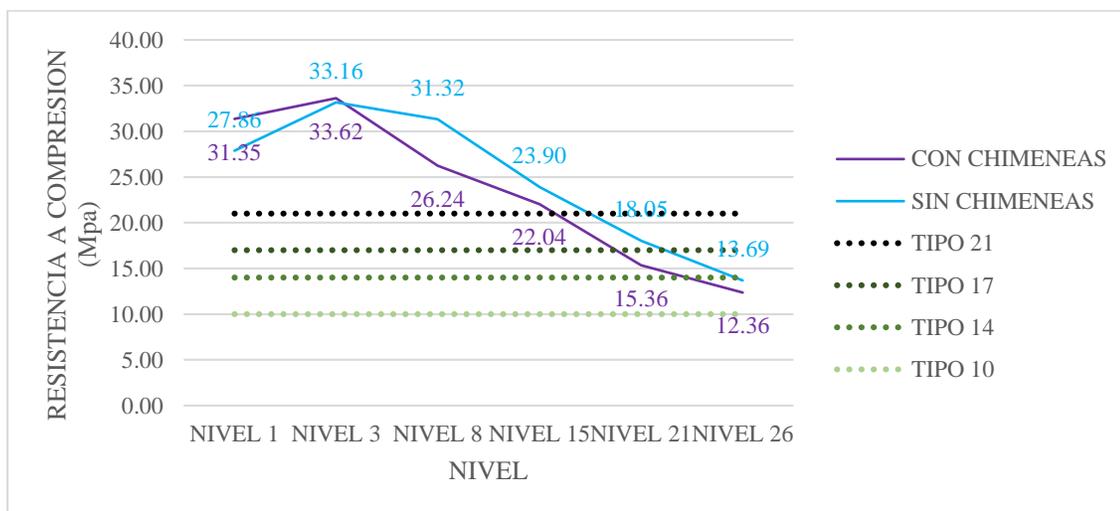
Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
Nivel 1	31.35	970.7	Ladrillo 21
Nivel 3	33.62	957.7	Ladrillo 21
Nivel 8	26.24	867.4	Ladrillo 21
Nivel 15	22.04	789	Ladrillo 21
Nivel 21	15.36	779.7	Ladrillo 17
Nivel 26	12.36	692.9	Ladrillo 14

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 82

Clasificación según la norma NTP - 331.017 en las dos quemas (con chimeneas y sin chimeneas)

- Horno Artesanal 2 de la Resistencia a compresión.



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- El análisis por zonas de la compresión para el horno artesanal 2

Tabla 40

Grado de dispersión por zonas - resistencia a la compresión horno artesanal 2 - quema 2.

Zonas	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ COMPRESION
Zona 1	36,17	13,58	25,72	8,64	34%	22,59
Zona 2	32,97	13,22	24,08	7,36	31%	19,75
Zona 3	35,33	11,70	22,74	10,04	44%	23,63
Zona 4	33,12	14,43	26,52	8,14	31%	18,69
Zona 5	34,57	15,49	24,25	7,01	29%	19,08

Nota. Δ Compresión: es rango por nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41

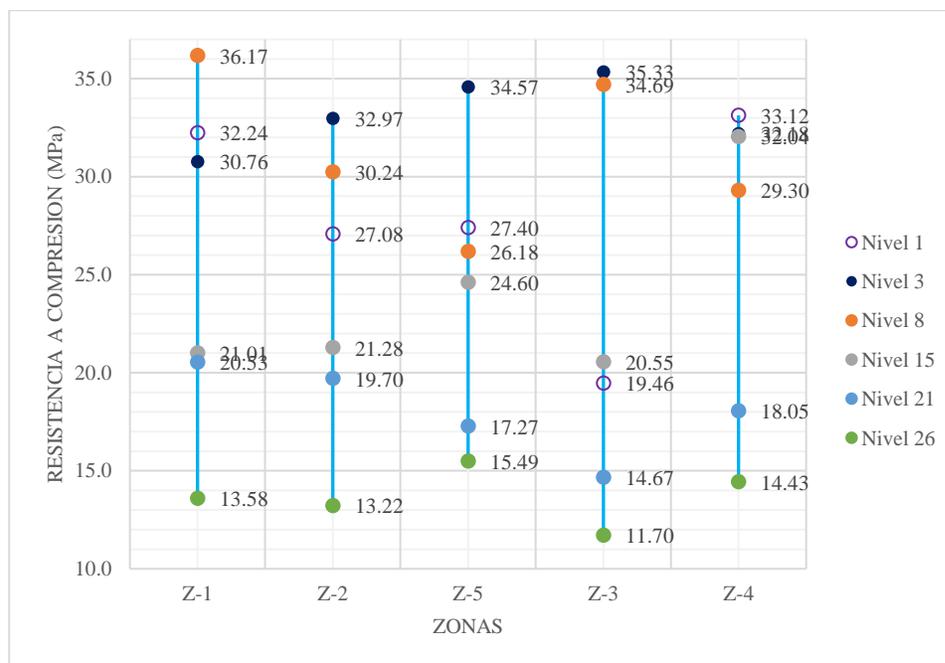
Clasificación de la resistencia a compresión por zonas horno artesanal 2 - quema 2 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017

Zonas	Resistencia a compresión (MPa)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	17,07	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 2	16,72	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 3	12,70	Ladrillo III	Ladrillo 21
Zona 4	18,38	Ladrillo V	Ladrillo 21
Zona 5	17,24	Ladrillo IV	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 83

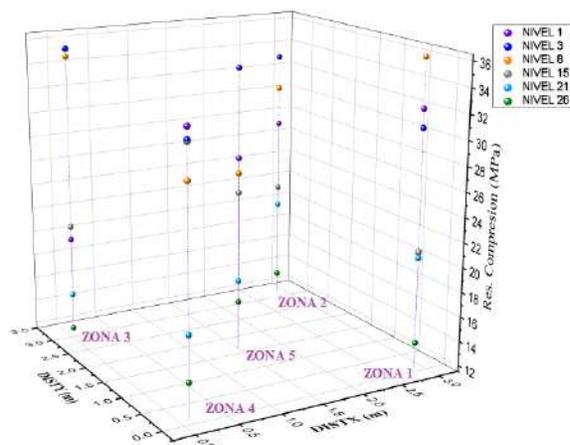
Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el horno artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 84

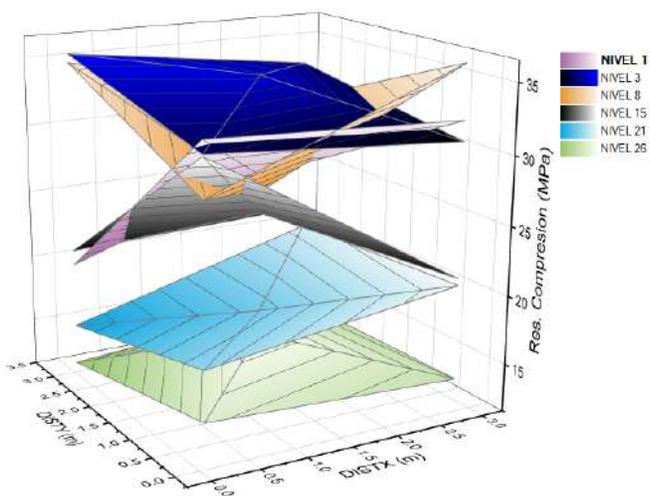
Resistencia a la compresión por zonas Horno artesanal 2 – quema 2.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 85

Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 2 quema 2 por zonas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Clasificación por zonas - resistencia a la compresión Horno artesanal 2 - Quema 4.

Zonas	Máxima (MPa)	Mínima (MPa)	Promedio (MPa)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Compresión
Zona 1	36,54	14,08	24,84	10,17	41%	22,46
Zona 2	37,12	11,65	24,33	9,36	38%	25,47
Zona 3	37,39	11,04	23,21	10,86	47%	26,36
Zona 4	36,27	12,37	21,49	9,04	42%	23,90
Zona 5	31,31	12,66	23,62	8,13	34%	18,65

Nota. Δ Compresión: es rango por nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

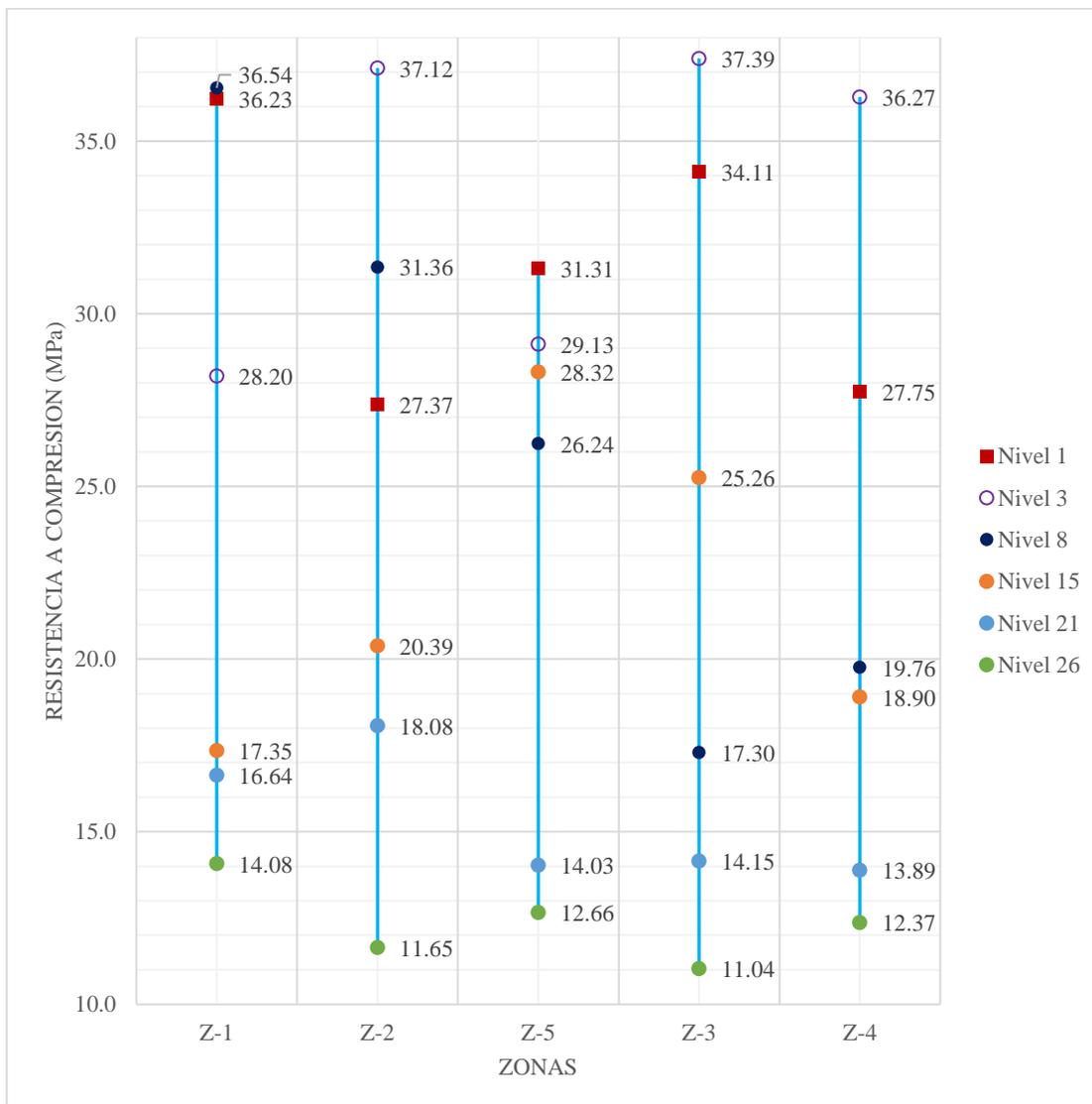
Clasificación de la resistencia a compresión por zonas Horno artesanal 2 - quema 4 según las normas NTP E-070 y NTP 331.017

Zonas	Resistencia a compresión (MPa)	NTP E-070	NTP 331.017
Zona 1	14,67	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 2	14,97	Ladrillo IV	Ladrillo 21
Zona 3	12,35	Ladrillo III	Ladrillo 21
Zona 4	12,45	Ladrillo III	Ladrillo 21
Zona 5	15,49	Ladrillo IV	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 86

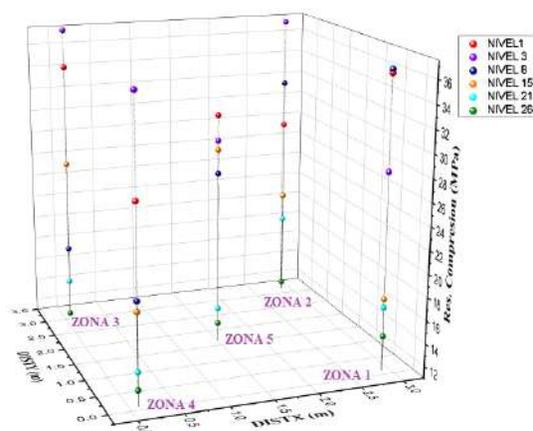
Dispersión de datos de la resistencia a compresión por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 87

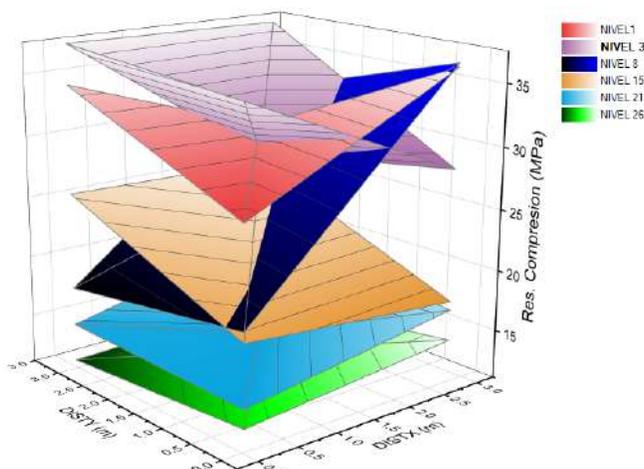
Resistencia a la compresión por zonas Horno artesanal 2 – quema 4.



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 88

Representación 3D del comportamiento de la compresión en el Horno artesanal 2 quema 4 por zonas



Nota. Comportamiento de la resistencia a compresión representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 Prueba de Absorción

Se determino la absorción del ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24 del Horno Artesanal 1 sin chimeneas y con chimeneas (la absorción (PROMERDIO) que se muestra en el siguiente cuadro es el promedio de 5 muestras por cada nivel) se utilizó para graficar la relación entre la absorción promedio por nivel y la absorción máxima y mínima alcanzada en cada nivel; su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070:

- ✚ **Máximo (%):** la absorción máxima alcanzada por nivel
- ✚ **Mínimo (%):** absorción mínima alcanzada por nivel
- ✚ **Promedio (%):** absorción promedio alcanzada por nivel
- ✚ **Desviación estándar:** desviación estándar calculada por nivel
- ✚ **Coefficiente de variación:** coeficiente de variación establecida por la norma NTP E - 070

Tabla 44

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).

Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	14.87%	13.37%	14.01%	0.60%	4.3%
Nivel 3	14.85%	12.86%	13.59%	0.82%	6.0%
Nivel 8	14.32%	12.48%	13.30%	0.72%	5.4%
Nivel 15	15.41%	13.63%	14.31%	0.68%	4.7%
Nivel 22	15.26%	14.06%	14.41%	0.50%	3.4%
Nivel 30	14.77%	13.22%	13.79%	0.59%	4.3%

Nota. Para cada nivel se usó 5 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 45

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 (con chimeneas).

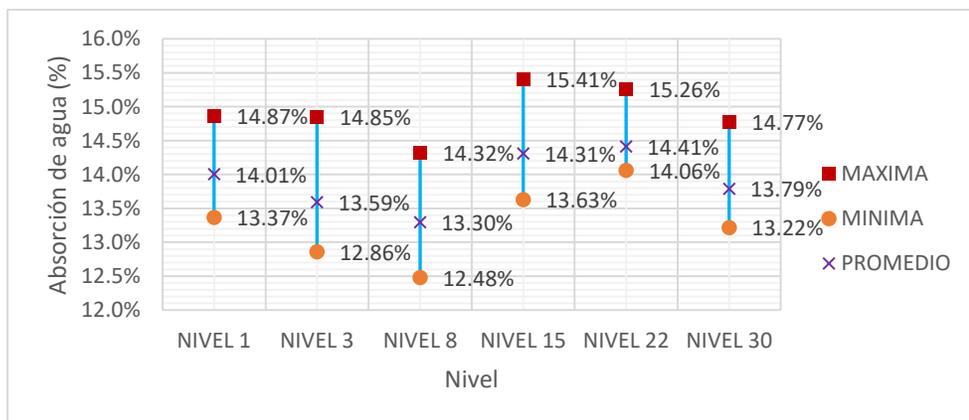
Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	13.89%	12.97%	13.53%	0.35%	2.6%
Nivel 3	14.26%	12.75%	13.74%	0.61%	4.4%
Nivel 8	15.21%	12.93%	14.05%	0.81%	5.8%
Nivel 15	14.83%	13.01%	14.07%	0.73%	5.2%
Nivel 22	15.01%	13.52%	14.11%	0.62%	4.4%
Nivel 30	13.99%	12.35%	13.44%	0.74%	5.5%

Nota. Para cada nivel se usó 5 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- La siguientes graficas representan la relación del porcentaje de absorción promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el Horno Artesanal 1.

Figura 89

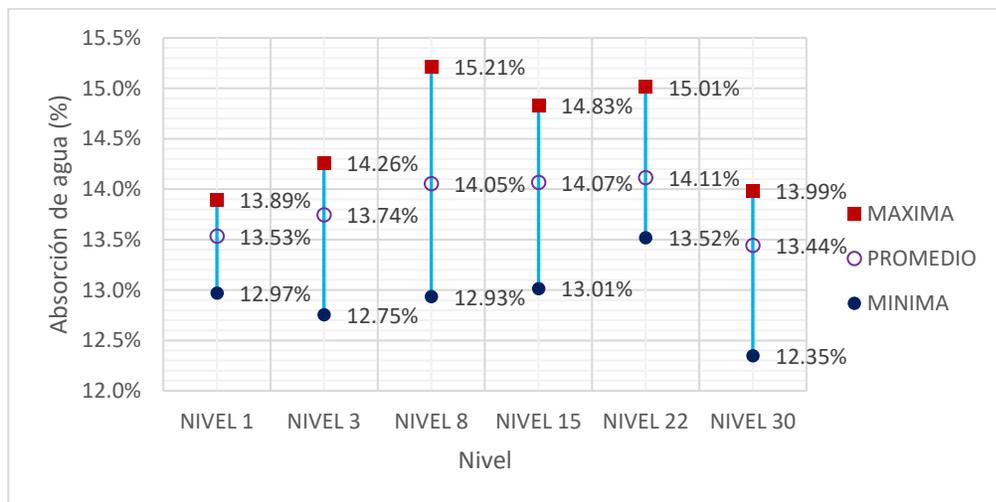
Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 (sin chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 90

Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 22 % de absorción de agua, verificamos los resultados obtenidos de la prueba de absorción realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 1; con chimeneas en la quema 1 y sin chimeneas en la quema 3.
- La norma NTP 331.017 en la tabla 3 (REQUISITOS COMPLEMENTARIOS) clasifica los resultados obtenidos para la prueba de absorción para las dos quemas realizadas en el Horno Artesanal 1, con chimeneas en la quema 1 y sin chimeneas en la quema 3.

Tabla 46

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 1 (sin chimeneas).

Nivel	Absorción			
	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	14.01%	1040	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 3	13.59%	948	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 8	13.30%	1000	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 15	14.31%	914	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 22	14.41%	822	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 30	13.79%	729	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47

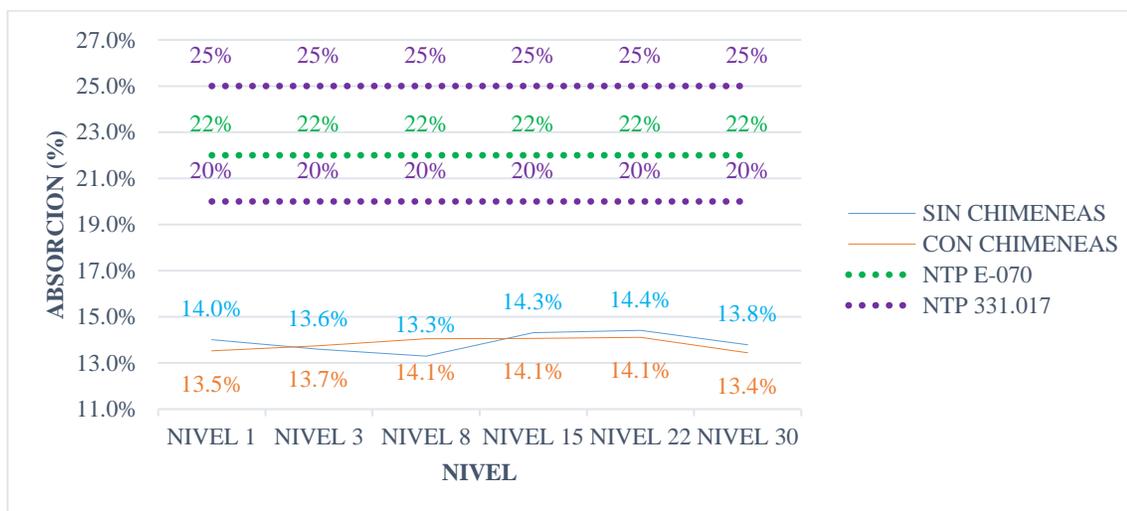
Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el horno artesanal 1 en la quema 3 (con chimeneas).

Nivel	Absorción			
	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070	NTP 331.017
Nivel 1	13.53%	954	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 3	13.74%	927	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 8	14.05%	870	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 15	14.07%	862	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 22	14.11%	754	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 30	13.44%	687	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 91

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación de la propiedad de absorción en el horno 1 por zonas

Tabla 48

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Zona 1	14,87%	12,48%	13,77%	0,78%	5,7%
Zona 2	14,20%	12,86%	13,59%	0,48%	3,5%
Zona 3	15,41%	12,77%	13,99%	1,12%	8,0%
Zona 4	14,46%	13,22%	13,84%	0,51%	3,7%
Zona 5	14,85%	13,38%	14,31%	0,54%	3,8%

Nota. Para los niveles presentados se usó 6 ladrillos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49

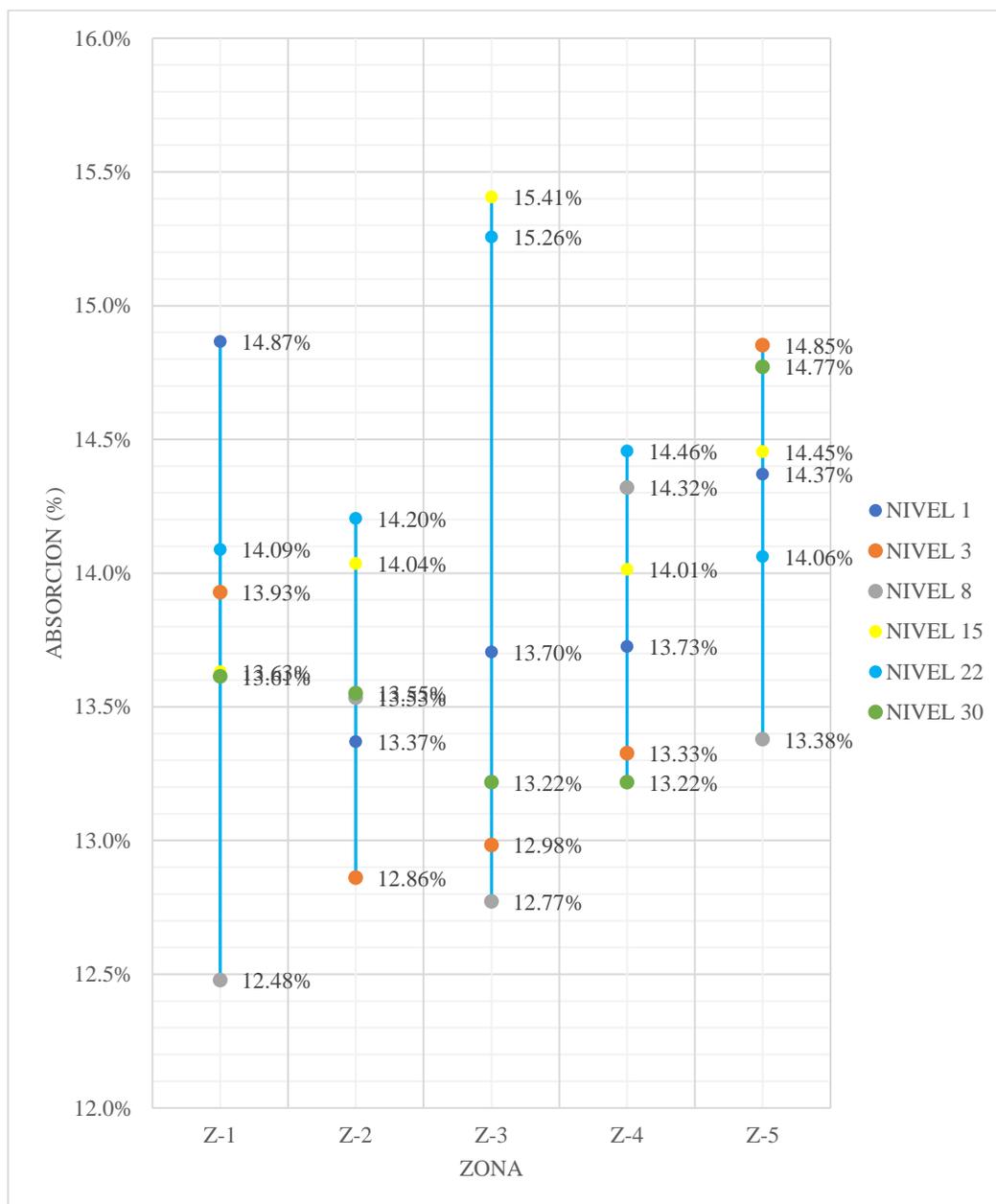
Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 1 (sin chimeneas).

Zona	Absorción promedio (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	13,77%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 2	13,59%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 3	13,99%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 4	13,84%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 5	14,31%	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 92

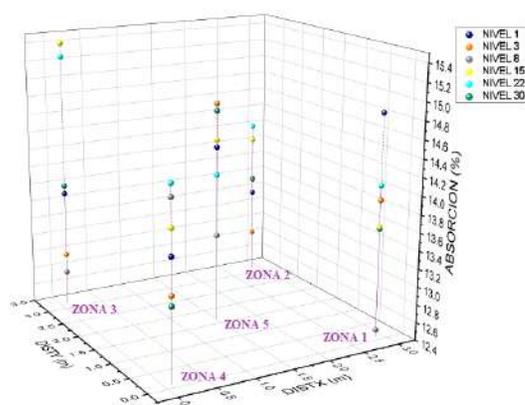
Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 93

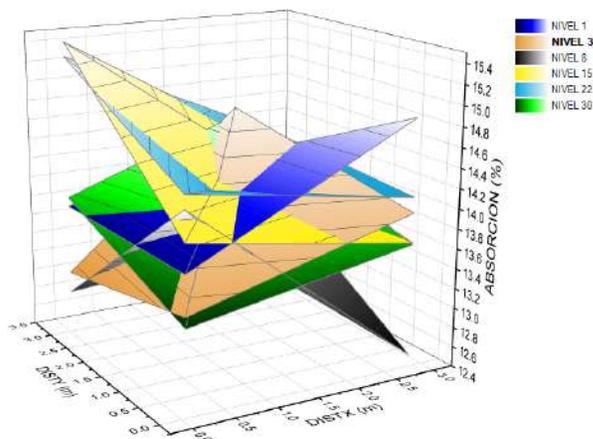
Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el horno 1 quema 1 en 3D



Nota. Comportamiento de porcentaje de absorción en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 94

Representación del comportamiento del porcentaje de absorción en planos de cada nivele en el horno 1 quema 1.



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 (sin chimeneas).

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Zona 1	14,19%	13,00%	13,73%	0,47%	3,4%
Zona 2	13,99%	13,79%	13,90%	0,08%	0,6%
Zona 3	14,83%	12,35%	13,68%	0,91%	6,6%
Zona 4	15,21%	12,75%	14,19%	0,94%	6,6%
Zona 5	14,44%	12,93%	13,62%	0,57%	4,2%

Nota. Para los niveles presentados se usó 6 ladrillos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51

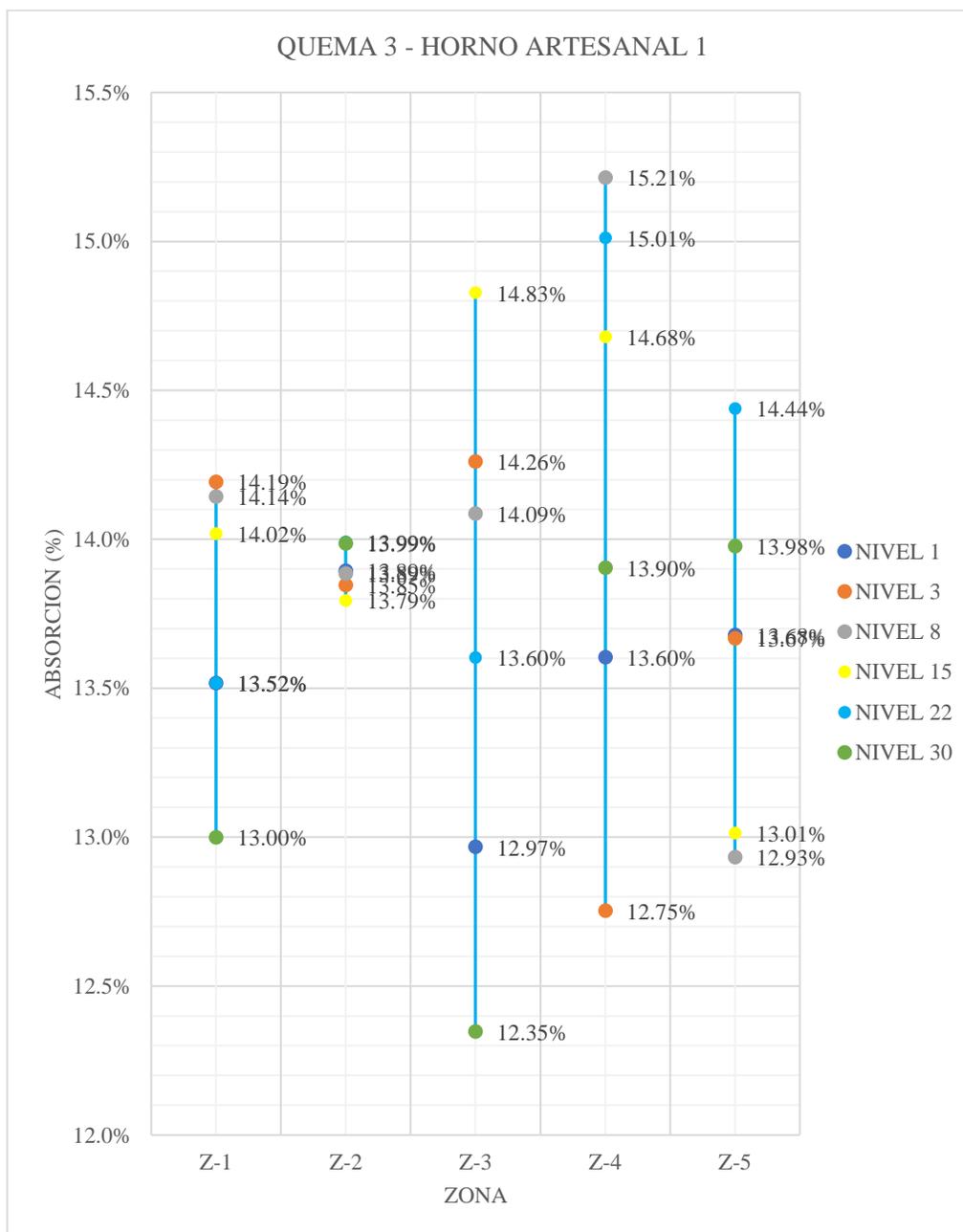
Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 1 en la quema 3 (sin chimeneas).

Zona	Absorción promedio (%)	NTP E-070	NTP 331.017
Zona 1	13,73%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 2	13,90%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 3	13,68%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 4	14,19%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 5	13,62%	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 95

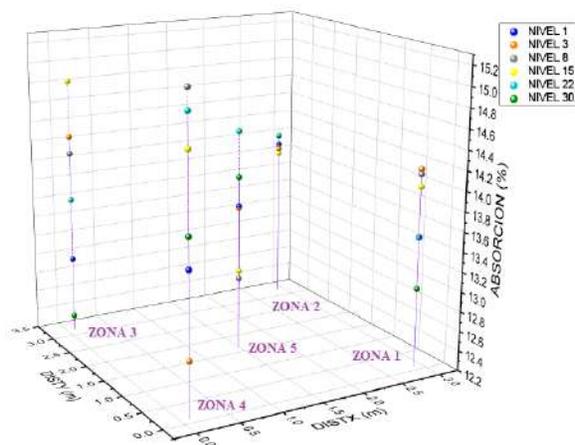
Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 96

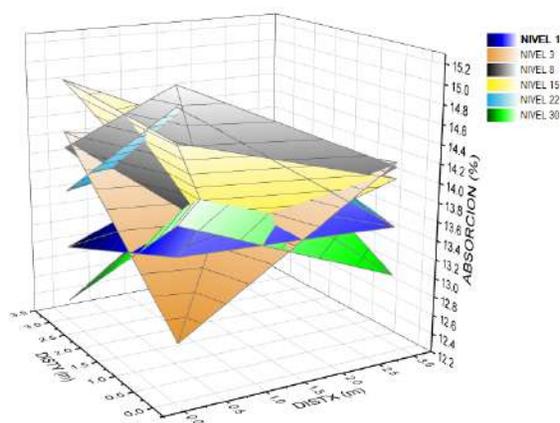
Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de absorción en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 97

Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

- Se determino la absorción del ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24 del Horno Artesanal 2 sin chimeneas y con chimeneas (la absorción (**Promedio**) que se muestra en el siguiente cuadro es el promedio de 5 muestras por cada nivel) se utilizó para graficar la relación entre la absorción promedio por nivel y la absorción máxima y mínima alcanzada en cada nivel, su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070.

Tabla 52

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).

Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	13.65%	13.05%	13.37%	0.24%	1.8%
Nivel 3	13.77%	13.03%	13.44%	0.28%	2.1%
Nivel 8	13.91%	12.87%	13.55%	0.40%	3.0%
Nivel 15	14.39%	13.15%	13.91%	0.46%	3.3%
Nivel 21	14.15%	13.14%	13.68%	0.36%	2.7%
Nivel 26	13.25%	12.60%	12.92%	0.23%	1.8%

Nota. Para cada nivel se usó 5 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 53

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).

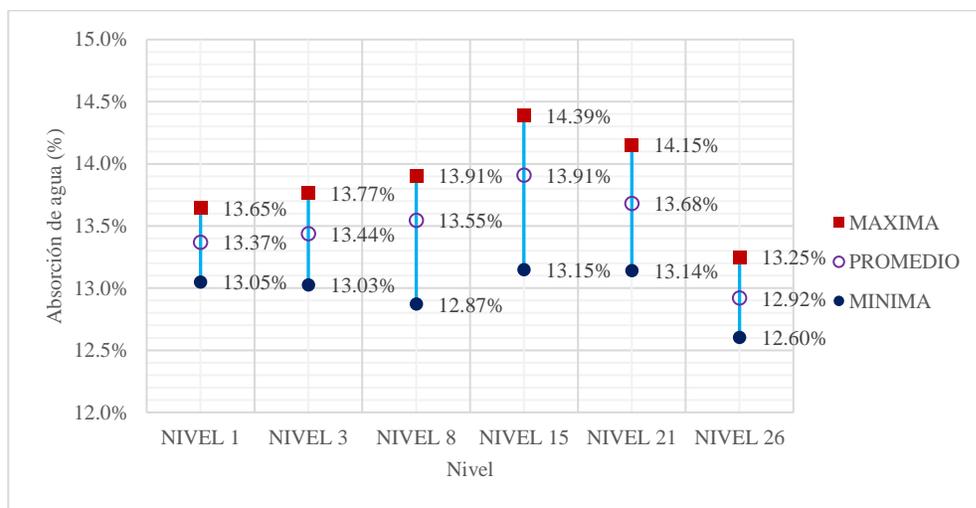
Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	13.88%	12.70%	13.27%	0.45%	3.4%
Nivel 3	13.61%	13.18%	13.40%	0.17%	1.3%
Nivel 8	14.35%	13.24%	13.75%	0.43%	3.1%
Nivel 15	14.60%	13.79%	14.09%	0.31%	2.2%
Nivel 21	14.56%	12.66%	13.95%	0.76%	5.4%
Nivel 26	13.87%	11.28%	13.01%	1.00%	7.7%

Nota. Para cada nivel se usó 5 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- Las siguientes gráficas representan la relación del porcentaje de absorción promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el Horno Artesanal 2.

Figura 98

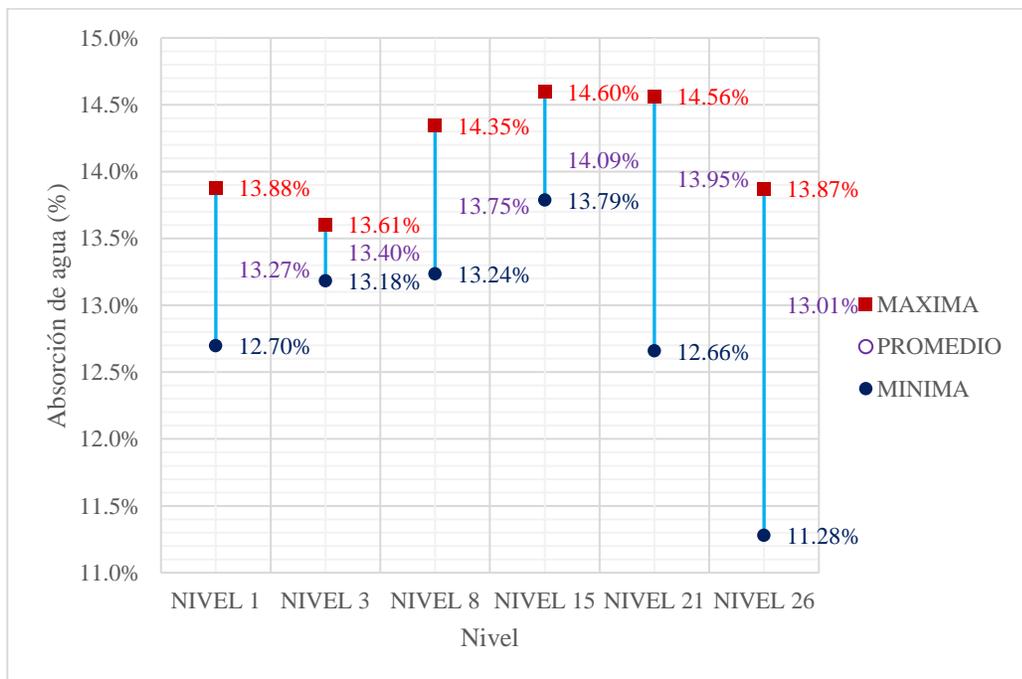
Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (sin chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 99

Dispersión de datos del porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 22 % de absorción de agua, verificamos los resultados obtenidos de la prueba de absorción realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 2.
- La norma NTP 331.017 en la tabla 3 (REQUISITOS COMPLEMENTARIOS) clasifica los resultados obtenidos para la prueba de absorción para las dos quemas realizadas en el Horno Artesanal 2.

Tabla 54

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 2 (sin chimeneas).

Nivel	Absorción			
	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	13.37%	1060	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 3	13.44%	1049	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 8	13.55%	927	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 15	13.91%	846	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 21	13.68%	854	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 26	12.92%	730	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 4 (con chimeneas).

Nivel	Absorción			
	Absorción promedio (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070	NTP 331.017
Nivel 1	13.27%	971	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 3	13.40%	958	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 8	13.75%	867	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 15	14.09%	789	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 21	13.95%	780	CUMPLE	Ladrillo 21
Nivel 26	13.01%	693	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 100

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación de la propiedad de absorción en el horno 2 por zonas

Tabla 56

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Zona 1	14,15%	12,91%	13,64%	0,45%	3,3%
Zona 2	13,91%	13,25%	13,68%	0,24%	1,8%
Zona 3	14,39%	12,86%	13,46%	0,53%	3,9%
Zona 4	13,77%	12,60%	13,31%	0,42%	3,1%
Zona 5	14,11%	12,87%	13,30%	0,50%	3,8%

Nota. Para los niveles presentados se usó 6 ladrillos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

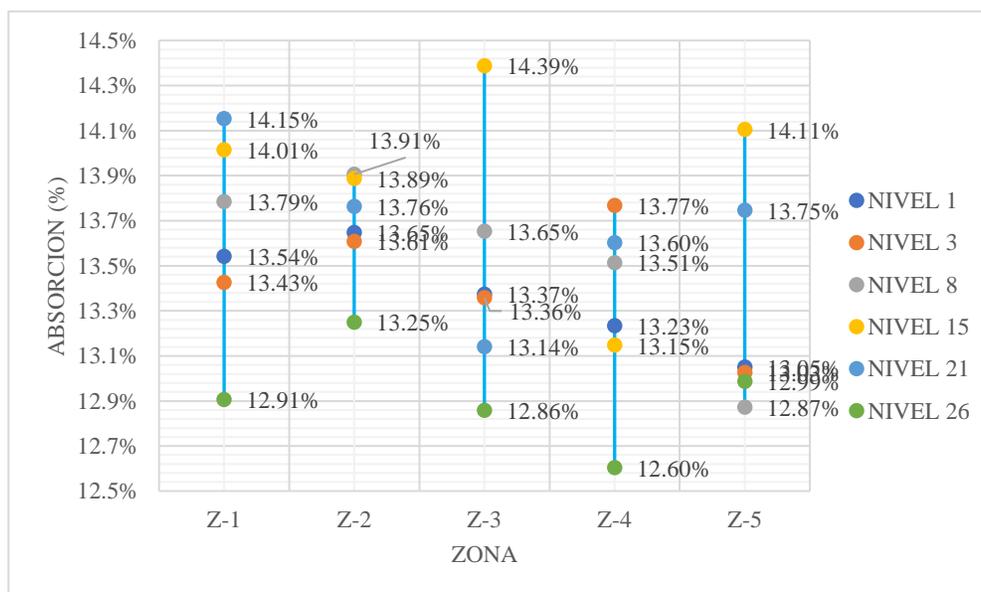
Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 2 (sin chimeneas).

Zona	Absorción promedio (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	13,64%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 2	13,68%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 3	13,46%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 4	13,31%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 5	13,30%	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 101

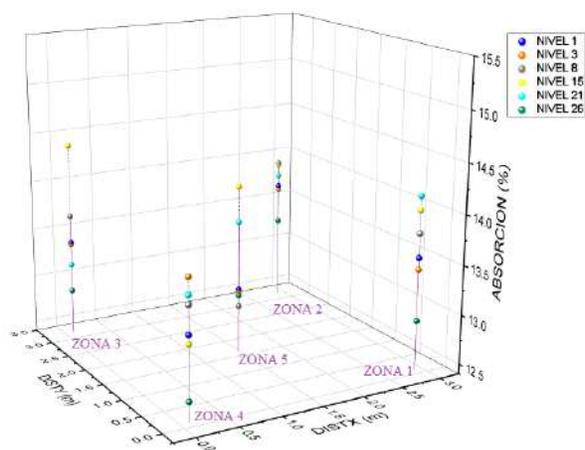
Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 102

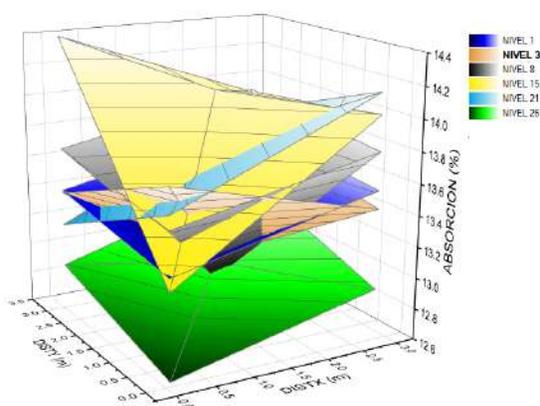
Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de absorción en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 103

Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivele en el horno 2 quema 2.



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58

Grado de dispersión de porcentaje de absorción calculada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Zona 1	14,42%	13,16%	13,62%	0,45%	3,3%
Zona 2	14,56%	12,70%	13,62%	0,67%	4,9%
Zona 3	14,60%	13,33%	13,91%	0,50%	3,6%
Zona 4	14,11%	13,35%	13,85%	0,28%	2,0%
Zona 5	13,97%	11,28%	12,90%	0,90%	7,0%

Nota. Para los niveles presentados se usó 6 ladrillos. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59

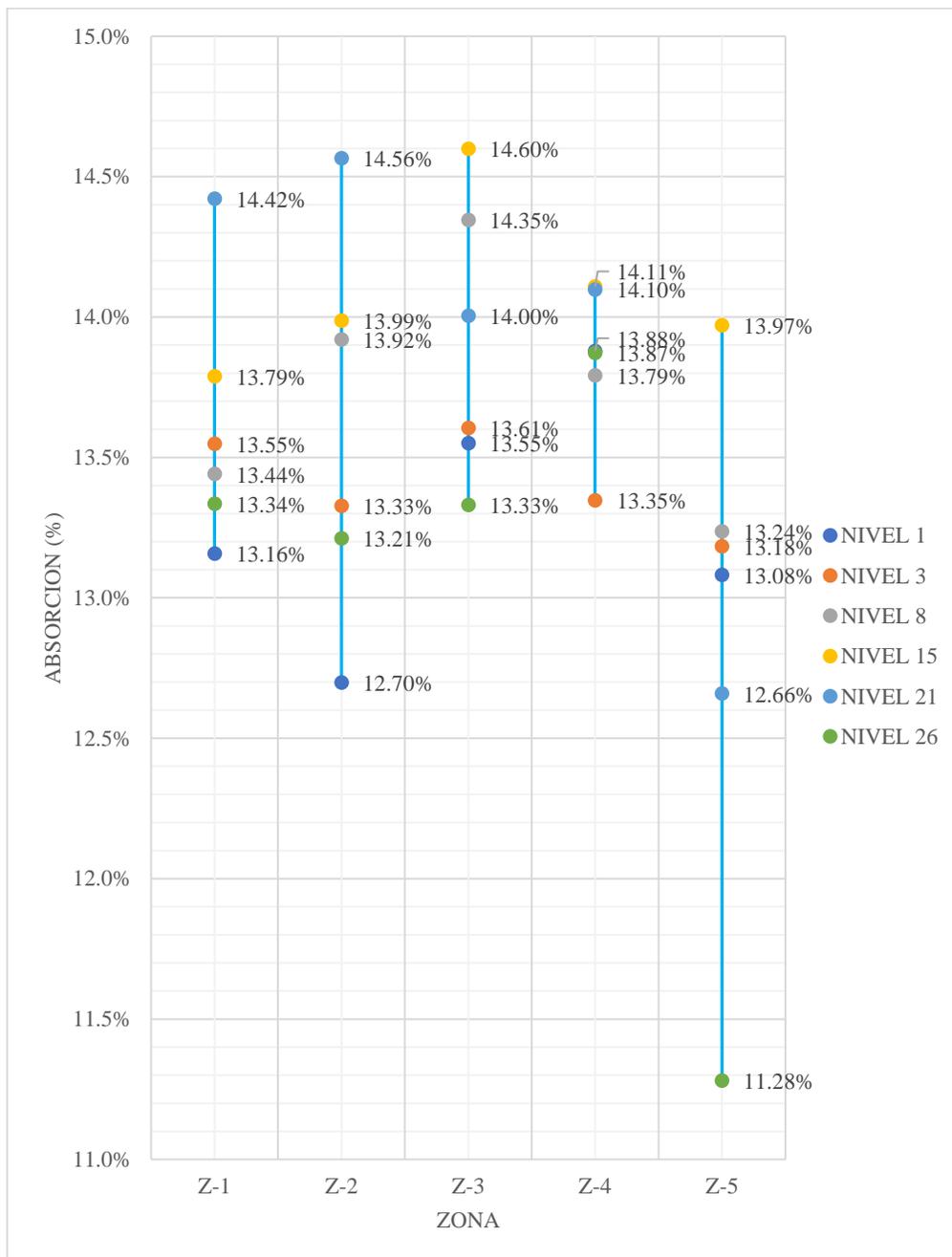
Clasificación por zonas según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de absorción en el Horno Artesanal 2 en la quema 4 (sin chimeneas).

Zona	Absorción promedio (%)	NTP E-070	NTP 331.017
Zona 1	13,62%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 2	13,62%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 3	13,91%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 4	13,85%	CUMPLE	Ladrillo 21
Zona 5	12,90%	CUMPLE	Ladrillo 21

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 104

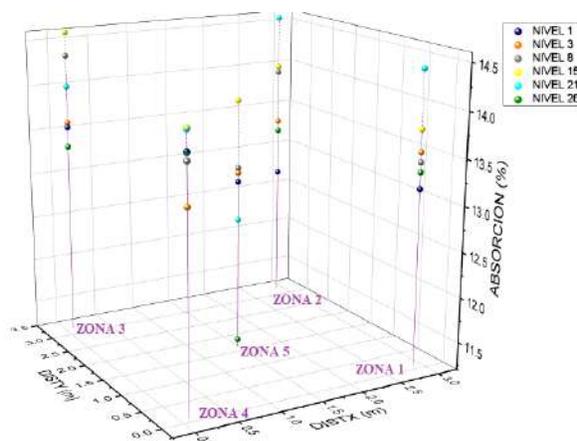
Dispersión de datos del porcentaje de absorción por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 105

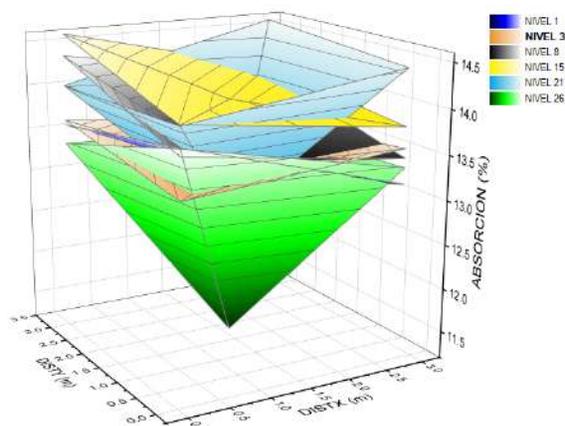
Representación de la dispersión de la prueba de absorción por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de absorción en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 106

Representación del comportamiento de la absorción en planos de cada nivel en el horno 2 quema 4.



Nota. Comportamiento del porcentaje de absorción representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Determinación de Alabeo.

- Los resultados de la prueba de alabeo del ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24 del horno artesanal 1 sin chimeneas y con chimeneas (el alabeo (**Promedio (mm)**) que se muestra en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel) se utilizó para graficar la relación entre el promedio del alabeo, alabeo máximo y alabeo mínimo en cada nivel, su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070:

✚ **Máxima (mm):** alabeo máximo alcanzada por nivel.

✚ **Mínima (mm):** alabeo mínimo alcanzada por nivel.

✚ **Promedio (mm):** alabeo promedio alcanzada por nivel.

✚ **Desviación estándar:** desviación estándar calculada por nivel.

✚ **Coefficiente de variación:** coeficiente de variación establecida por la norma NTP E – 070.

Tabla 60

Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el horno artesanal 1 quema 1 (sin chimeneas).

Nivel	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	0.40	0.10	0.26	0.10	37%
Nivel 3	0.50	0.10	0.31	0.12	38%
Nivel 8	0.45	0.10	0.29	0.09	32%
Nivel 15	0.55	0.15	0.37	0.13	35%
Nivel 22	0.45	0.15	0.33	0.09	29%
Nivel 30	0.45	0.20	0.29	0.09	30%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 61

Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el horno artesanal 1 quema 3 (con chimeneas).

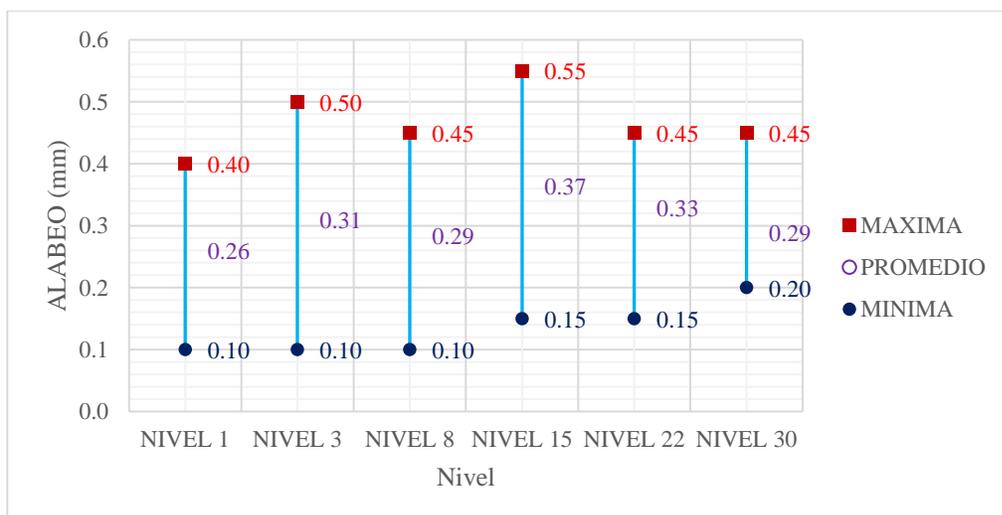
Nivel	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	0.70	0.20	0.43	0.15	34%
Nivel 3	0.55	0.20	0.32	0.11	35%
Nivel 8	0.25	0.10	0.17	0.06	35%
Nivel 15	0.20	0.10	0.15	0.05	34%
Nivel 22	0.35	0.10	0.23	0.08	37%
Nivel 30	0.40	0.10	0.25	0.10	39%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- Las siguientes gráficas representan la relación del alabeo promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el horno artesanal 1.

Figura 107

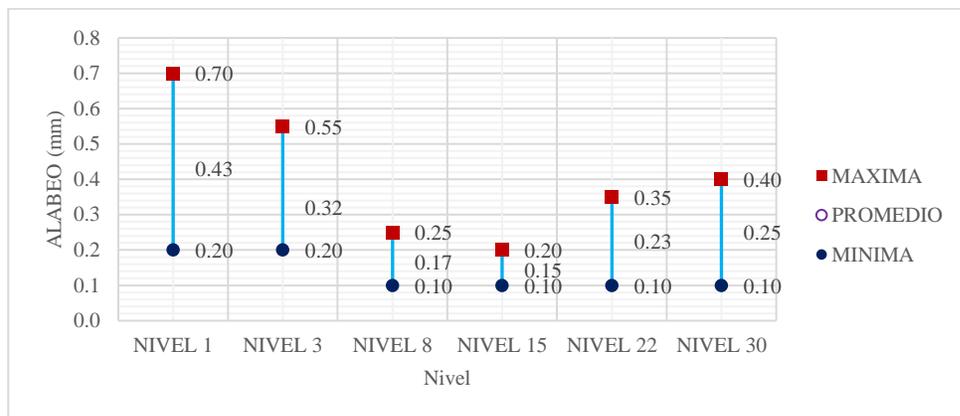
Dispersión de datos del alabeo en el horno artesanal 1 realizada en la quema 1 (sin chimeneas).



Nota. Comportamiento del alabeo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 108

Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del alabeo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de alabeo realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 2.

Tabla 62

Clasificación según la norma NTP E-070 en la quema 1 (sin chimeneas) - Horno Artesanal 1 del alabeo.

Nivel	Alabeo		NTP E-070 del RNE
	Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	0.26	1039.82	Ladrillo V
Nivel 3	0.31	948.4	Ladrillo V
Nivel 8	0.285	1000	Ladrillo V
Nivel 15	0.365	913.5	Ladrillo V
Nivel 22	0.33	821.9	Ladrillo V
Nivel 30	0.29	729.11	Ladrillo V

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63

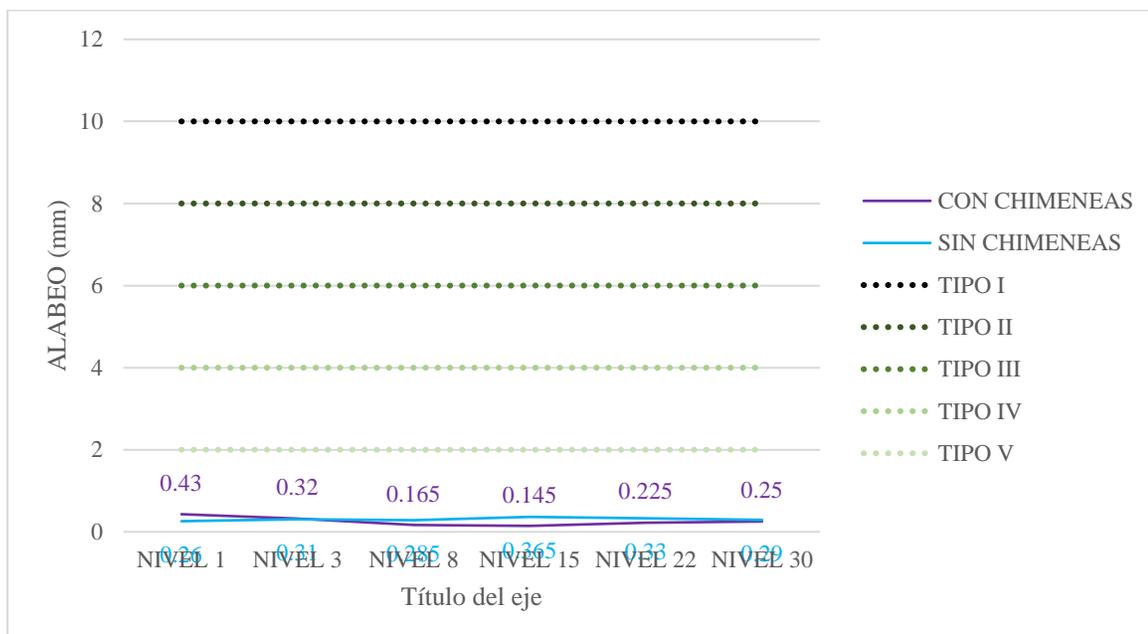
Clasificación según la norma NTP E-070 en la quema 3 (con chimeneas) - Horno Artesanal 1 del alabeo.

Nivel	Alabeo		NTP E-070 del RNE
	Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	0.43	954.2	Ladrillo V
Nivel 3	0.32	926.8	Ladrillo V
Nivel 8	0.165	869.9	Ladrillo V
Nivel 15	0.145	861.6	Ladrillo V
Nivel 22	0.225	753.5	Ladrillo V
Nivel 30	0.25	686.5	Ladrillo V

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 109

Clasificación según norma E - 070 para la prueba de alabeo en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Los resultados de la prueba de alabeo del ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24 del Horno Artesanal 2 sin chimeneas y con chimeneas (el alabeo (**Promedio (mm)**) que se muestra en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel); se utilizó para graficar la relación entre el promedio del alabeo, alabeo máximo y alabeo mínimo en cada nivel, su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070:

Tabla 64

Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 (sin chimeneas).

Nivel	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	0.75	0.30	0.52	0.16	31%
Nivel 3	0.70	0.20	0.40	0.16	39%
Nivel 8	0.90	0.25	0.57	0.22	40%
Nivel 15	0.75	0.25	0.51	0.16	32%
Nivel 21	0.90	0.20	0.54	0.19	35%
Nivel 26	0.60	0.20	0.39	0.14	36%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 65

Grado de dispersión del alabeo calculada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 (con chimeneas).

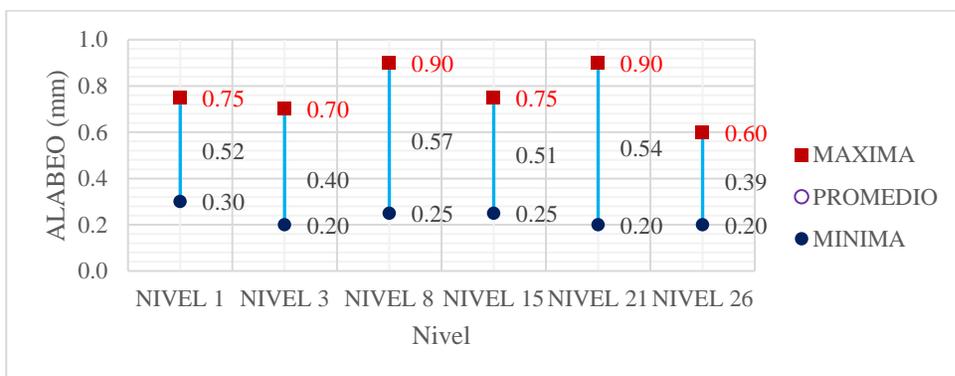
Nivel	Máximo (mm)	Mínimo (mm)	Promedio (mm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	0.90	0.30	0.54	0.21	39%
Nivel 3	0.90	0.35	0.62	0.20	33%
Nivel 8	0.80	0.30	0.58	0.19	33%
Nivel 15	1.10	0.30	0.69	0.25	36%
Nivel 21	0.80	0.25	0.51	0.17	34%
Nivel 26	1.30	0.50	0.88	0.24	27%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- Las siguientes graficas representan la relación del alabeo promedio, máximo y mínimo determinada en cada nivel en el Horno Artesanal 2.

Figura 110

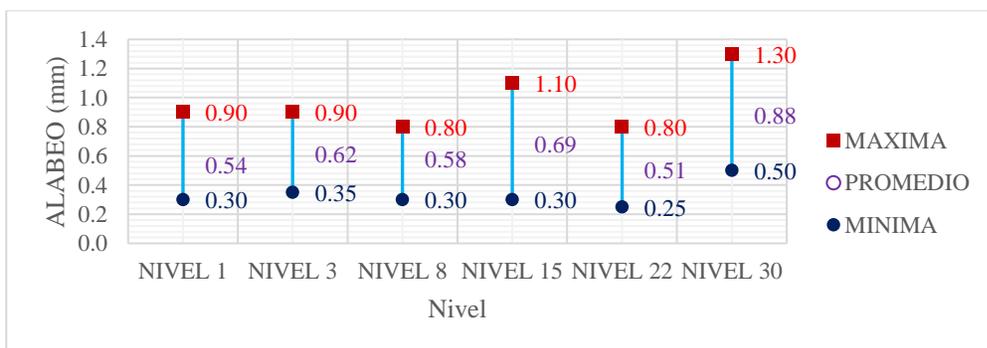
Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 (sin chimeneas).



Nota. Comportamiento del alabeo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 111

Dispersión de datos del alabeo en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 (con chimeneas).



Nota. Comportamiento del alabeo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de alabeo realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 2.

Tabla 66

Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 (sin chimeneas) - Horno Artesanal 2 del alabeo.

Nivel	Alabeo		NTP E-070 del RNE
	Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	0.52	1060.19	Ladrillo V
Nivel 3	0.395	1049	Ladrillo V
Nivel 8	0.565	926.6	Ladrillo V
Nivel 15	0.505	846.1	Ladrillo V
Nivel 21	0.535	854.4	Ladrillo V
Nivel 26	0.39	730	Ladrillo V

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67

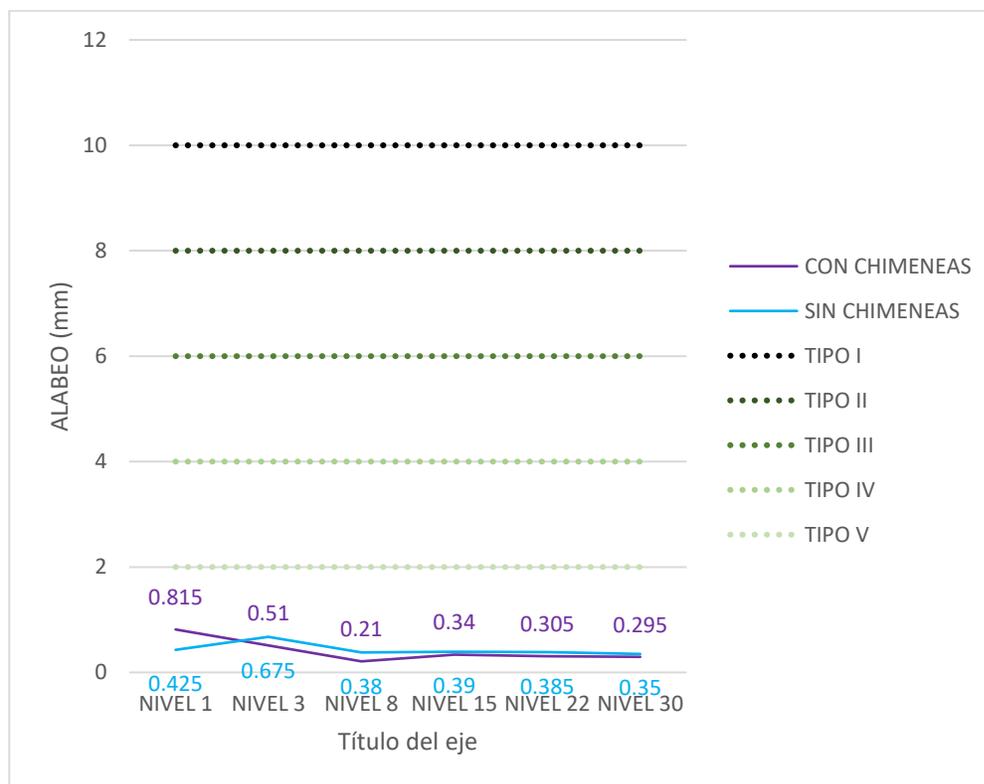
Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 (con chimeneas) - Horno Artesanal 2 del alabeo.

Nivel	Alabeo		NTP E-070 del RNE
	Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	0.54	970.7	Ladrillo V
Nivel 3	0.615	957.7	Ladrillo V
Nivel 8	0.58	867.4	Ladrillo V
Nivel 15	0.685	789	Ladrillo V
Nivel 21	0.51	779.7	Ladrillo V
Nivel 26	0.88	692.9	Ladrillo V

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 112

Clasificación según norma E - 070 para la prueba de alabeo en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 no establece ningún límite al alabeo para una muestra.

5.2.4 Determinación de la Variación Dimensional

- Los resultados de la prueba de variación dimensional del ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24 del Horno Artesanal 1 sin chimeneas y con chimeneas se evaluó el grado de dispersión de las medidas de largo, ancho y altura de las 10 muestras

(la variación dimensional que se determinó en largo, ancho y altura que tenemos en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel).

- Obteniendo los promedios de los resultados en la prueba de variación dimensional se procede a graficar la relación de las dimensiones de la muestra (promedio, máximo y mínimo).

✚ **Máximo (cm):** Dimensión de largo, ancho y altura máximo alcanzada por nivel.

✚ **Mínimo (cm):** Dimensión de largo, ancho y altura mínimo alcanzada por nivel.

✚ **Promedio (cm):** Dimensión de largo, ancho y altura promedio alcanzada por nivel.

✚ **Desviación estándar:** desviación estándar calculada por nivel establecida por la norma NTP E – 070.

✚ **Coefficiente de variación:** coeficiente de variación establecida por la norma NTP E – 070.

✚ **DN (cm):** medida especificada por el fabricante.

- Se analizó la quema 1 en el Horno Artesanal 1; esta quema se realizó sin chimeneas en la cámara de cocción.

Tabla 68

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

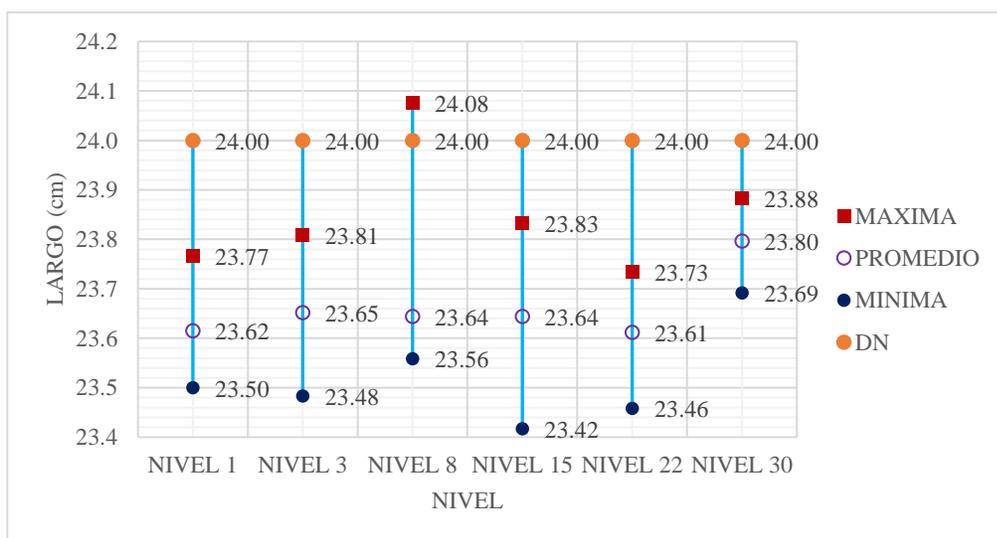
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	23.77	23.50	23.62	0.08	0.4%	24.00
Nivel 3	23.81	23.48	23.65	0.10	0.4%	24.00
Nivel 8	24.08	23.56	23.64	0.15	0.6%	24.00
Nivel 15	23.83	23.42	23.64	0.12	0.5%	24.00
Nivel 22	23.73	23.46	23.61	0.09	0.4%	24.00
Nivel 30	23.88	23.69	23.80	0.06	0.3%	24.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 113

Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento de la variación en el largo del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

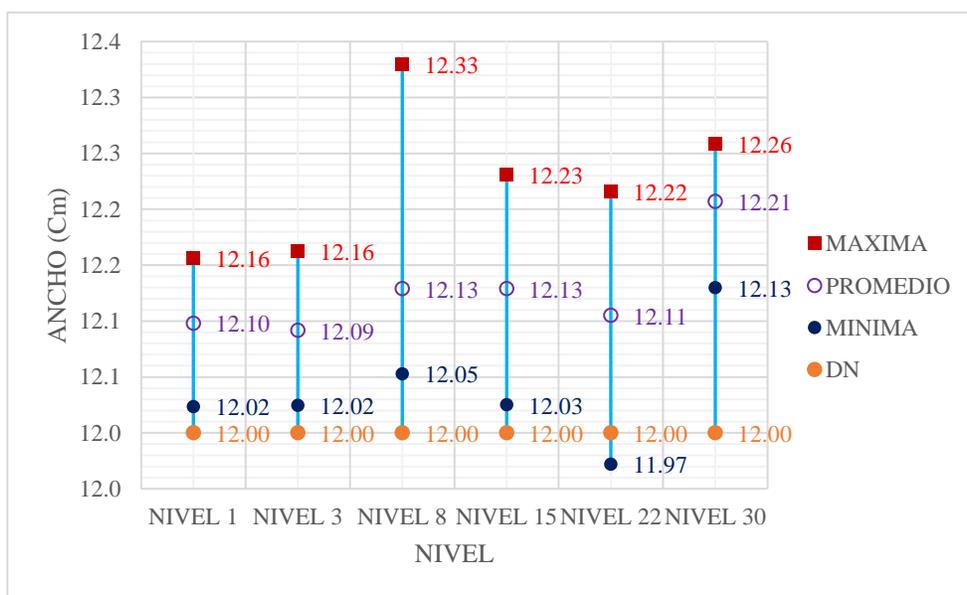
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	12.16	12.02	12.10	0.04	0.3%	12.00
Nivel 3	12.16	12.02	12.09	0.05	0.4%	12.00
Nivel 8	12.33	12.05	12.13	0.07	0.6%	12.00
Nivel 15	12.23	12.03	12.13	0.06	0.5%	12.00
Nivel 22	12.22	11.97	12.11	0.07	0.6%	12.00
Nivel 30	12.26	12.13	12.21	0.04	0.3%	12.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 114

Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el ancho del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

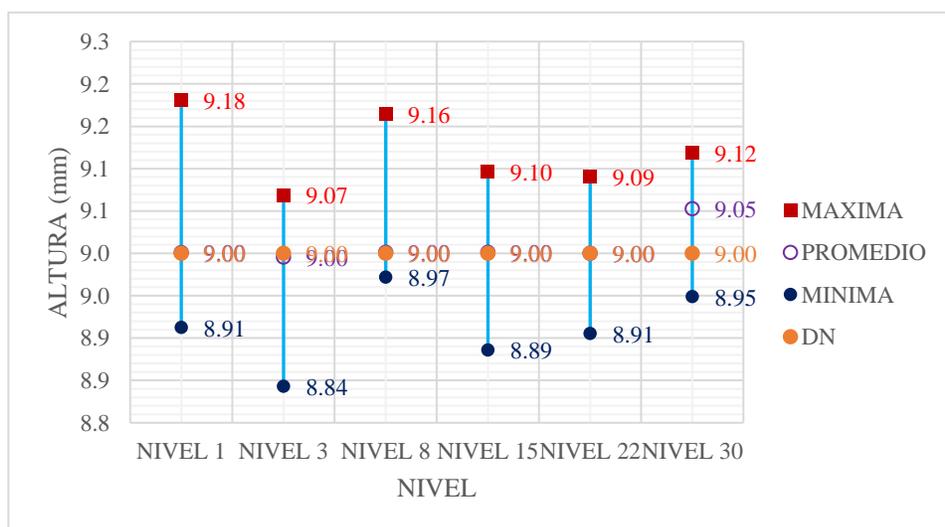
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	9.18	8.91	9.00	0.08	0.91%	9.00
Nivel 3	9.07	8.84	9.00	0.07	0.77%	9.00
Nivel 8	9.16	8.97	9.00	0.07	0.79%	9.00
Nivel 15	9.10	8.89	9.00	0.07	0.81%	9.00
Nivel 22	9.09	8.91	9.00	0.06	0.68%	9.00
Nivel 30	9.12	8.95	9.05	0.05	0.54%	9.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 115

Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en la altura del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la **TABLA 1** (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en prueba de Variación dimensional en las muestras de ladrillo realizadas para la quema 1 en el Horno Artesanal 1 (sin chimeneas):

Tabla 71

Clasificación según la norma E-070 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional				NTP E-070
	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	1.6%	-0.8%	0.0%	1040	ladrillo iv
Nivel 3	1.5%	-0.8%	0.0%	948	ladrillo iv
Nivel 8	1.2%	-1.3%	-0.4%	1000	ladrillo iv
Nivel 15	1.5%	-1.1%	0.0%	914	ladrillo iv
Nivel 22	1.6%	-0.9%	0.0%	822	ladrillo iv
Nivel 30	0.8%	-1.7%	-0.6%	729	ladrillo v

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la **TABLA 1** (**Variaciones permisibles en las dimensiones**) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional para la quema 1 realizada en el Horno Artesanal 1 (sin chimeneas):

Tabla 72

Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional				NTP 331.017
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	3.88	-0.98	-0.01	1040	CUMPLE
Nivel 3	3.48	-0.92	0.04	948	CUMPLE
Nivel 8	2.99	-1.57	-0.37	1000	CUMPLE
Nivel 15	3.56	-1.29	-0.01	914	CUMPLE
Nivel 22	3.88	-1.05	0.00	822	CUMPLE
Nivel 30	2.03	-2.07	-0.53	729	CUMPLE

Nota. Cumplimiento de las dimensiones del ladrillo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente se analizó la quema 3 en el Horno Artesanal 1; esta quema se realizó con chimeneas en la cámara de cocción.

Tabla 73

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.

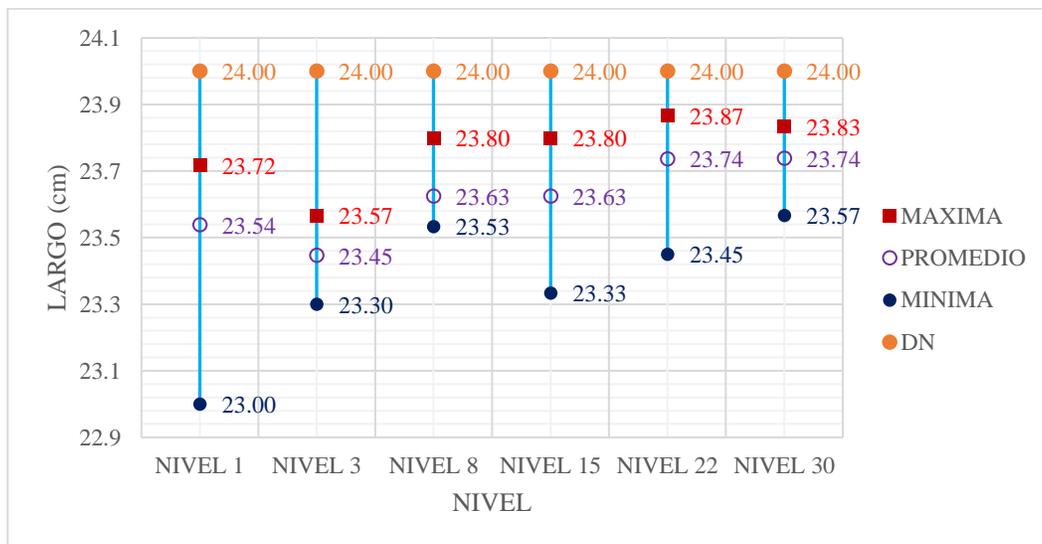
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	23.72	23.00	23.54	0.21	0.9%	24.00
Nivel 3	23.57	23.30	23.45	0.10	0.4%	24.00
Nivel 8	23.80	23.53	23.63	0.08	0.3%	24.00
Nivel 15	23.80	23.33	23.63	0.14	0.6%	24.00
Nivel 22	23.87	23.45	23.74	0.12	0.5%	24.00
Nivel 30	23.83	23.57	23.74	0.10	0.4%	24.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 116

Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el largo del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.

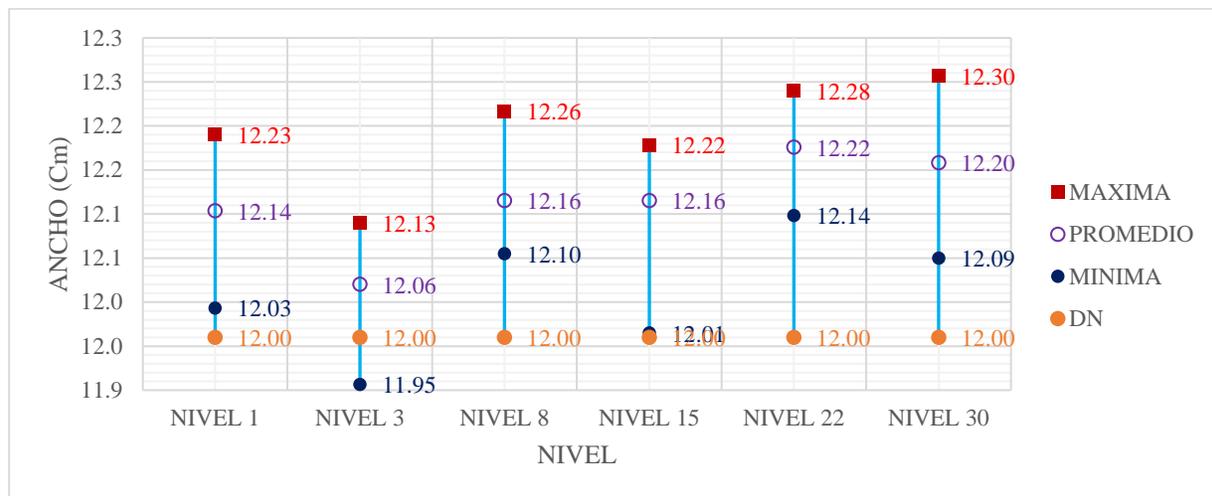
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	12.23	12.03	12.14	0.06	0.5%	12.00
Nivel 3	12.13	11.95	12.06	0.06	0.5%	12.00
Nivel 8	12.26	12.10	12.16	0.06	0.5%	12.00
Nivel 15	12.22	12.01	12.16	0.06	0.5%	12.00
Nivel 22	12.28	12.14	12.22	0.04	0.3%	12.00
Nivel 30	12.30	12.09	12.20	0.05	0.4%	12.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 117

Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el ancho del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.

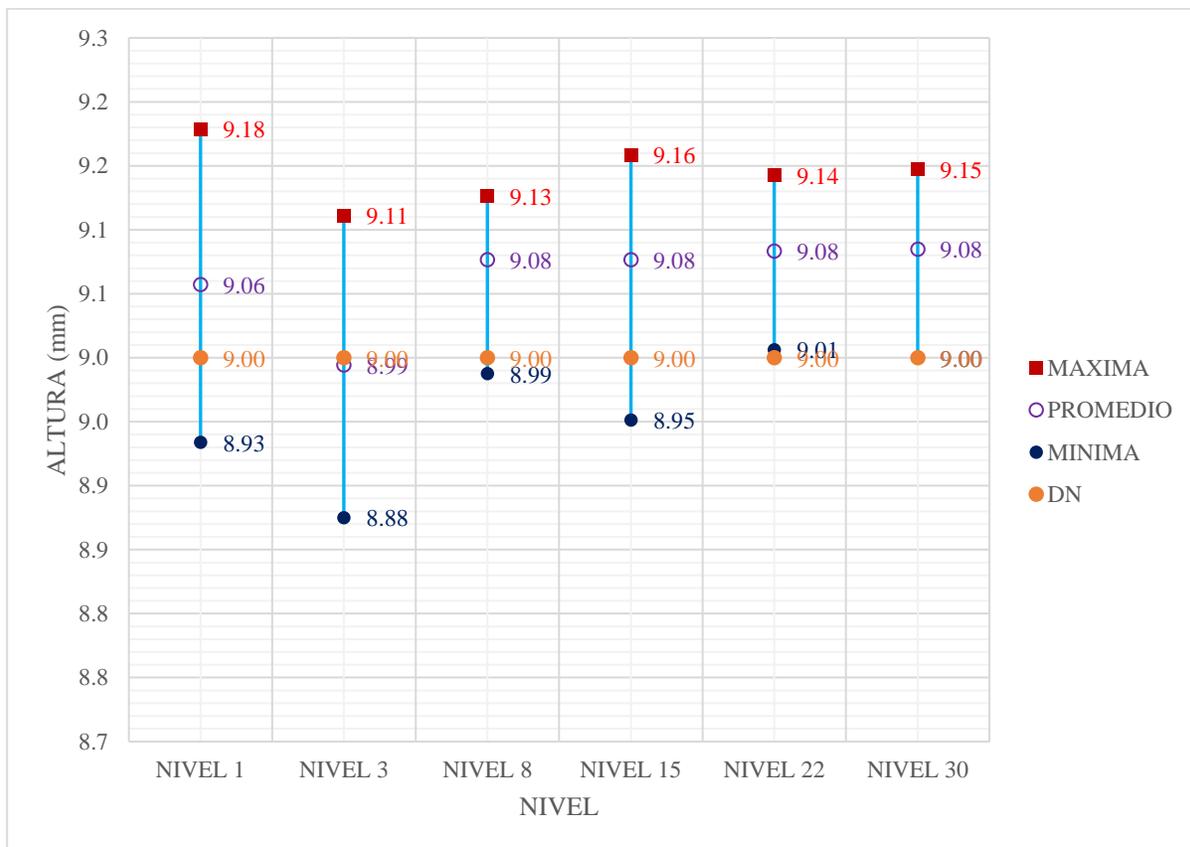
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
NIVEL 1	9.18	8.93	9.06	0.07	0.77%	9.00
NIVEL 3	9.11	8.88	8.99	0.06	0.68%	9.00
NIVEL 8	9.13	8.99	9.08	0.05	0.51%	9.00
NIVEL 15	9.16	8.95	9.08	0.06	0.68%	9.00
NIVEL 22	9.14	9.01	9.08	0.05	0.55%	9.00
NIVEL 30	9.15	9.00	9.08	0.04	0.49%	9.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 118

Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en la altura del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional en las muestras de ladrillo realizadas para la quema 3 en el Horno Artesanal 1 (con chimeneas):

Tabla 76

Clasificación según la norma E-070 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional			Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070
	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)		
Nivel 1	1.9%	-1.2%	-0.6%	954	Ladrillo iv
Nivel 3	2.3%	-0.5%	0.1%	927	Ladrillo iii
Nivel 8	1.5%	-1.3%	-0.6%	870	Ladrillo iv
Nivel 15	1.6%	-1.3%	-0.9%	862	Ladrillo iv
Nivel 22	1.1%	-1.8%	-0.9%	754	Ladrillo iv
Nivel 30	1.1%	-1.7%	-0.9%	687	Ladrillo iv

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la TABLA 1 (**Variaciones permisibles en las dimensiones**) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional para la quema 1 realizada en el Horno Artesanal 1 (sin chimeneas):

Tabla 77

Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional			Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)		
Nivel 1	4.62	-1.44	-0.57	954	Cumple
Nivel 3	5.53	-0.60	0.06	927	Cumple
Nivel 8	3.70	-1.52	-0.53	870	Cumple
Nivel 15	3.75	-1.55	-0.77	862	Cumple
Nivel 22	2.63	-2.16	-0.83	754	Cumple
Nivel 30	2.62	-1.98	-0.85	687	Cumple

Nota. Cumplimiento de las dimensiones del ladrillo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación por zonas de la variación dimensional en el horno artesanal 1.

Tabla 78

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

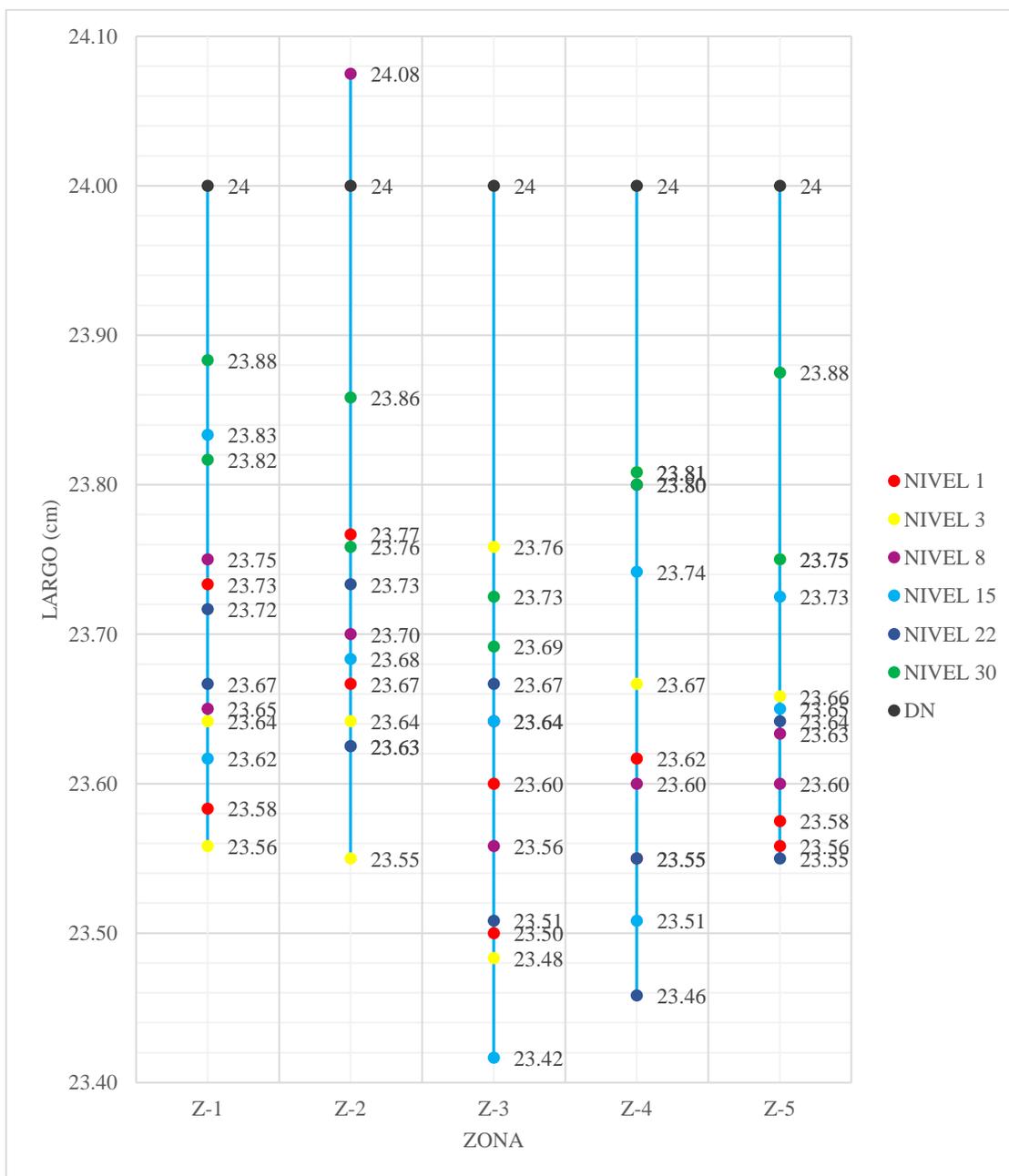
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	23,88	23,56	23,70	0,10	0,4%	24,00
Zona 2	24,08	23,55	23,72	0,14	0,6%	24,00
Zona 3	23,76	23,42	23,66	0,11	0,4%	24,00
Zona 4	23,81	23,46	23,66	0,13	0,5%	24,00
Zona 5	23,88	23,55	23,66	0,10	0,4%	24,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 119

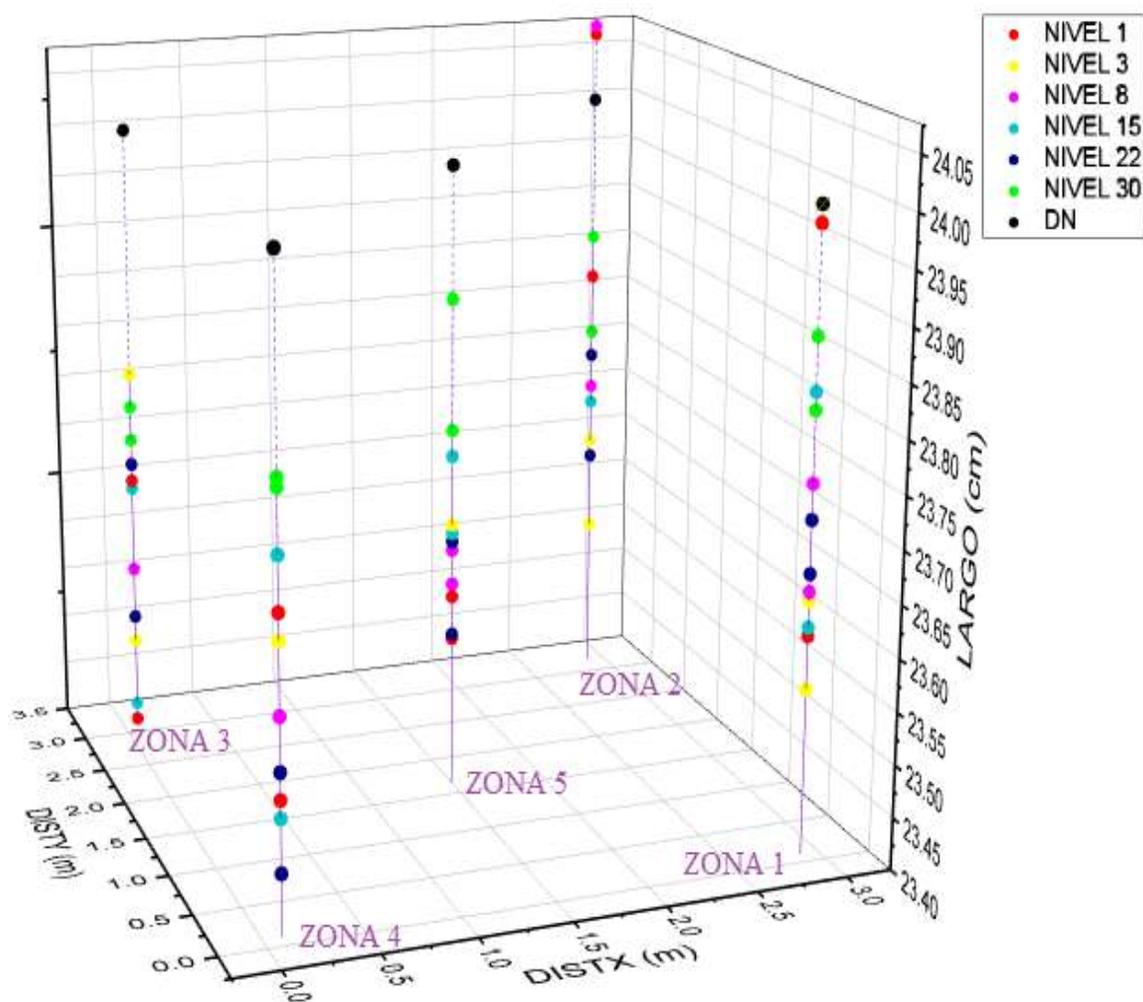
Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 120

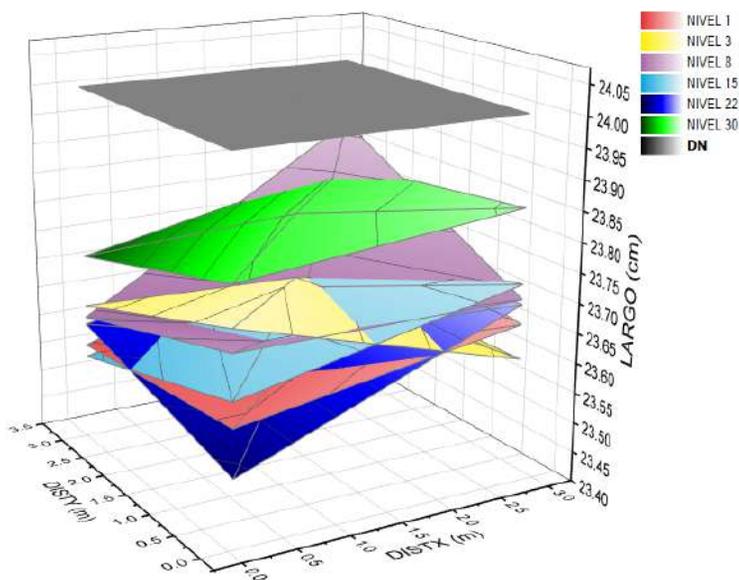
Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 121

Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.



Nota. Comportamiento en la variación del largo representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 79

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas

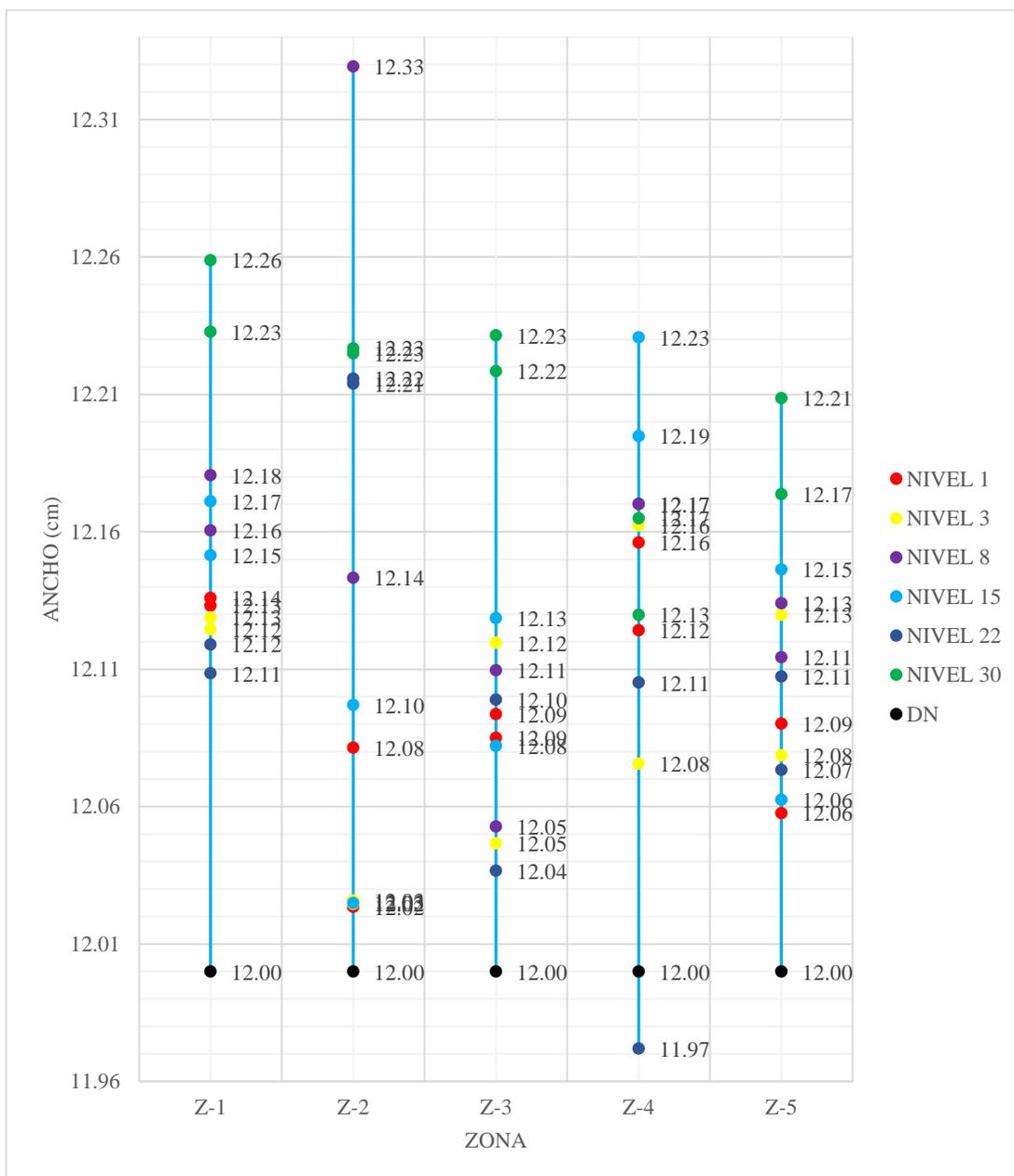
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	12,26	12,11	12,16	0,05	0,4%	12,00
Zona 2	12,33	12,02	12,14	0,10	0,9%	12,00
Zona 3	12,23	12,04	12,14	0,06	0,5%	12,00
Zona 4	12,23	11,97	12,14	0,07	0,5%	12,00
Zona 5	12,21	12,06	12,11	0,05	0,4%	12,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 122

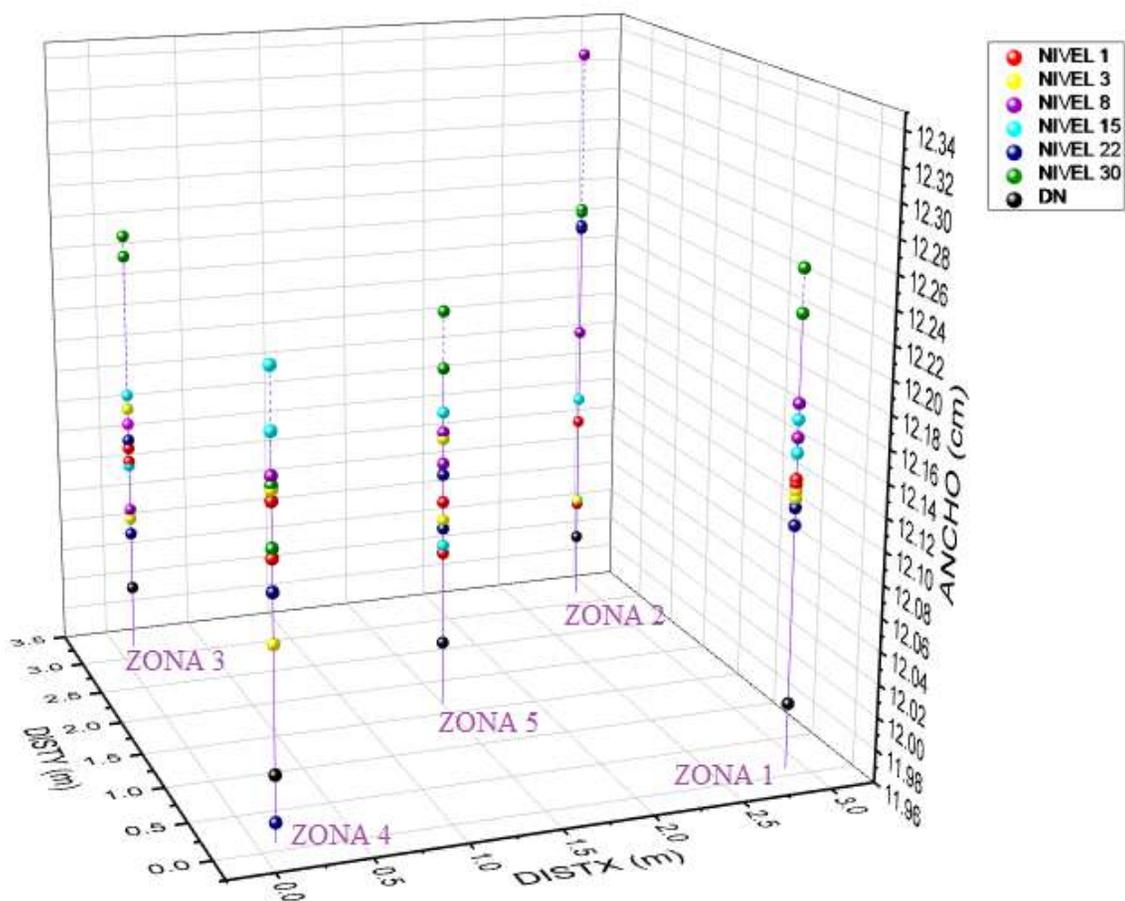
Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 123

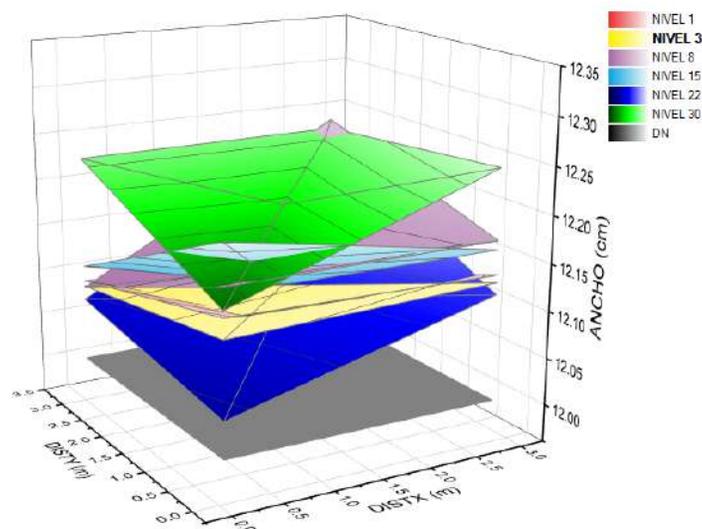
Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 124

Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho representada por superficie de cada nivel. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 80

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

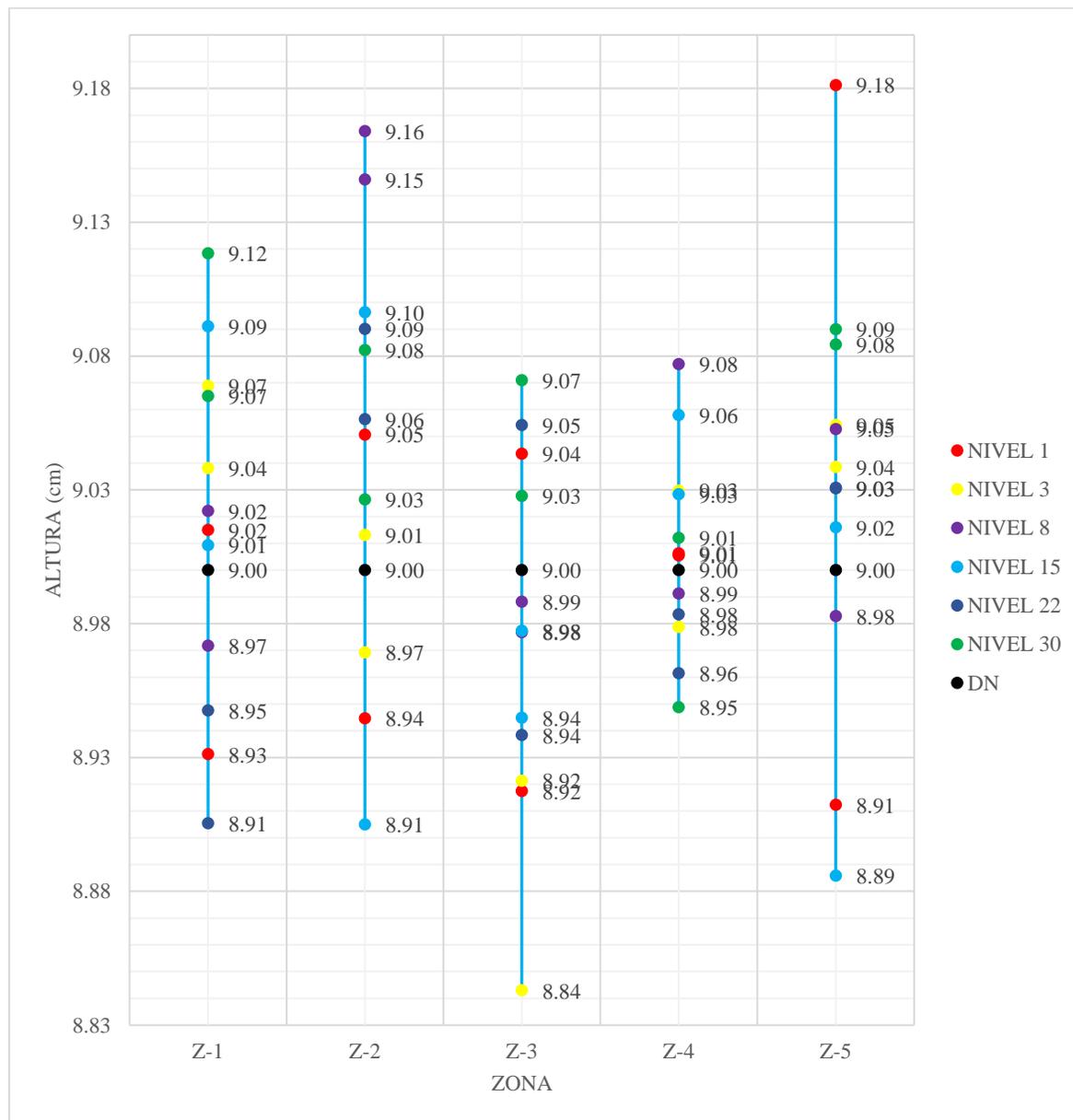
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	9,12	8,91	9,02	0,07	0,73%	9,00
Zona 2	9,16	8,91	9,05	0,08	0,87%	9,00
Zona 3	9,07	8,84	9,01	0,07	0,74%	9,00
Zona 4	9,08	8,95	9,01	0,04	0,42%	9,00
Zona 5	9,18	8,89	9,03	0,08	0,87%	9,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 125

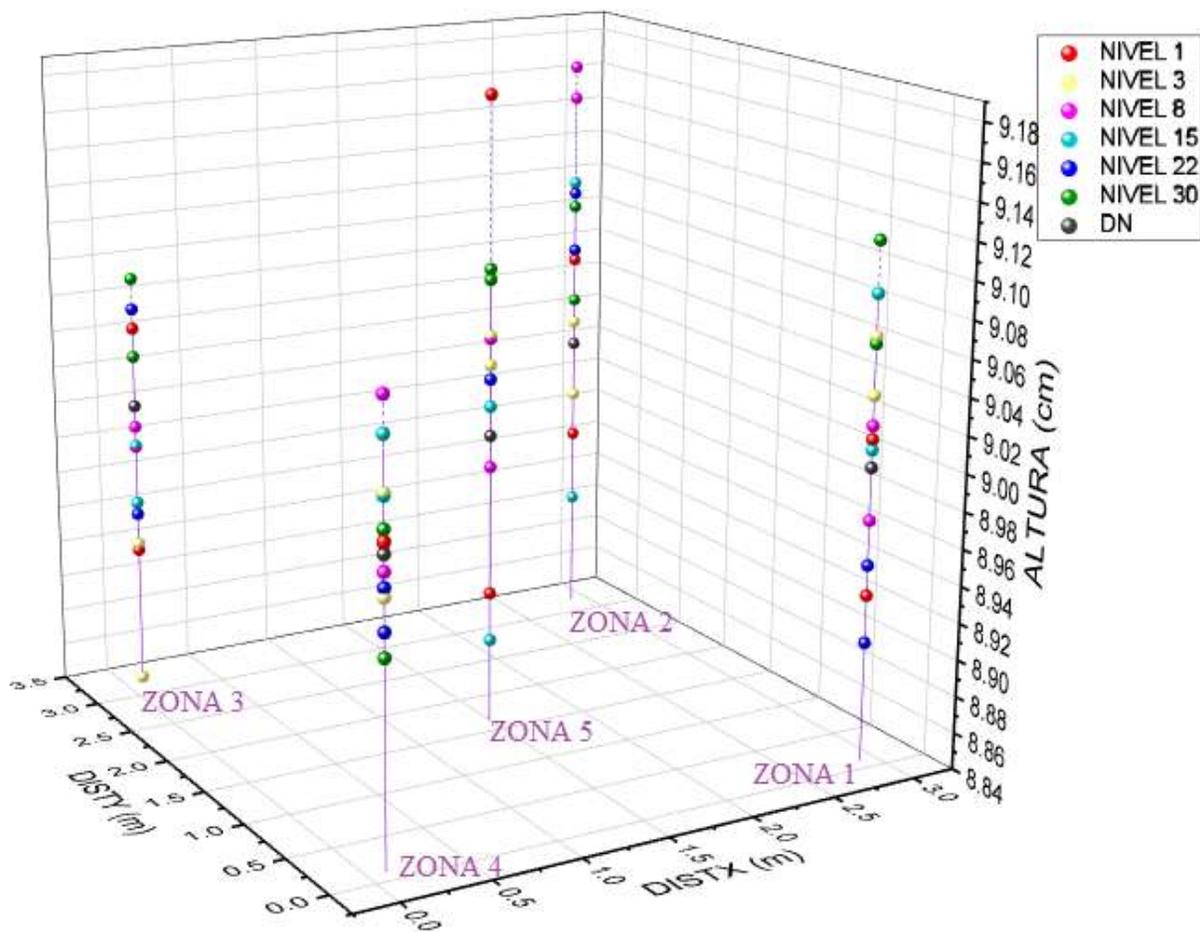
Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura, por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 126

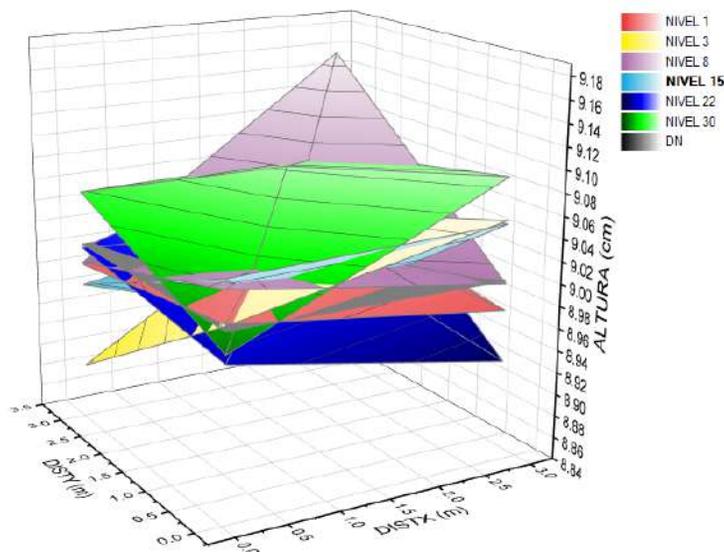
Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 127

Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 1 quema 1.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81

Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 1 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.

Zona	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	NTP 331.017
Zona 1	2,90	-1,59	-0,15	CUMPLE
Zona 2	3,12	-1,36	-0,45	CUMPLE
Zona 3	3,93	-1,09	0,25	CUMPLE
Zona 4	3,40	-1,38	-0,07	CUMPLE
Zona 5	3,17	-1,15	-0,30	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82

Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.

Zona	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	NTP E-070 del RNE
Zona 1	1,2%	-1,3%	-0,2%	ladrillo iv
Zona 2	1,3%	-1,1%	-0,5%	ladrillo iv
Zona 3	1,6%	-0,9%	0,3%	ladrillo iv
Zona 4	1,4%	-1,2%	-0,1%	ladrillo iv
Zona 5	1,3%	-1,0%	-0,3%	ladrillo iv

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.

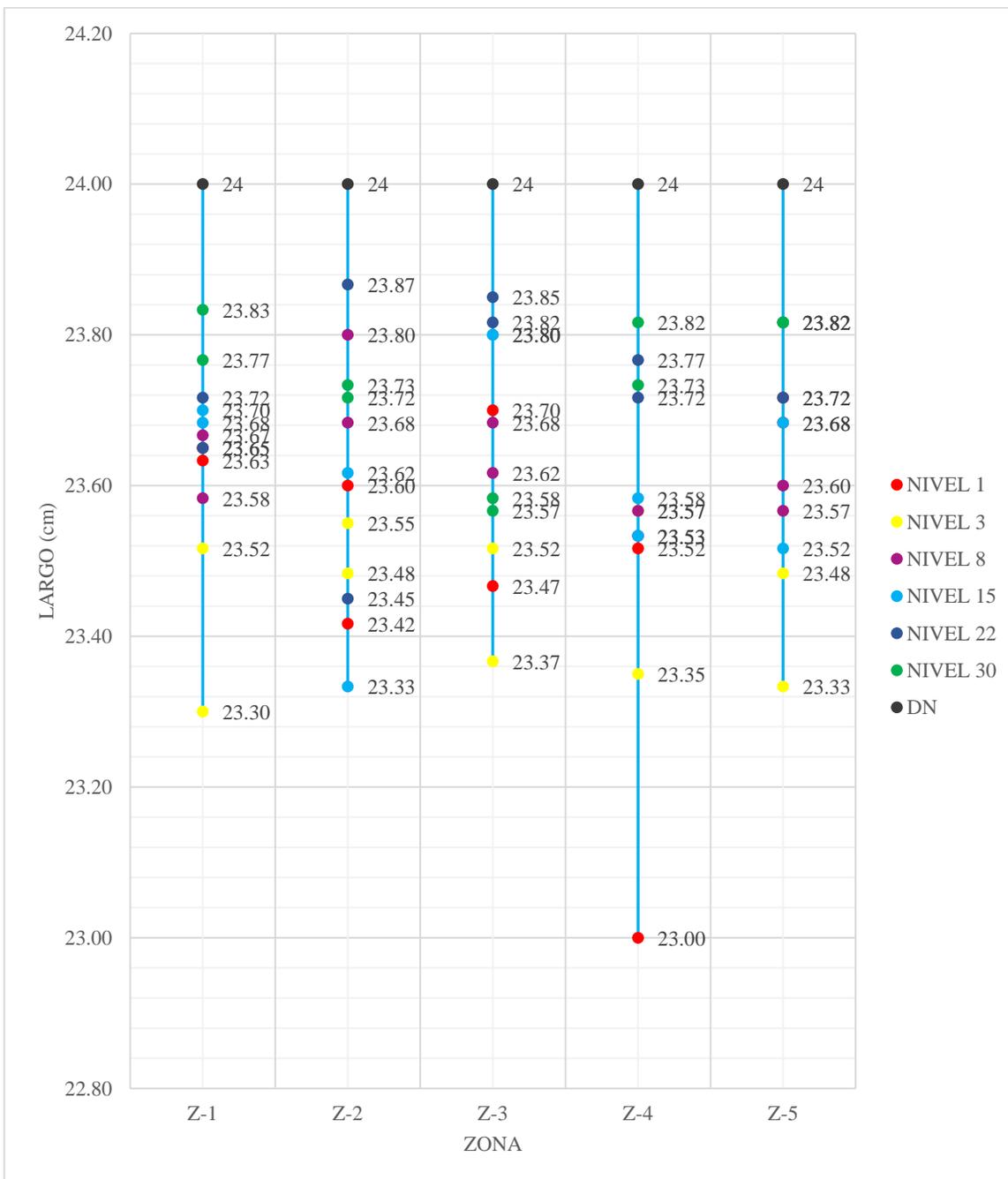
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	23,83	23,30	23,64	0,13	0,6%	24,00
Zona 2	23,87	23,33	23,60	0,16	0,7%	24,00
Zona 3	23,85	23,37	23,56	0,15	0,7%	24,00
Zona 4	23,82	23,00	23,56	0,22	0,9%	24,00
Zona 5	23,82	23,33	23,65	0,15	0,6%	24,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 128

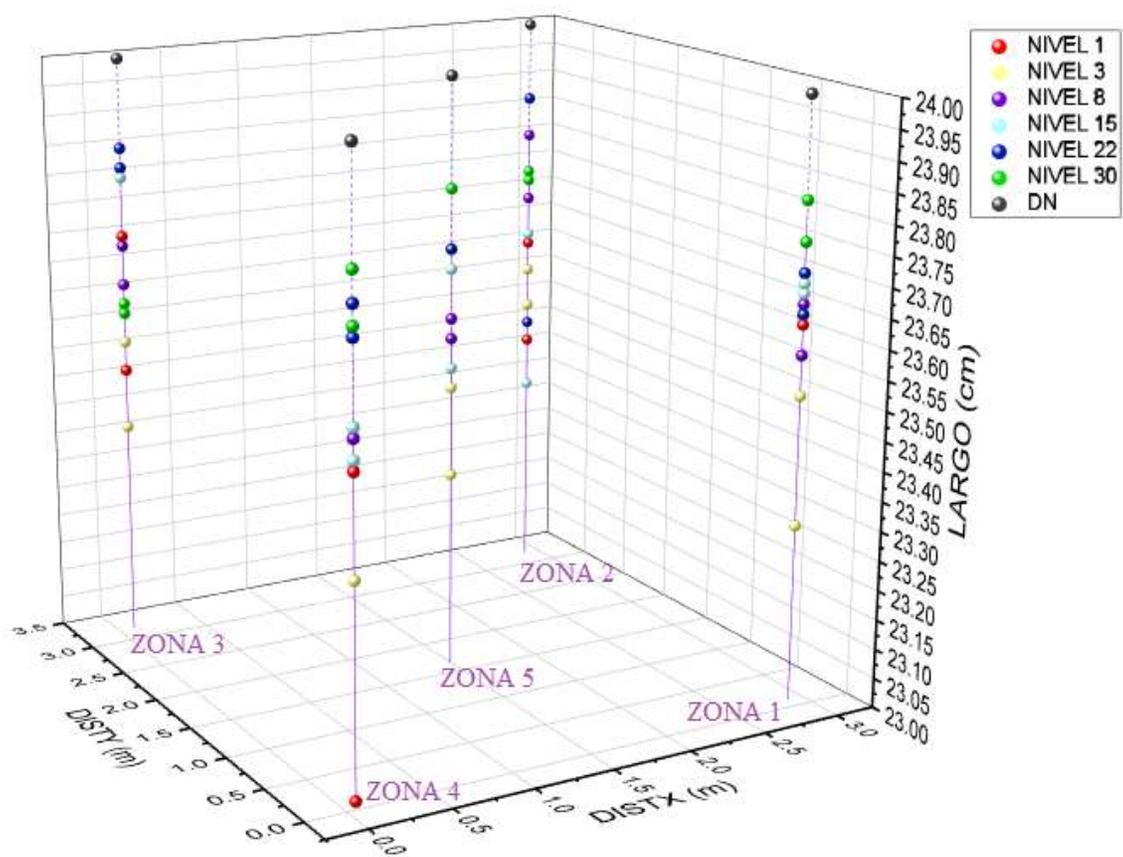
Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 129

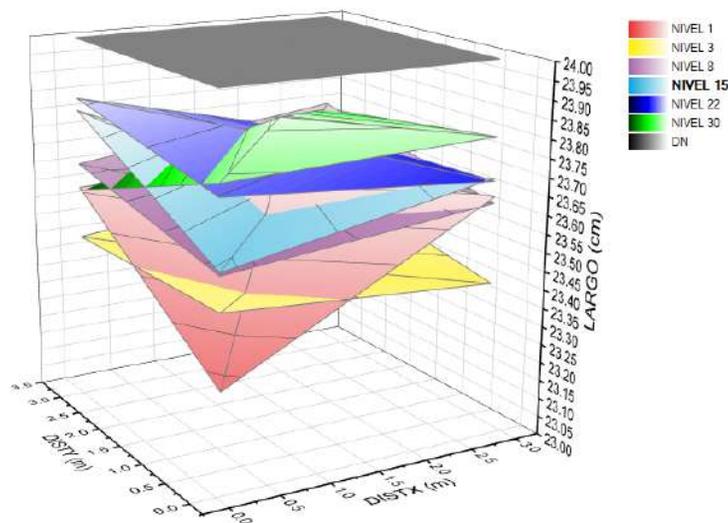
Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 130

Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.



Nota. Comportamiento en la variación del largo representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.

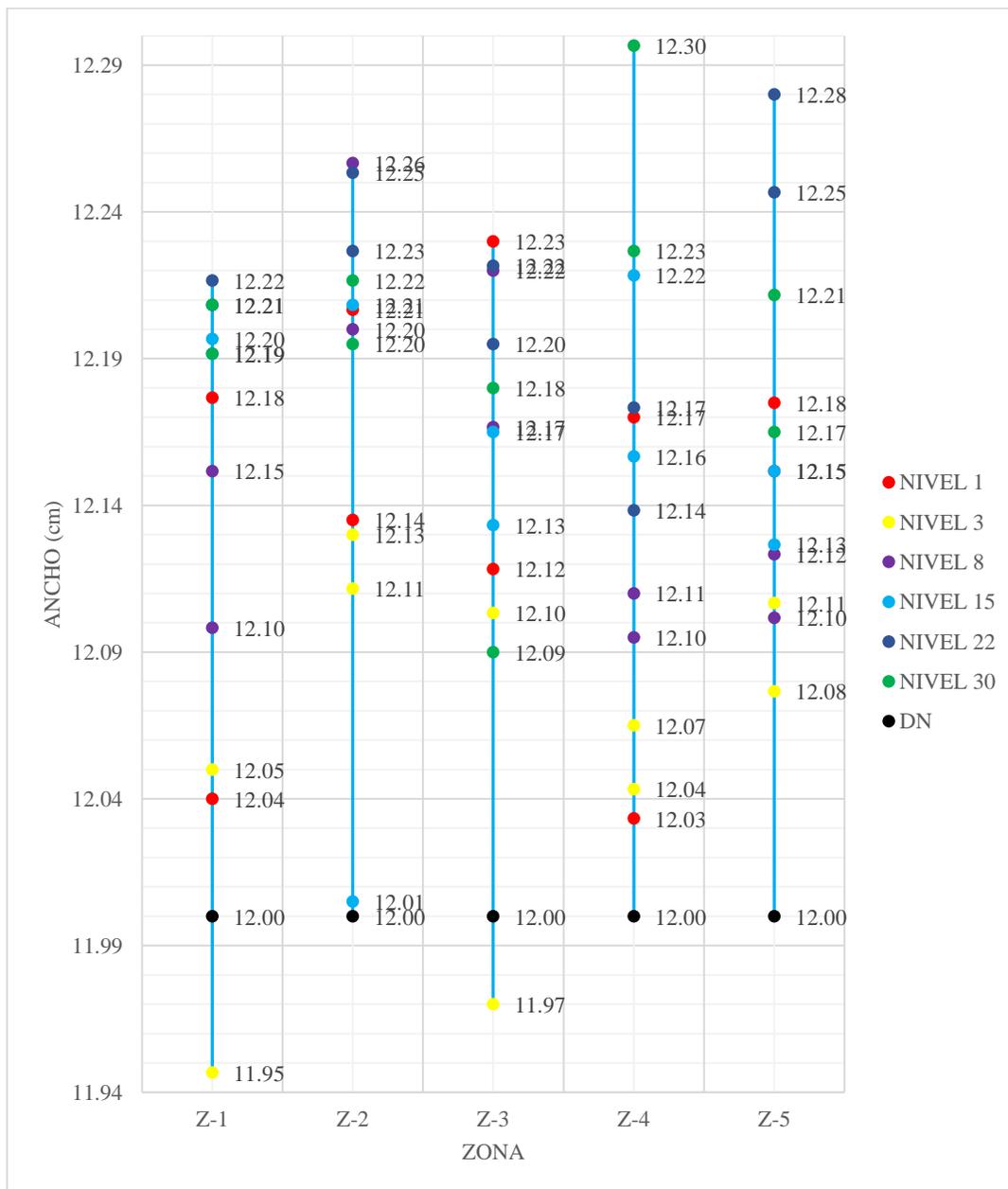
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	12,22	11,95	12,14	0,09	0,7%	12,00
Zona 2	12,26	12,01	12,18	0,07	0,6%	12,00
Zona 3	12,23	11,97	12,14	0,07	0,6%	12,00
Zona 4	12,30	12,03	12,14	0,08	0,7%	12,00
Zona 5	12,28	12,08	12,16	0,06	0,5%	12,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 131

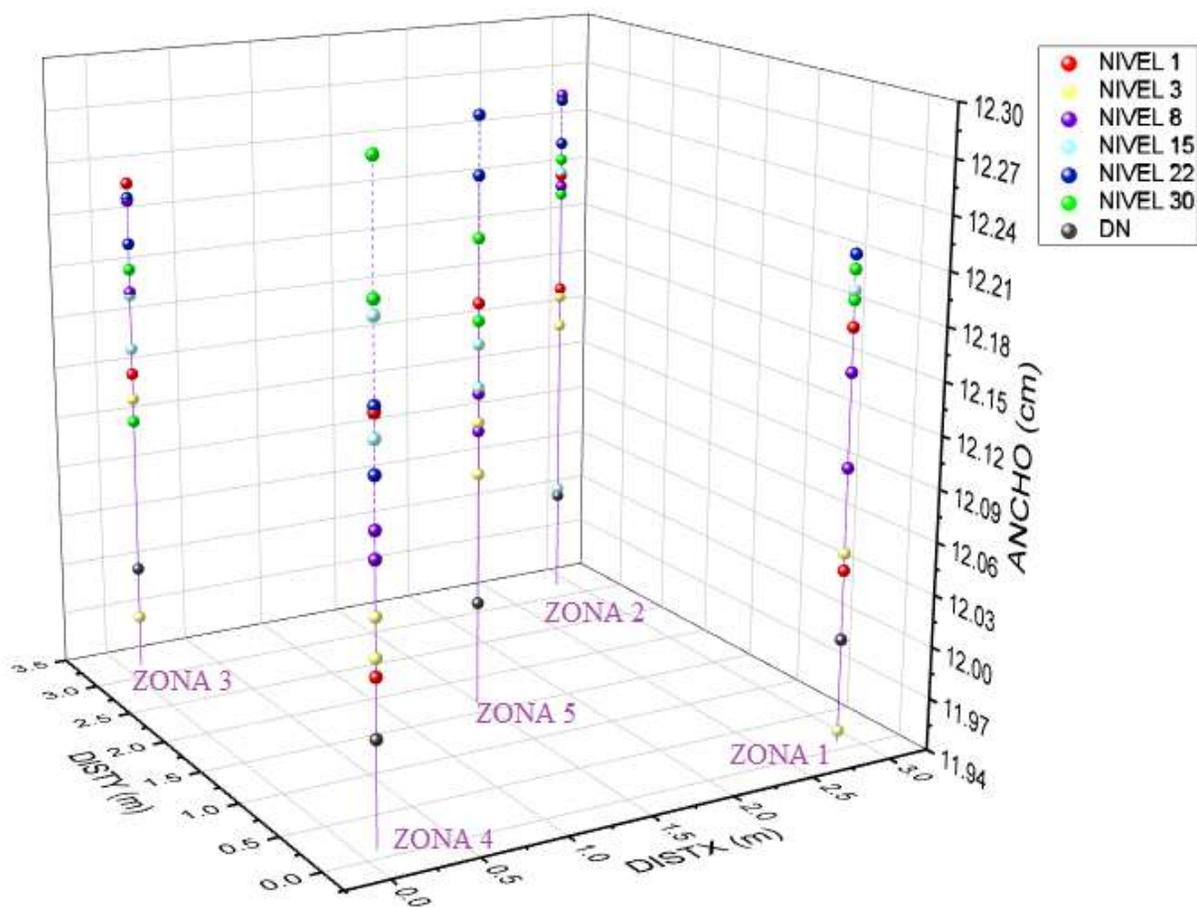
Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 132

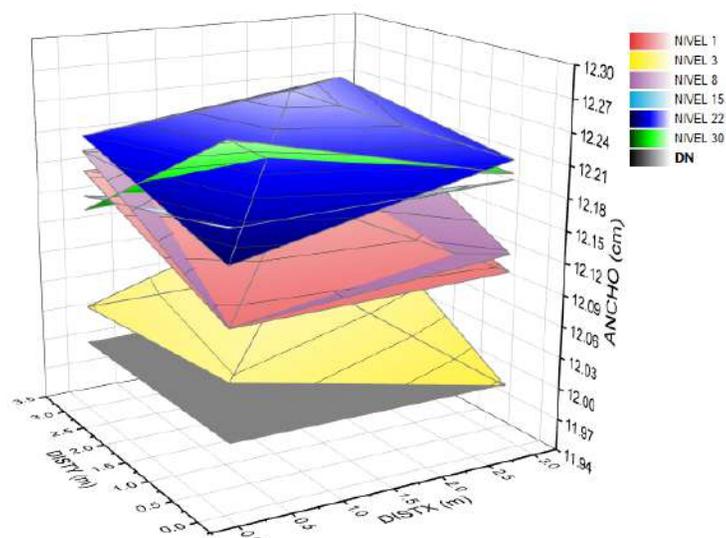
Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 133

Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 85

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.

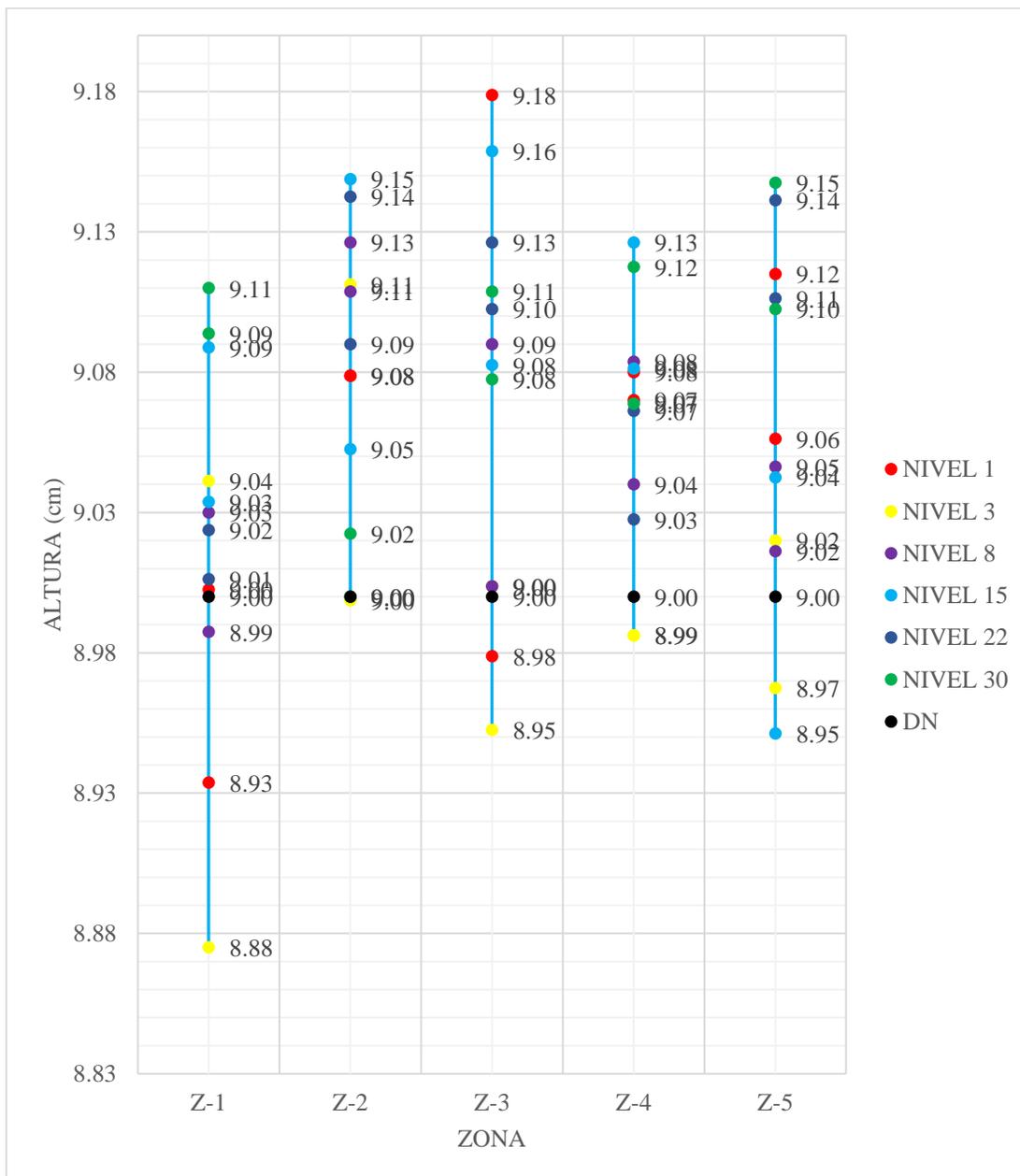
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	9,11	8,88	9,02	0,07	0,74%	9,00
Zona 2	9,15	9,00	9,08	0,05	0,57%	9,00
Zona 3	9,18	8,95	9,06	0,07	0,79%	9,00
Zona 4	9,13	8,99	9,06	0,04	0,49%	9,00
Zona 5	9,15	8,95	9,06	0,06	0,71%	9,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 134

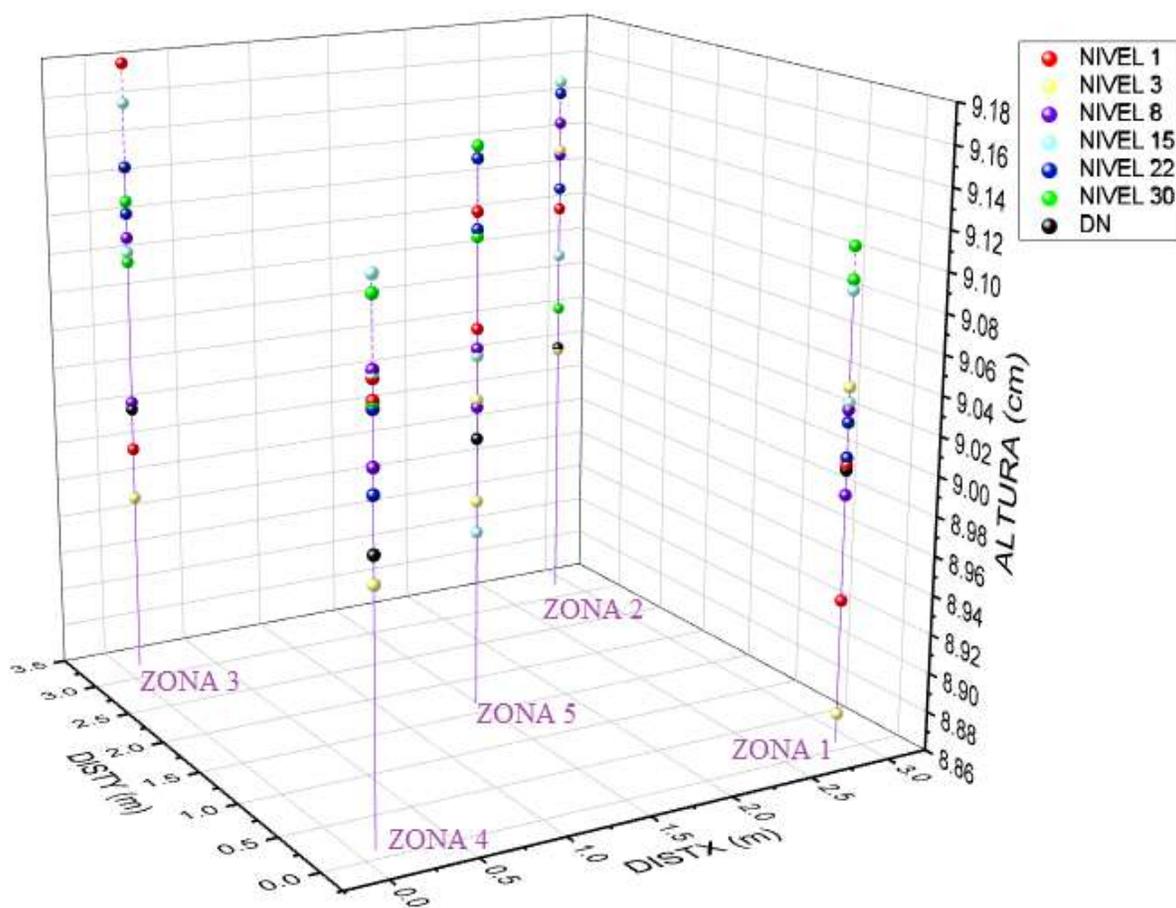
Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura, por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 135

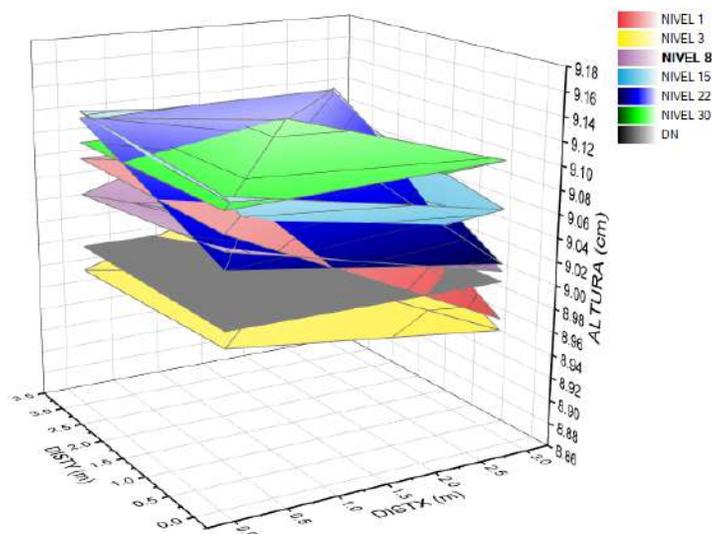
Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 136

Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 1 quema 3.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 86

Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 de la variación dimensional.

Zona	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	NTP 331.017
Zona 1	3,58	-1,40	-0,19	CUMPLE
Zona 2	3,96	-1,79	-0,80	CUMPLE
Zona 3	3,53	-1,49	-0,72	CUMPLE
Zona 4	4,43	-1,44	-0,61	CUMPLE
Zona 5	3,54	-1,60	-0,59	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87

Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 3 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.

Zona	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	NTP E-070 del RNE
Zona 1	1,5%	-1,2%	-0,2%	ladrillo iv
Zona 2	1,6%	-1,5%	-0,9%	ladrillo iv
Zona 3	1,5%	-1,2%	-0,8%	ladrillo iv
Zona 4	1,8%	-1,2%	-0,7%	ladrillo iv
Zona 5	1,5%	-1,3%	-0,7%	ladrillo iv

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

- Los resultados de la prueba de variación dimensional del ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24 del Horno Artesanal 2 sin chimeneas y con chimeneas se evaluó el grado de dispersión de las medidas de largo, ancho y altura de las 10 muestras (la variación dimensional que se determinó en largo, ancho y altura que tenemos en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel).
- Obteniendo los promedios de los resultados en la prueba de variación dimensional se procede a graficar la relación de las dimensiones de la muestra (promedio, máximo y mínimo).
- Se analizó la quema 2 en el Horno Artesanal 2; esta quema se realizó sin chimeneas en la cámara de cocción.

Tabla 88

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

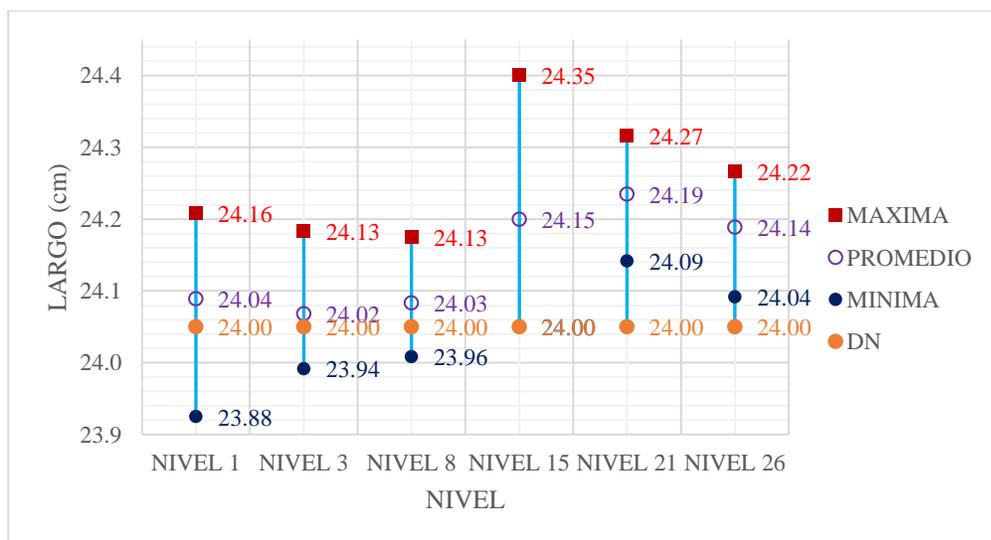
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	24.16	23.88	24.04	0.08	0.3%	24.00
Nivel 3	24.13	23.94	24.02	0.06	0.3%	24.00
Nivel 8	24.13	23.96	24.03	0.05	0.2%	24.00
Nivel 15	24.35	24.00	24.15	0.10	0.4%	24.00
Nivel 21	24.27	24.09	24.19	0.06	0.2%	24.00
Nivel 26	24.22	24.04	24.14	0.06	0.2%	24.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 137

Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento de la variación en el largo del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 89

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

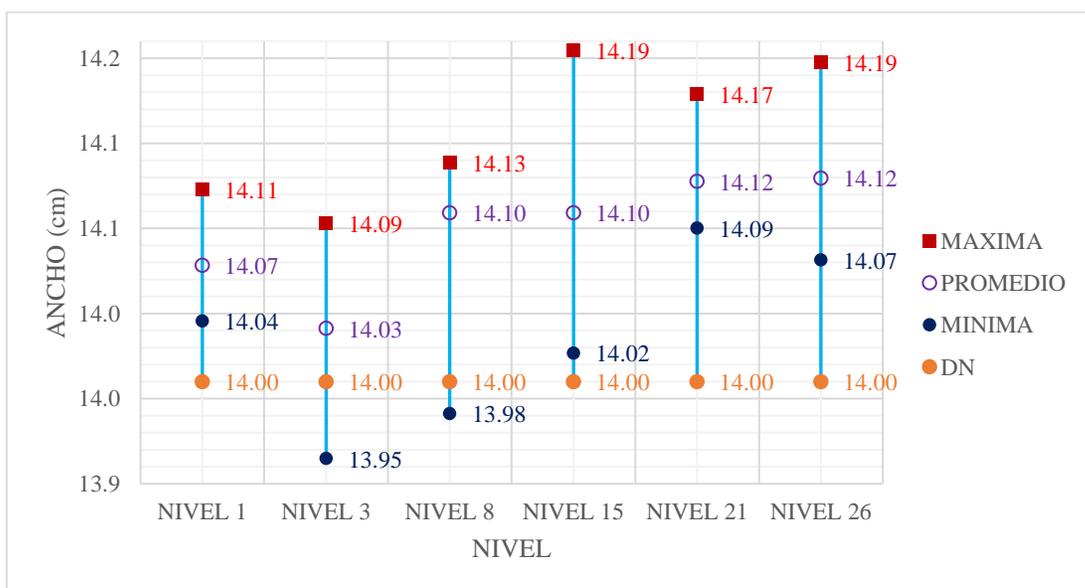
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	14.11	14.04	14.07	0.03	0.2%	14.00
Nivel 3	14.09	13.95	14.03	0.04	0.3%	14.00
Nivel 8	14.13	13.98	14.10	0.04	0.3%	14.00
Nivel 15	14.19	14.02	14.10	0.05	0.3%	14.00
Nivel 21	14.17	14.09	14.12	0.03	0.2%	14.00
Nivel 26	14.19	14.07	14.12	0.04	0.3%	14.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 138

Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el ancho del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

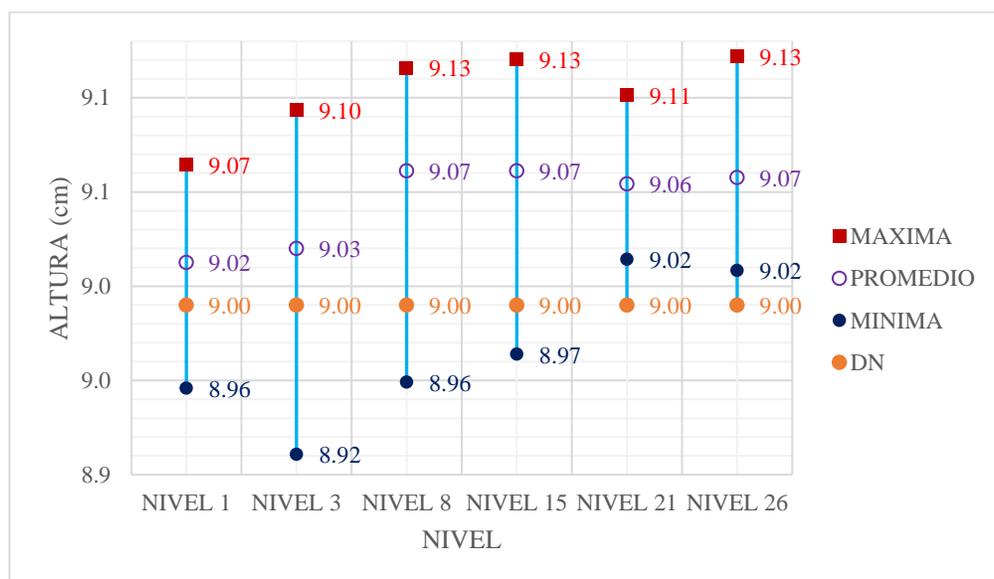
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	9.07	8.96	9.02	0.04	0.45%	9.00
Nivel 3	9.10	8.92	9.03	0.06	0.69%	9.00
Nivel 8	9.13	8.96	9.07	0.05	0.54%	9.00
Nivel 15	9.13	8.97	9.07	0.05	0.58%	9.00
Nivel 21	9.11	9.02	9.06	0.03	0.34%	9.00
Nivel 26	9.13	9.02	9.07	0.03	0.36%	9.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 139

Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en la altura del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional en las muestras de ladrillo realizadas para la quema 2 en el Horno Artesanal 2 (sin chimeneas):

Tabla 91

Clasificación según la norma E-070 en la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional				NTP E-070
	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	-0.2%	-0.5%	-0.3%	1060	ladrillo v
Nivel 3	-0.1%	-0.2%	-0.3%	1049	ladrillo v
Nivel 8	-0.1%	-0.2%	-0.5%	927	ladrillo v
Nivel 15	-0.6%	-0.7%	-0.8%	846	ladrillo v
Nivel 21	-0.8%	-0.8%	-0.7%	854	ladrillo v
Nivel 26	-0.6%	-0.9%	-0.8%	730	ladrillo v

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la TABLA 1 (**Variaciones permisibles en las dimensiones**) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional para la quema 2 realizada en el Horno Artesanal 2 (sin chimeneas):

Tabla 92

Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional				NTP 331.017
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Nivel 1	-0.39	-0.68	-0.23	1060	CUMPLE
Nivel 3	-0.18	-0.31	-0.30	1049	CUMPLE
Nivel 8	-0.33	-0.34	-0.42	927	CUMPLE
Nivel 15	-1.50	-0.99	-0.71	846	CUMPLE
Nivel 21	-1.85	-1.18	-0.64	854	CUMPLE
Nivel 26	-1.39	-1.20	-0.68	730	CUMPLE

Nota. Cumplimiento de las dimensiones del ladrillo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Seguidamente se analizó la quema 4 en el Horno Artesanal 2; esta quema se realizó con chimeneas en la cámara de cocción.

Tabla 93

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.

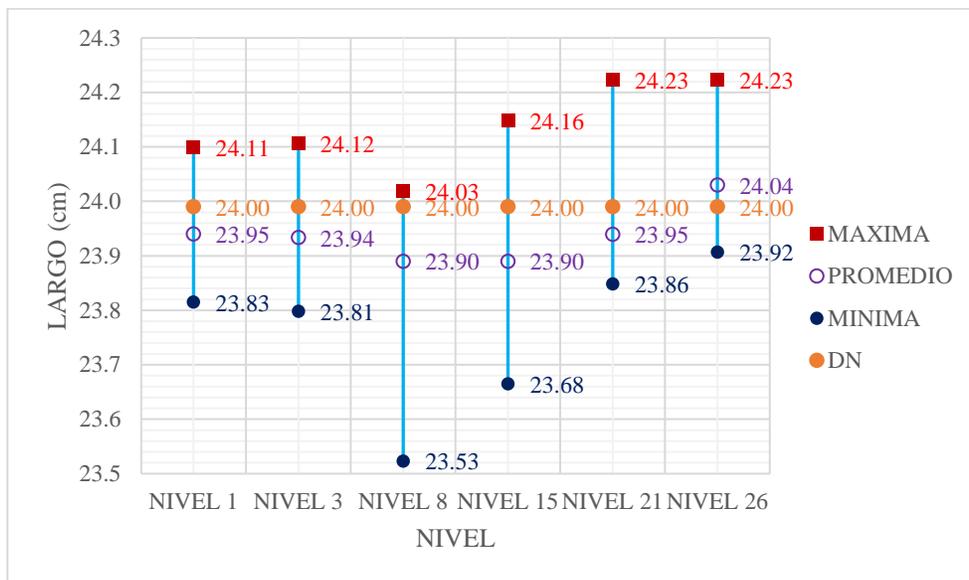
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	24.11	23.83	23.95	0.10	0.4%	24.00
Nivel 3	24.12	23.81	23.94	0.12	0.5%	24.00
Nivel 8	24.03	23.53	23.90	0.15	0.6%	24.00
Nivel 15	24.16	23.68	23.90	0.15	0.6%	24.00
Nivel 21	24.23	23.86	23.95	0.11	0.5%	24.00
Nivel 26	24.23	23.92	24.04	0.11	0.5%	24.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 140

Dispersión de datos del largo de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el largo del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.

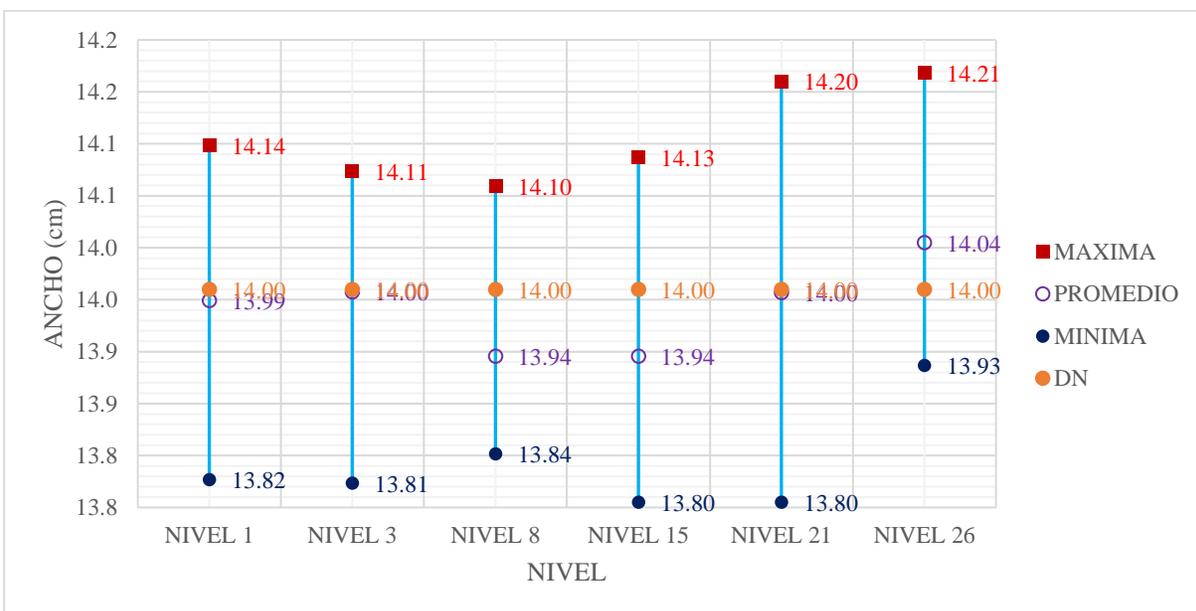
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	14.14	13.82	13.99	0.11	0.8%	14.00
Nivel 3	14.11	13.81	14.00	0.10	0.7%	14.00
Nivel 8	14.10	13.84	13.94	0.08	0.6%	14.00
Nivel 15	14.13	13.80	13.94	0.10	0.7%	14.00
Nivel 21	14.20	13.80	14.00	0.11	0.8%	14.00
Nivel 26	14.21	13.93	14.04	0.09	0.7%	14.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 141

Dispersión de datos del ancho de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en el ancho del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por nivel, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.

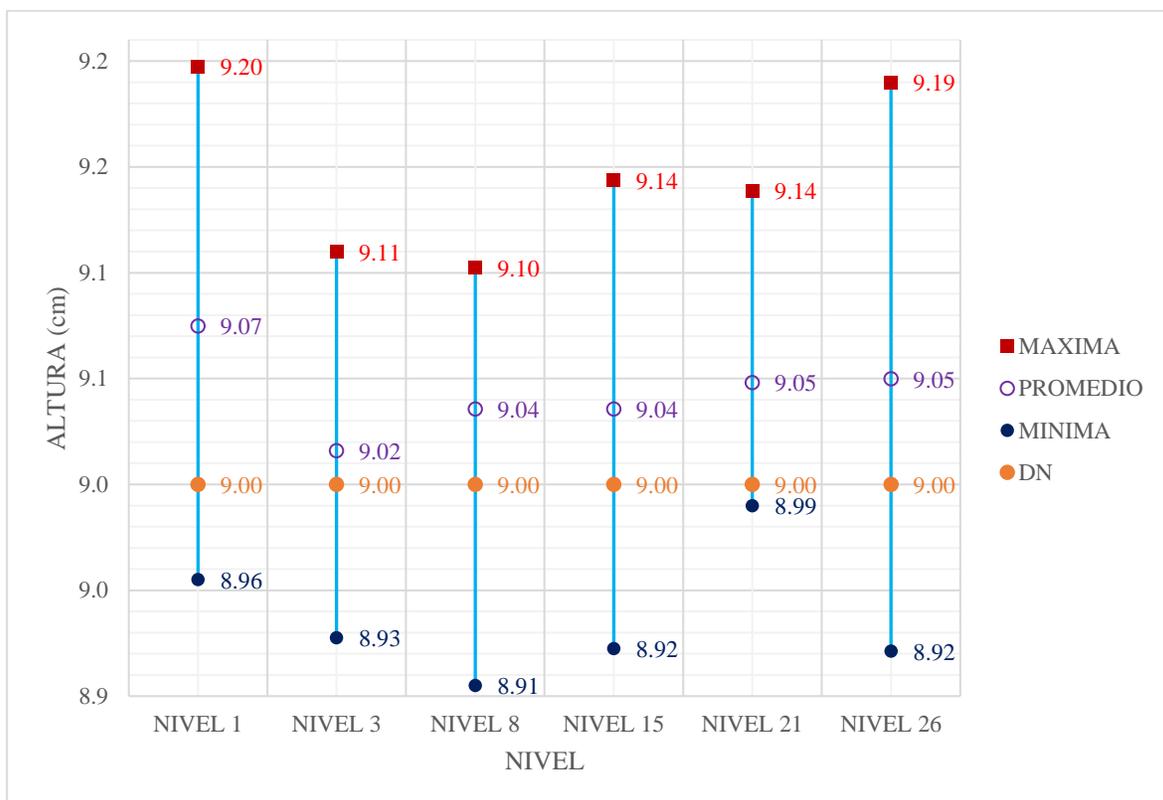
Nivel	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Nivel 1	9,20	8.96	9.07	0.08	0.83%	9.00
Nivel 3	9,11	8.93	9.02	0.05	0.59%	9.00
Nivel 8	9.10	8.91	9.04	0.06	0.68%	9.00
Nivel 15	9.14	8.92	9.04	0.08	0.87%	9.00
Nivel 21	9.14	8.99	9.05	0.04	0.47%	9.00
Nivel 26	9.19	8.92	9.05	0.08	0.85%	9.00

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos, DN medida especificada por el fabricante. Fuente:

Elaboración propia

Figura 142

Dispersión de datos de la altura de las muestras en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento, variación en la altura del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 en la tabla 1 (CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional en las muestras de ladrillo realizadas para la quema 4 en el Horno Artesanal 2 (con chimeneas):

Tabla 96

Clasificación según la norma E-070 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.

Nivel	Variación dimensional			Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070
	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)		
Nivel 1	0.2%	0.1%	-0.8%	971	ladrillo v
Nivel 3	0.2%	0.0%	-0.2%	958	ladrillo v
Nivel 8	0.7%	0.4%	-0.1%	867	ladrillo v
Nivel 15	0.4%	0.5%	-0.4%	789	ladrillo v
Nivel 21	0.2%	0.0%	-0.5%	780	ladrillo v
Nivel 26	-0.2%	-0.3%	-0.6%	693	ladrillo v

Nota. Clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP 331.017 en la TABLA 1 (**Variaciones permisibles en las dimensiones**) clasifica los resultados obtenidos en la prueba de Variación dimensional para la quema 4 realizada en el Horno Artesanal 2 (con chimeneas):

Tabla 97

Clasificación según la norma E-331.017 en la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.

Nivel	VARIACION DIMENSIONAL			Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP 331.017
	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)		
Nivel 1	0.50	0.11	-0.75	971	CUMPLE
Nivel 3	0.57	0.03	-0.16	958	CUMPLE
Nivel 8	1.56	0.60	-0.10	867	CUMPLE
Nivel 15	1.00	0.65	-0.36	789	CUMPLE
Nivel 21	0.51	0.03	-0.48	780	CUMPLE
Nivel 26	-0.40	-0.45	-0.50	693	CUMPLE

Nota. Cumplimiento de las dimensiones del ladrillo por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación por zonas de la variabilidad dimensional del Horno artesanal 2

Tabla 98

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

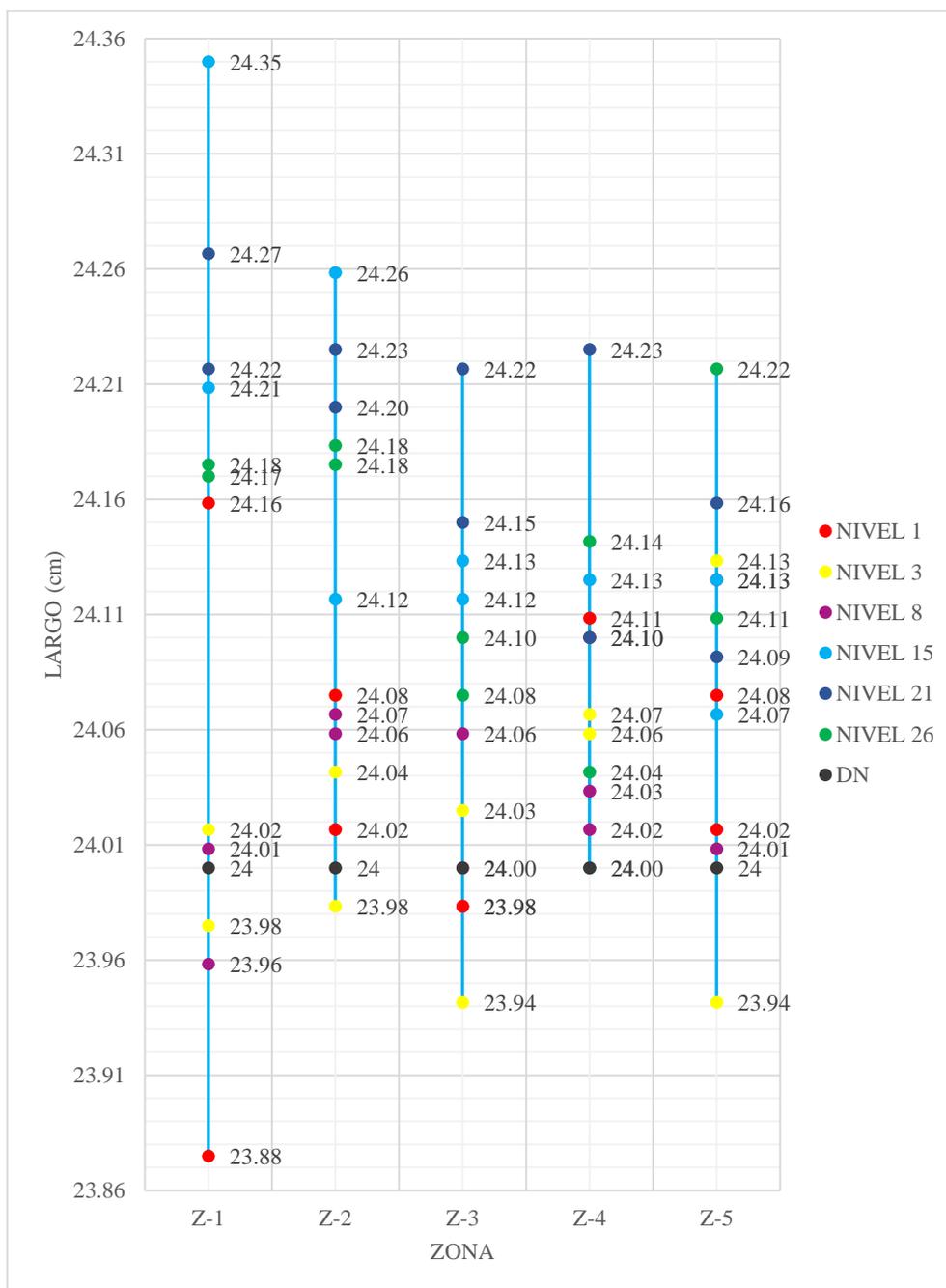
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	24,35	23,88	24,11	0,14	0,6%	24,00
Zona 2	24,26	23,98	24,12	0,09	0,4%	24,00
Zona 3	24,22	23,94	24,08	0,08	0,3%	24,00
Zona 4	24,23	24,00	24,08	0,06	0,3%	24,00
Zona 5	24,22	23,94	24,09	0,07	0,3%	24,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 143

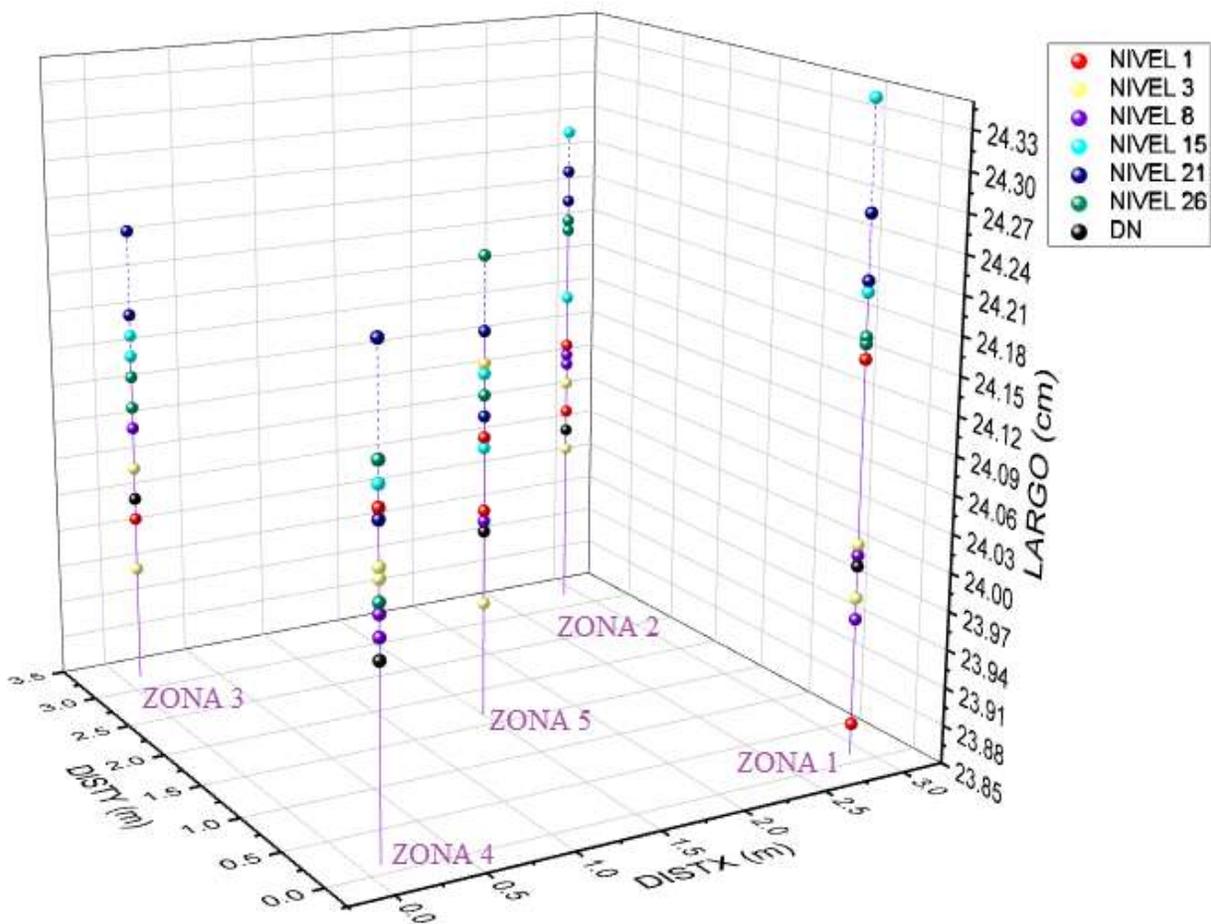
Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 144

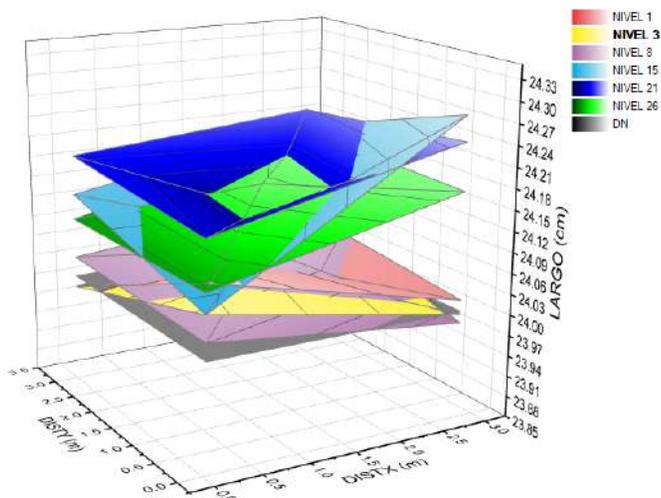
Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 145

Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 2 quema 2.



Nota. Comportamiento en la variación del largo representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas

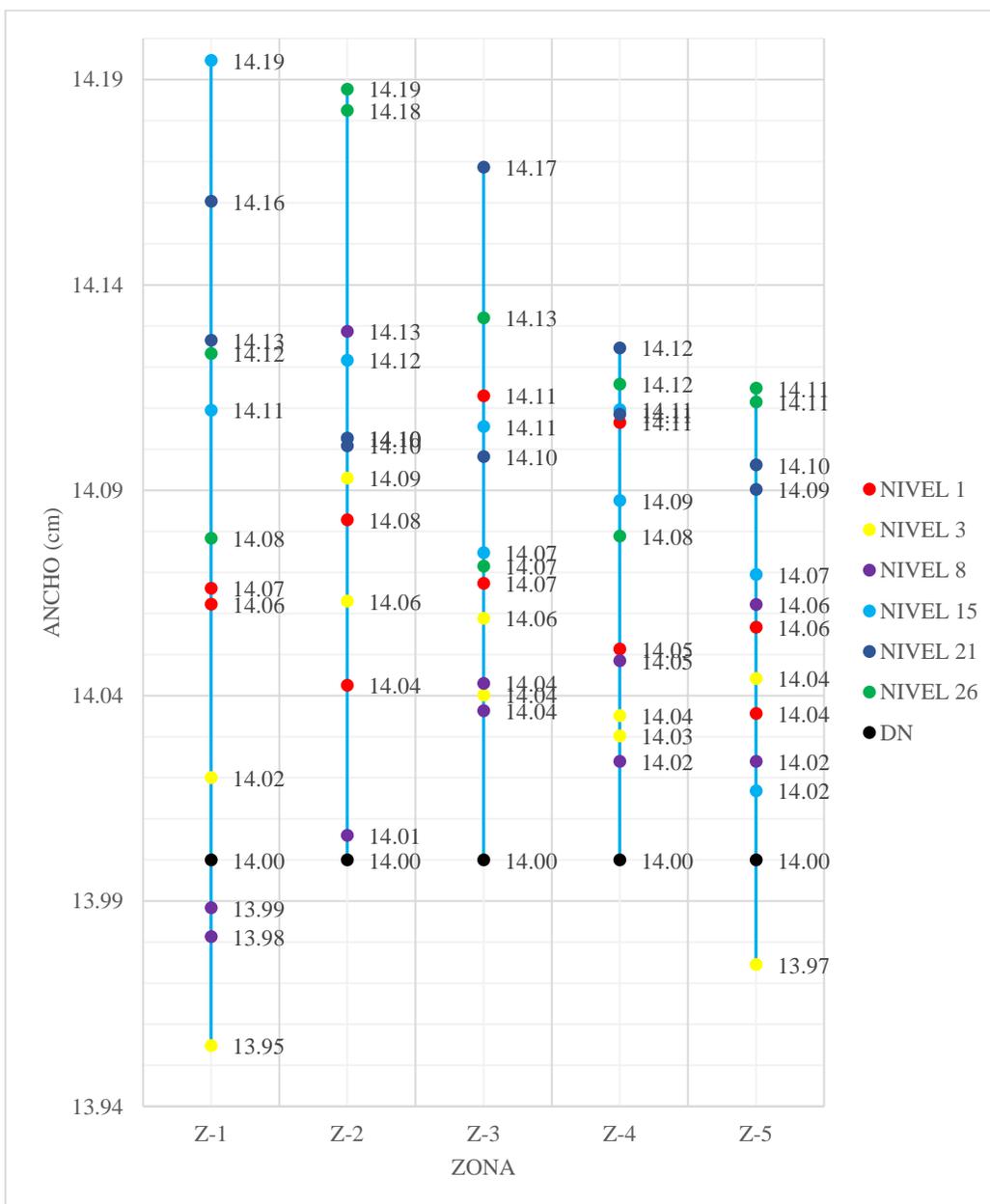
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	14,19	13,95	14,07	0,07	0,5%	14,00
Zona 2	14,19	14,01	14,10	0,05	0,4%	14,00
Zona 3	14,17	14,04	14,08	0,04	0,3%	14,00
Zona 4	14,12	14,02	14,08	0,04	0,3%	14,00
Zona 5	14,11	13,97	14,06	0,04	0,3%	14,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 146

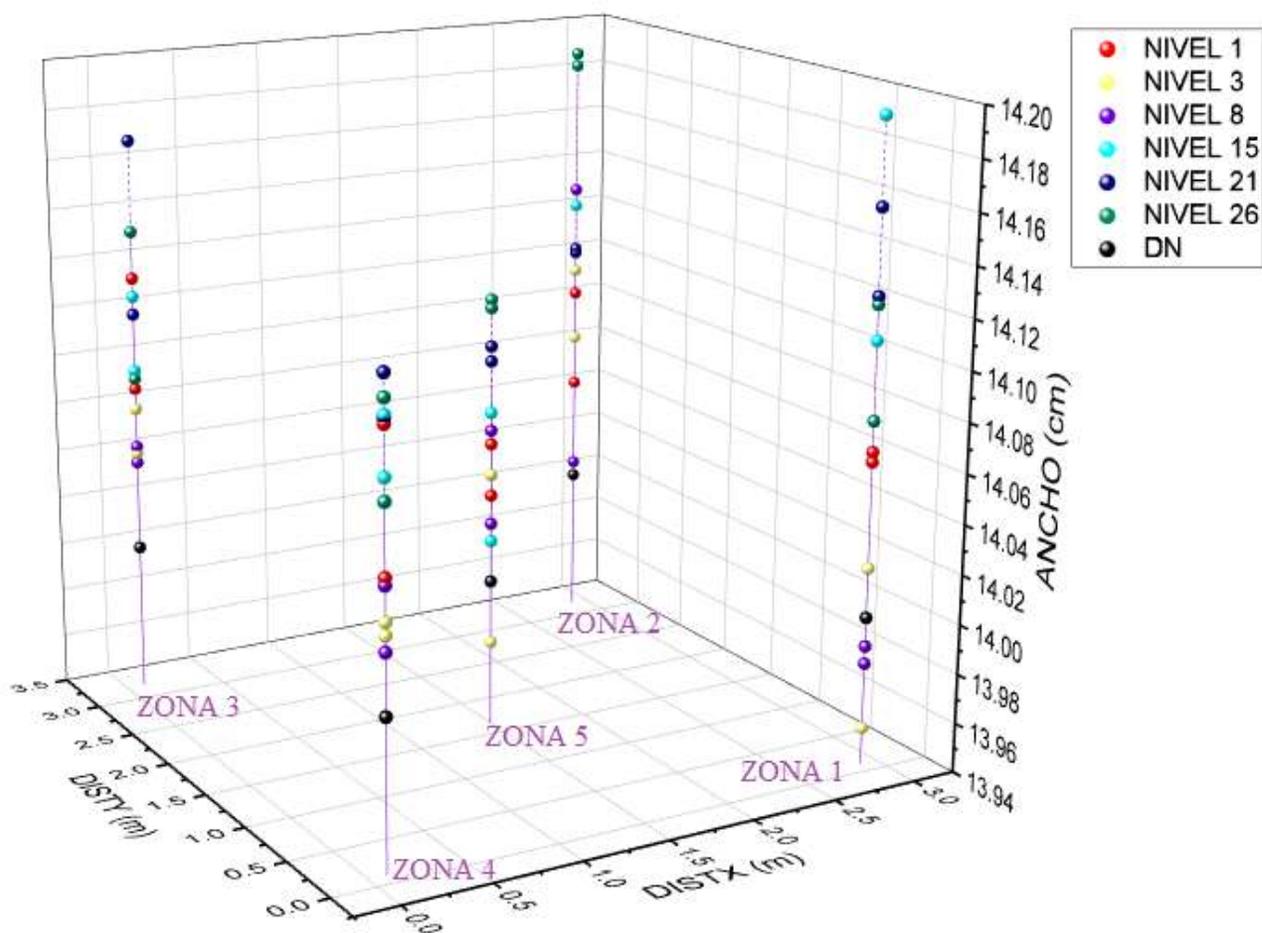
Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 147

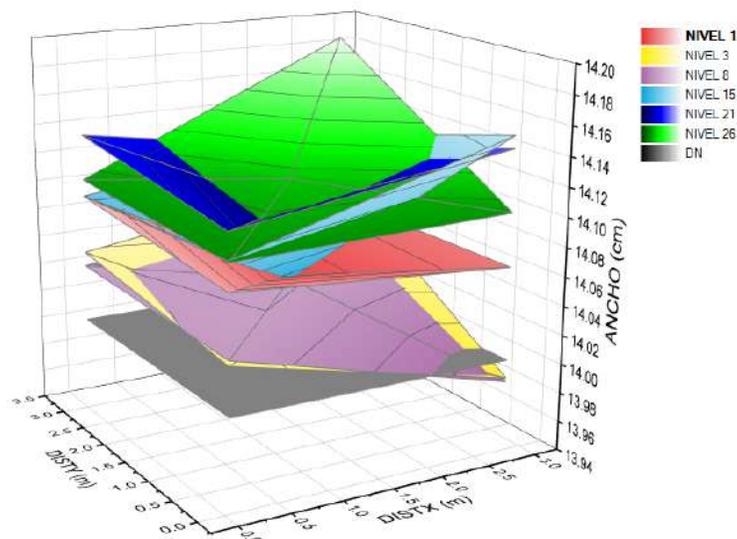
Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 148

Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 2.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 100

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

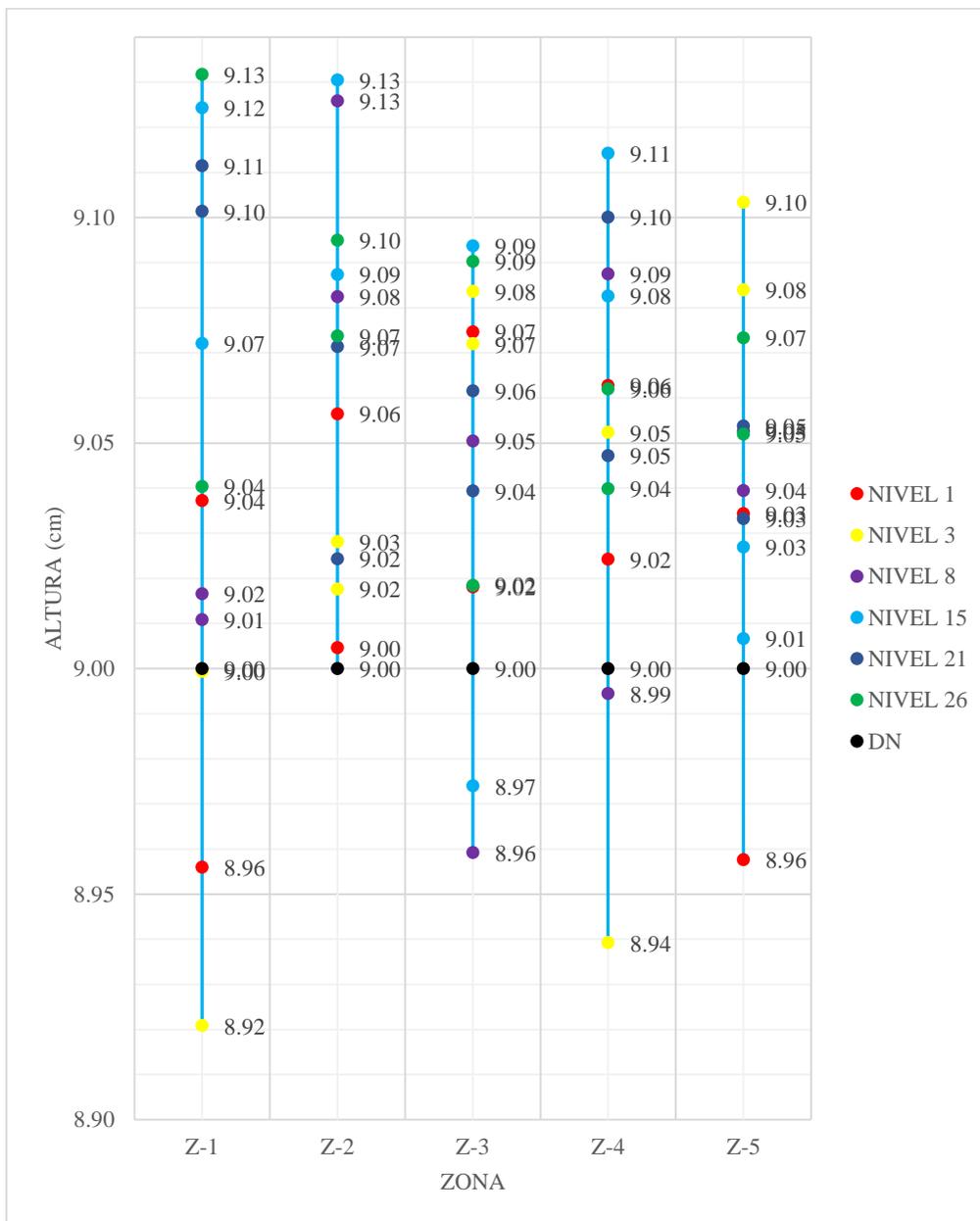
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	9,13	8,92	9,04	0,07	0,74%	9,00
Zona 2	9,13	9,00	9,07	0,04	0,46%	9,00
Zona 3	9,09	8,96	9,05	0,04	0,49%	9,00
Zona 4	9,11	8,94	9,05	0,05	0,53%	9,00
Zona 5	9,10	8,96	9,04	0,04	0,42%	9,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 149

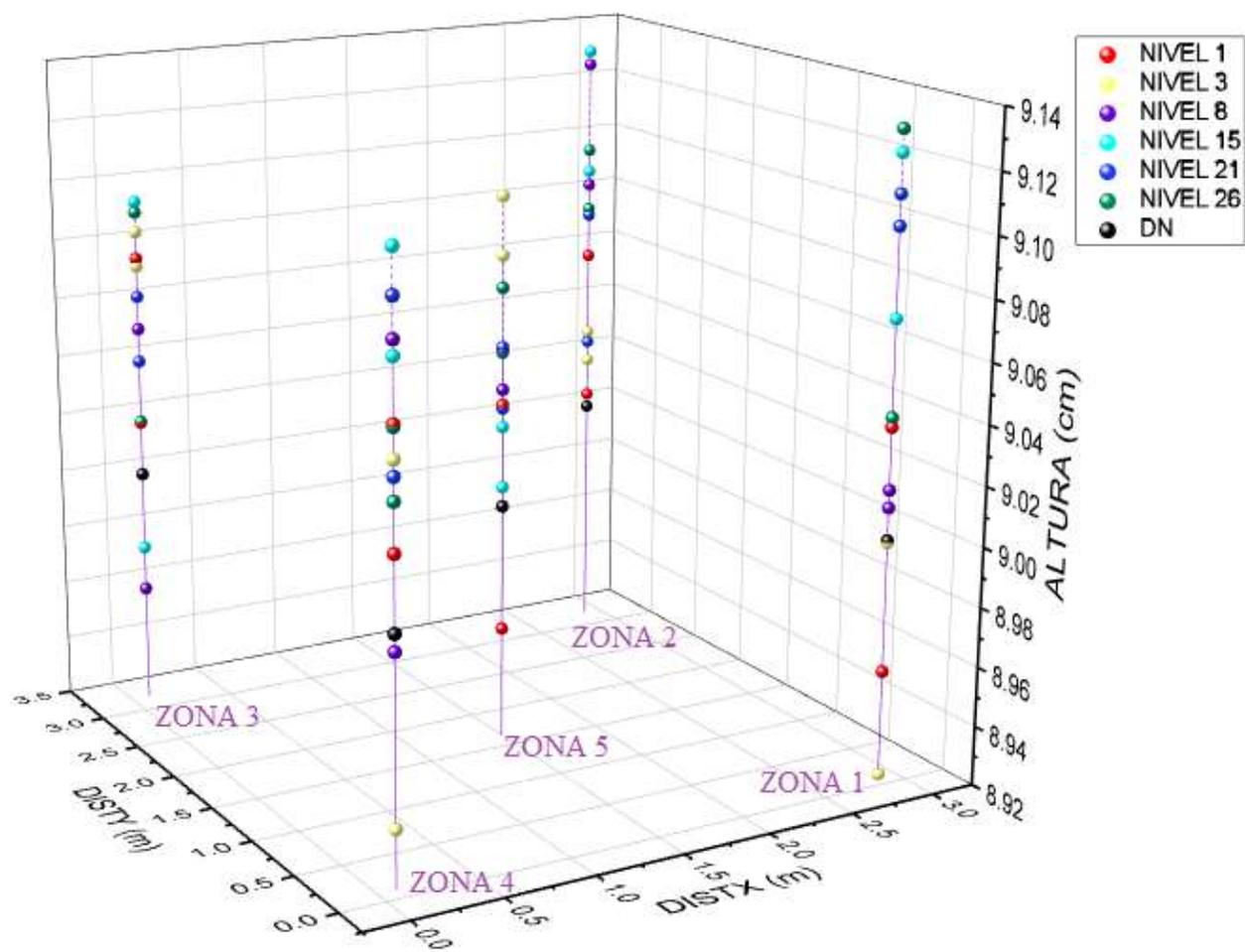
Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura, por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 150

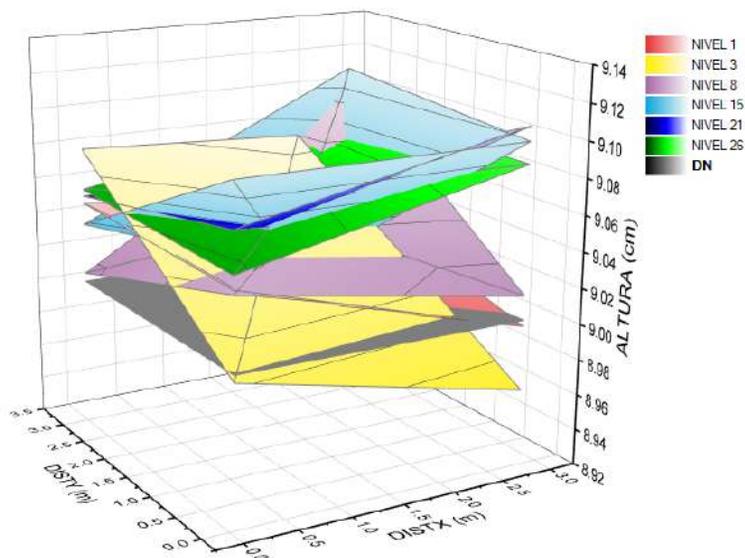
Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 151

Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 2 quema 2.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101

Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 de la variación dimensional.

Zona	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	NTP 331.017
Zona 1	-1,15	-0,72	-0,44	CUMPLE
Zona 2	-1,17	-1,01	-0,66	CUMPLE
Zona 3	-0,65	-0,84	-0,45	CUMPLE
Zona 4	-0,85	-0,77	-0,51	CUMPLE
Zona 5	-0,89	-0,58	-0,43	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 102

Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 3 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 de la Variación dimensional.

Zona	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	NTP E-070 del RNE
Zona 1	-0,5%	-0,5%	-0,5%	ladrillo v
Zona 2	-0,5%	-0,7%	-0,7%	ladrillo v
Zona 3	-0,3%	-0,6%	-0,5%	ladrillo v
Zona 4	-0,4%	-0,5%	-0,6%	ladrillo v
Zona 5	-0,4%	-0,4%	-0,5%	ladrillo v

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103

Grado de dispersión del largo de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.

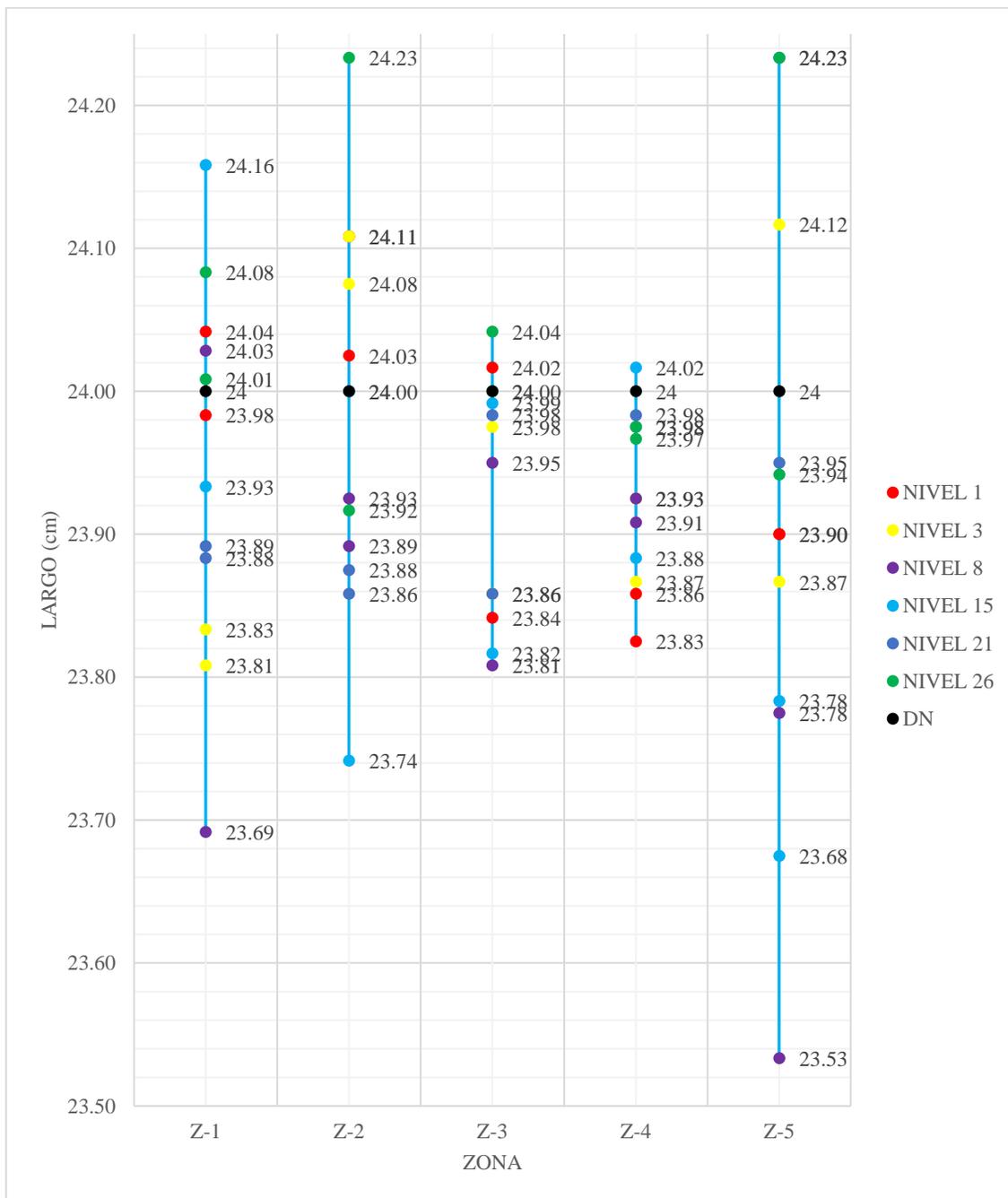
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	24,16	23,69	23,95	0,13	0,5%	24,00
Zona 2	24,23	23,74	23,98	0,14	0,6%	24,00
Zona 3	24,04	23,81	23,93	0,09	0,4%	24,00
Zona 4	24,02	23,83	23,93	0,06	0,2%	24,00
Zona 5	24,23	23,53	23,91	0,21	0,9%	24,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 152

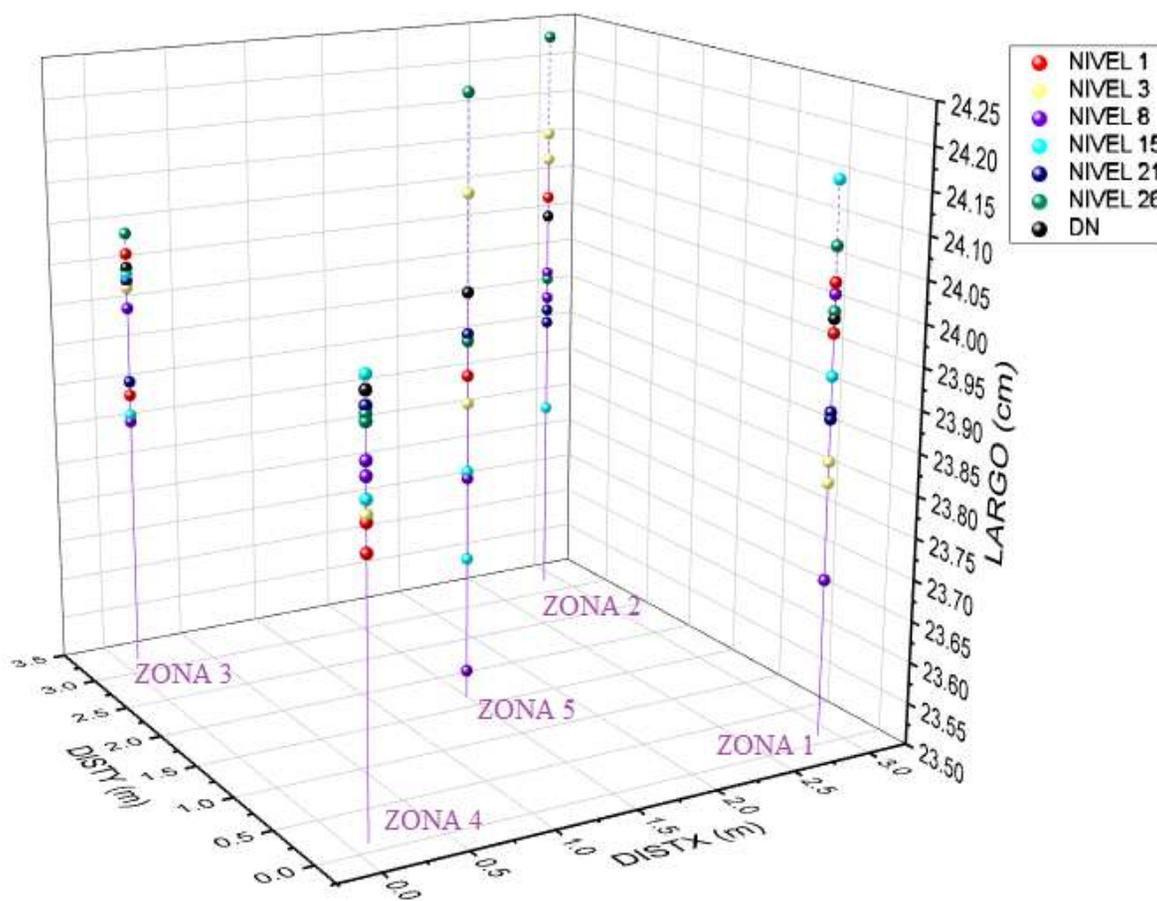
Dispersión de datos del largo de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 153

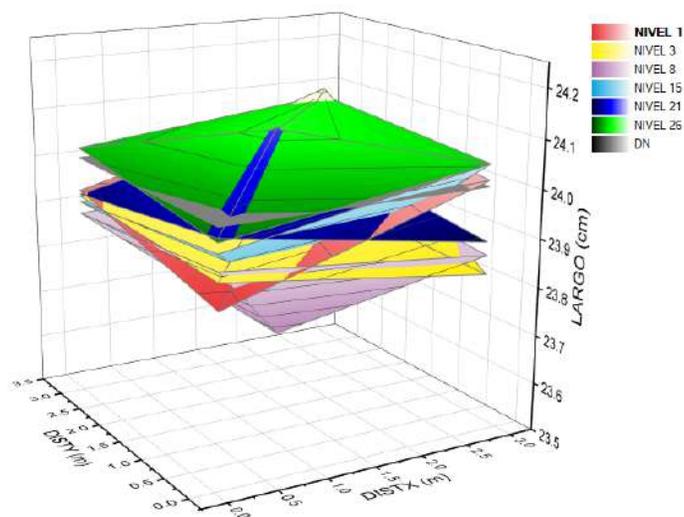
Representación de la dispersión del largo por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación del largo por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 154

Representación del comportamiento de la variación dimensional - largo en planos de cada nivel en el horno 2 quema 4.



Nota. Comportamiento en la variación del largo representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 104

Grado de dispersión del ancho de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.

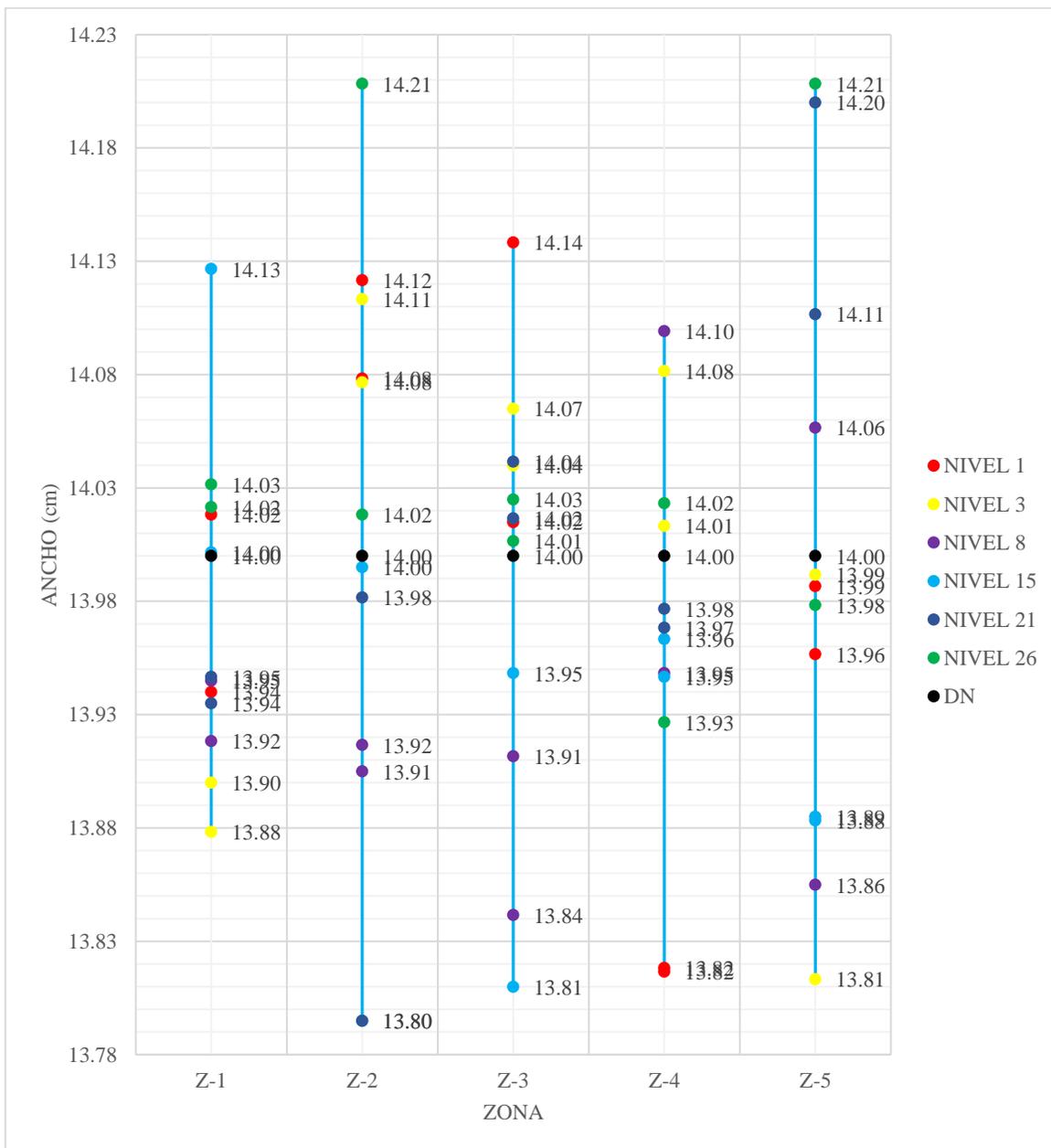
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	14,13	13,88	13,97	0,07	0,5%	14,00
Zona 2	14,21	13,80	14,00	0,13	0,9%	14,00
Zona 3	14,14	13,81	13,97	0,09	0,7%	14,00
Zona 4	14,10	13,82	13,97	0,09	0,6%	14,00
Zona 5	14,21	13,81	13,99	0,13	0,9%	14,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 155

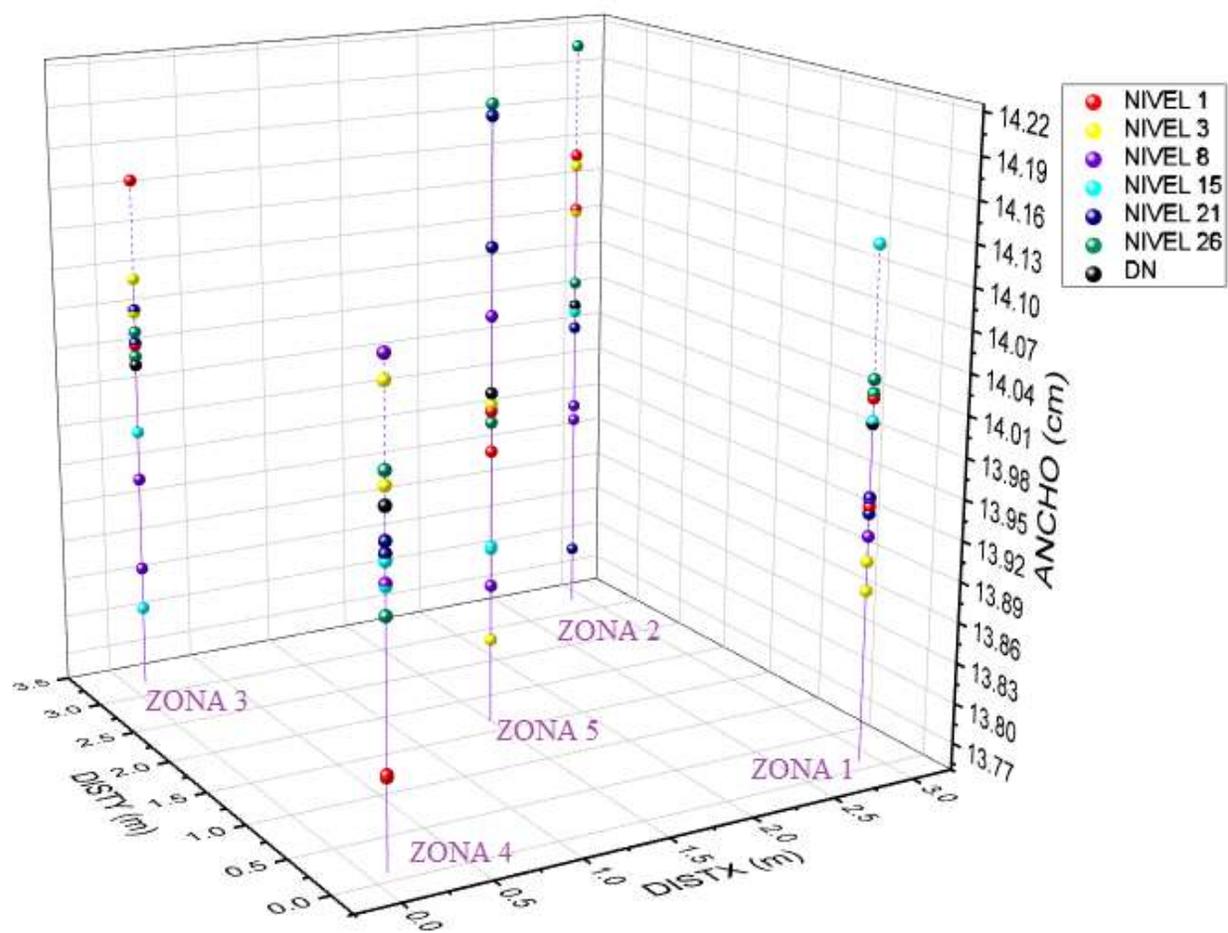
Dispersión de datos del ancho de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 156

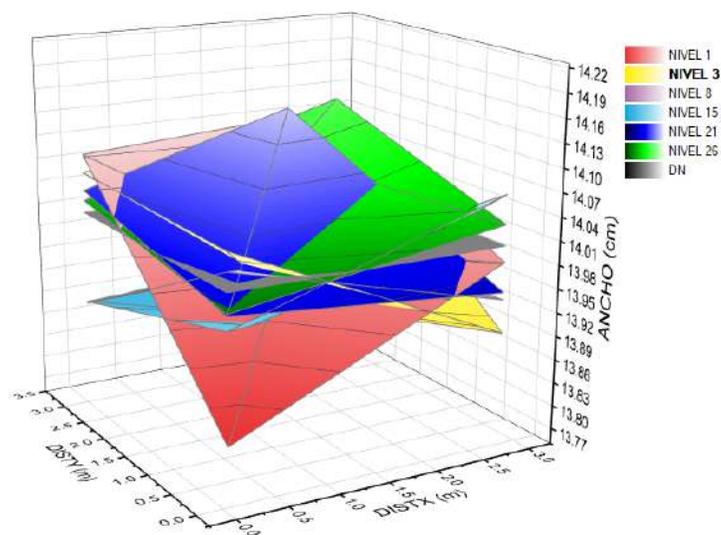
Representación de la dispersión del ancho por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 157

Representación del comportamiento de la variación dimensional - ancho en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 4.



Nota. Comportamiento en la variación del ancho representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 105

Grado de dispersión de la altura de las muestras determinada por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.

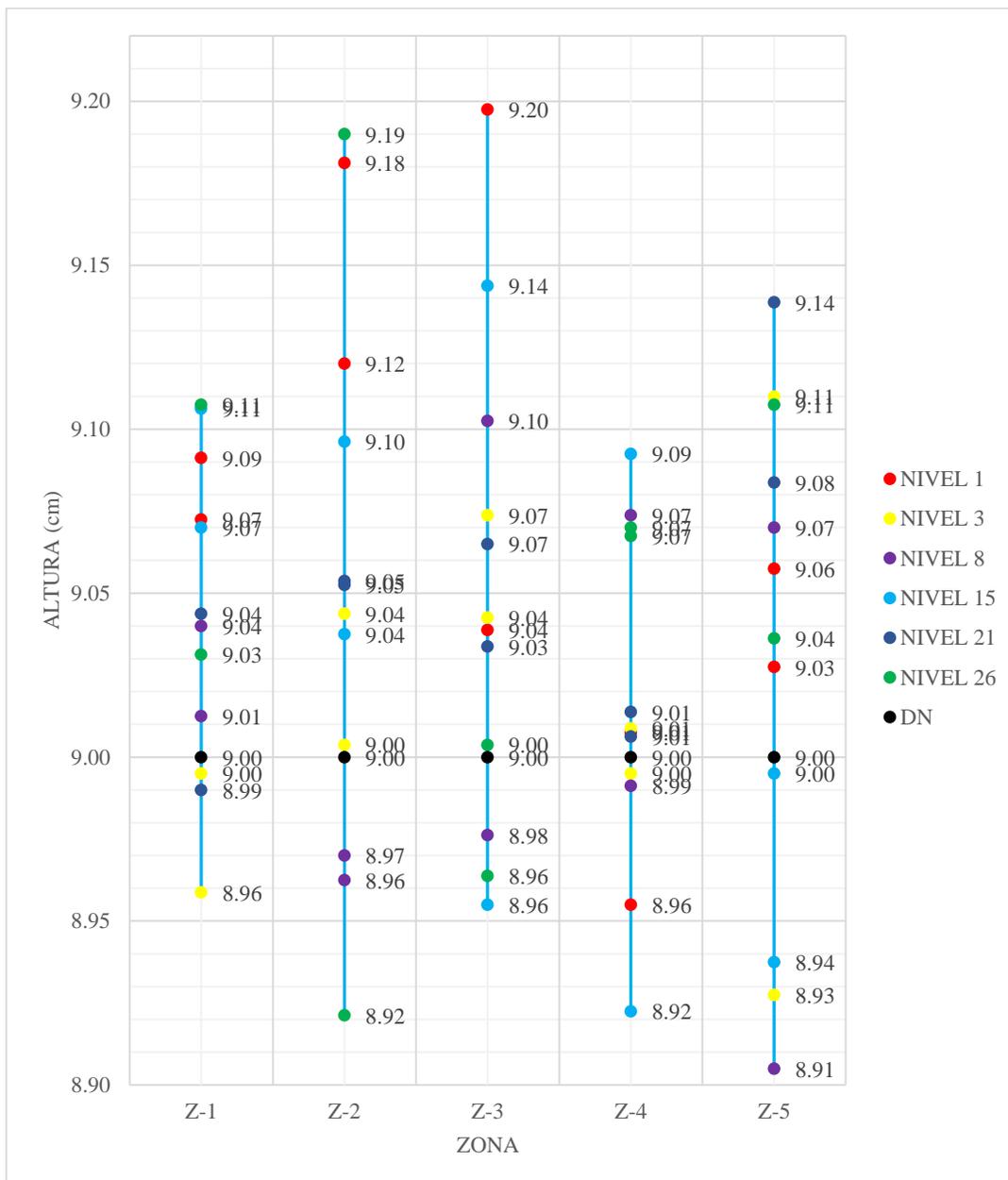
Zona	Máximo (cm)	Mínimo (cm)	Promedio (cm)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	DN (cm)
Zona 1	9,11	8,96	9,04	0,05	0,53%	9,00
Zona 2	9,19	8,92	9,05	0,08	0,92%	9,00
Zona 3	9,20	8,96	9,02	0,07	0,81%	9,00
Zona 4	9,09	8,92	9,02	0,05	0,56%	9,00
Zona 5	9,14	8,91	9,03	0,08	0,85%	9,00

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos; DN medida especificada por el fabricante.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 158

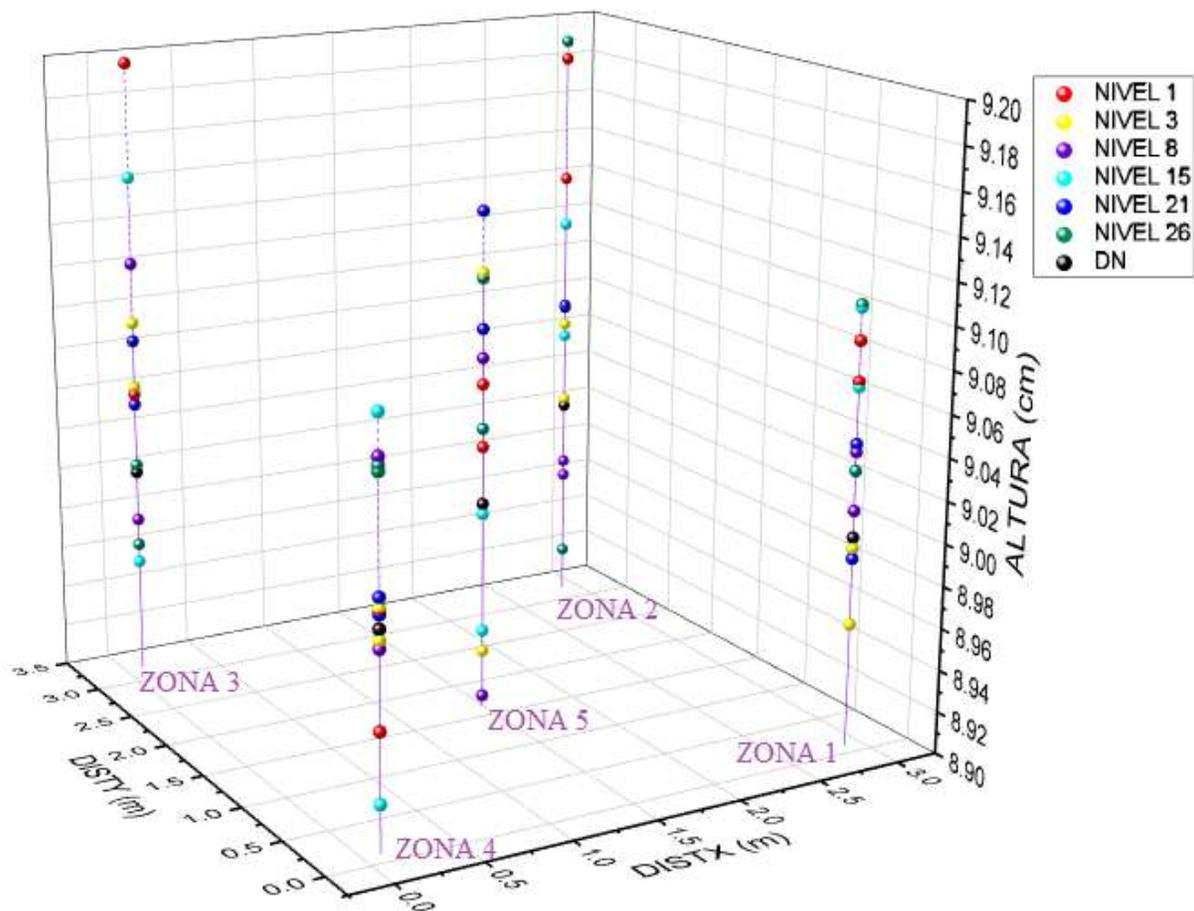
Dispersión de datos de la altura de las muestras por zonas en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura, por zonas del ladrillo. Fuente: Elaboración propia.

Figura 159

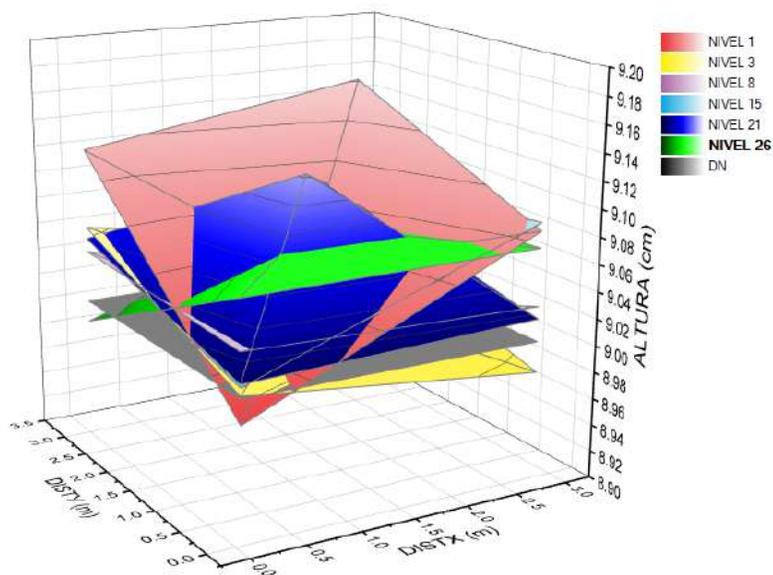
Representación de la dispersión de la altura por zonas de la prueba de variación dimensional por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura por zonas en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 160

Representación del comportamiento de la variación dimensional - altura en planos de cada nivel en el horno 2 quema 4.



Nota. Comportamiento en la variación de la altura representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 106

Clasificación según la norma E-331.017 por zonas en la quema 4 con chimeneas - Horno

Artesanal 2 de la variación dimensional.

Zona	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	NTP 331.017
Zona 1	0,55	0,28	-0,43	CUMPLE
Zona 2	0,20	0,00	-0,53	CUMPLE
Zona 3	0,72	0,12	-0,50	CUMPLE
Zona 4	0,74	0,35	-0,17	CUMPLE
Zona 5	0,91	0,07	-0,33	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 107

Clasificación según la norma E-070 por zonas en la quema 4 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 de la Variación dimensional.

Zona	Largo (%)	Ancho (%)	Alto (%)	NTP E-070 del RNE
Zona 1	0,2%	0,2%	-0,5%	ladrillo v
Zona 2	0,1%	0,0%	-0,6%	ladrillo v
Zona 3	0,3%	0,1%	-0,6%	ladrillo v
Zona 4	0,3%	0,2%	-0,2%	ladrillo v
Zona 5	0,4%	0,0%	-0,4%	ladrillo v

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

5.2.5 Determinación del Porcentaje de Vacíos

- Los resultados de la prueba de porcentaje de vacíos del ladrillo King Kong 18 huecos de 12x9x24 del horno artesanal 1 sin chimeneas con chimeneas (el porcentaje de vacíos (PROMEDIO) que tenemos en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel), se utilizó para graficar la relación entre el porcentaje de vacíos promedio, porcentaje de vacíos máximo y porcentaje de vacíos mínimo en cada nivel, su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070:

 **Máxima (%):** porcentaje de vacíos máximo alcanzada por nivel.

 **Mínima (%):** porcentaje de vacíos mínimo alcanzada por nivel.

 **Promedio (%):** porcentaje de vacíos promedio alcanzada por nivel.

 **Desviación estándar:** desviación estándar calculada por nivel.

 **Coefficiente de variación:** coeficiente de variación establecida por la norma NTP E – 070.

Tabla 108

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	12.7%	11.9%	12.2%	0.2%	2.0%
Nivel 3	13.2%	12.7%	12.9%	0.1%	1.1%
Nivel 8	15.2%	12.7%	13.1%	0.7%	5.7%
Nivel 15	12.9%	12.3%	12.6%	0.2%	1.6%
Nivel 22	12.9%	12.3%	12.6%	0.2%	1.6%
Nivel 30	12.9%	12.4%	12.6%	0.1%	1.2%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 109

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 1 quema 3 con chimeneas.

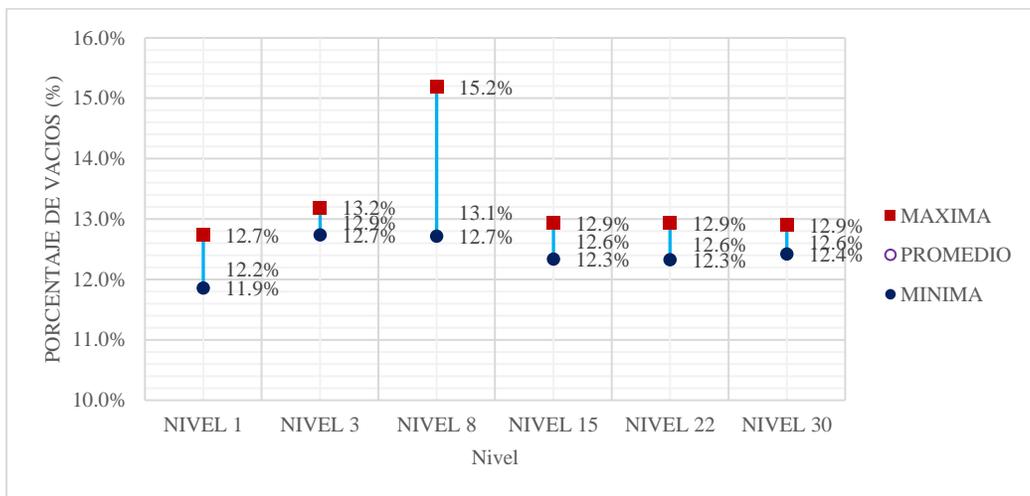
Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	13.1%	12.4%	12.7%	0.2%	1.6%
Nivel 3	14.0%	12.1%	12.6%	0.7%	5.6%
Nivel 8	12.8%	12.3%	12.5%	0.1%	1.2%
Nivel 15	13.4%	12.7%	12.9%	0.2%	1.6%
Nivel 22	12.9%	11.1%	12.4%	0.5%	4.0%
Nivel 30	13.1%	12.5%	12.7%	0.2%	1.6%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- La siguientes graficas representan la relación del porcentaje de vacíos promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el horno artesanal 1.

Figura 161

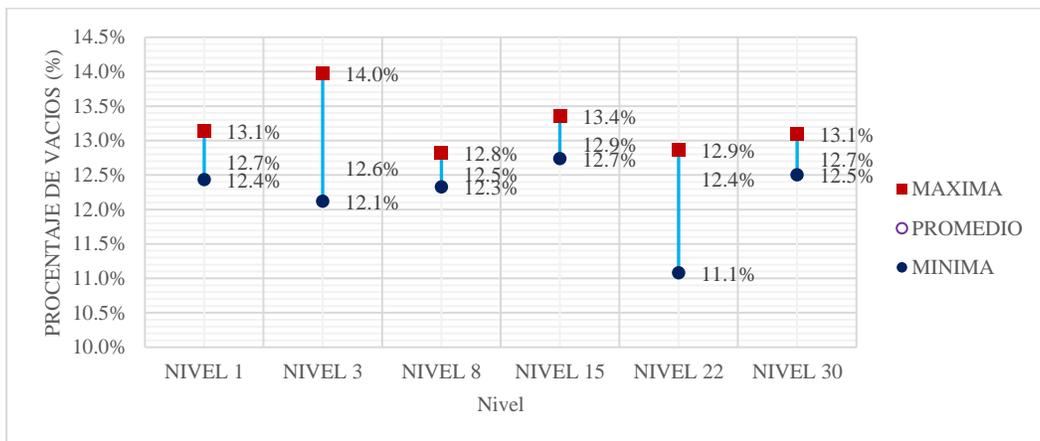
Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 162

Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 con chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 30 % de porcentaje de vacíos, verificamos los resultados obtenidos de la prueba de porcentaje de vacíos realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 1, con chimeneas y sin chimeneas.
- La norma NTP 331.017 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 25 % de porcentaje de vacíos; verificamos los resultados obtenidos de la prueba de porcentaje de vacíos realizadas para las dos quemas en el Horno Artesanal 1, con chimeneas y sin chimeneas.

Tabla 110

Clasificación según la norma NTP E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos				
Nivel	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	12.183%	1040	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 3	12.950%	948	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 8	13.113%	1000	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 15	12.642%	914	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 22	12.586%	822	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 30	12.628%	729	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 111

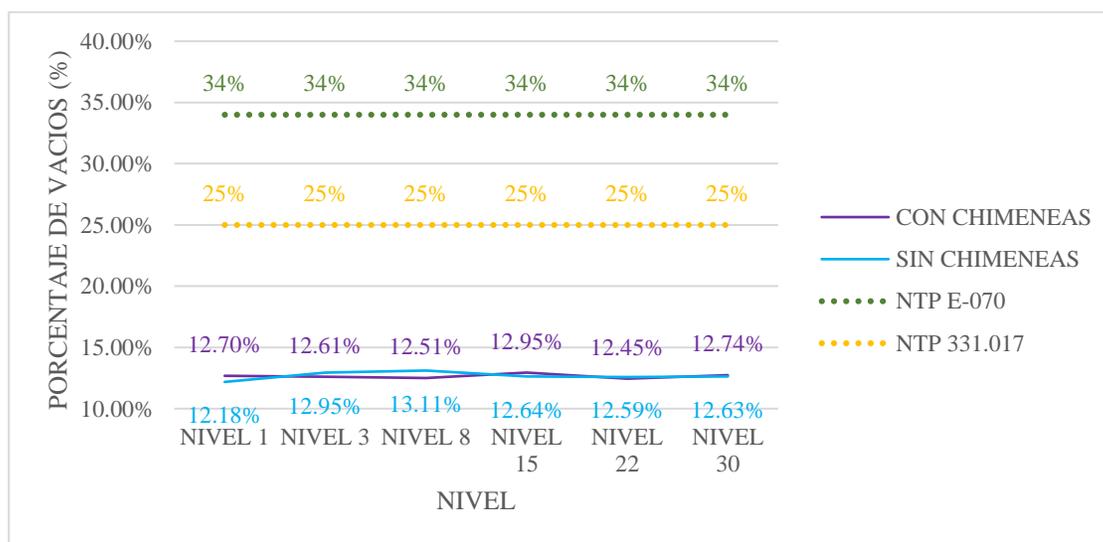
Clasificación según la norma NTP E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.

PORCENTAJE DE VACIOS				
Nivel	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	12.695%	954	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 3	12.607%	927	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 8	12.515%	870	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 15	12.946%	862	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 22	12.448%	754	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 30	12.735%	687	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 163

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación del porcentaje de vacíos por zonas Horno artesanal 1.

Tabla 112

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 1 sin chimeneas.

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Porcentaje de vacíos (%)
Zona 1	13,19%	12,18%	12,73%	0,30%	2,32%	1,01%
Zona 2	15,19%	11,86%	12,85%	0,84%	6,56%	3,33%
Zona 3	12,83%	12,06%	12,58%	0,22%	1,77%	0,78%
Zona 4	13,01%	12,16%	12,65%	0,30%	2,34%	0,85%
Zona 5	13,06%	11,97%	12,60%	0,30%	2,37%	1,10%

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos, Δ rango de porcentaje de vacíos. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 113

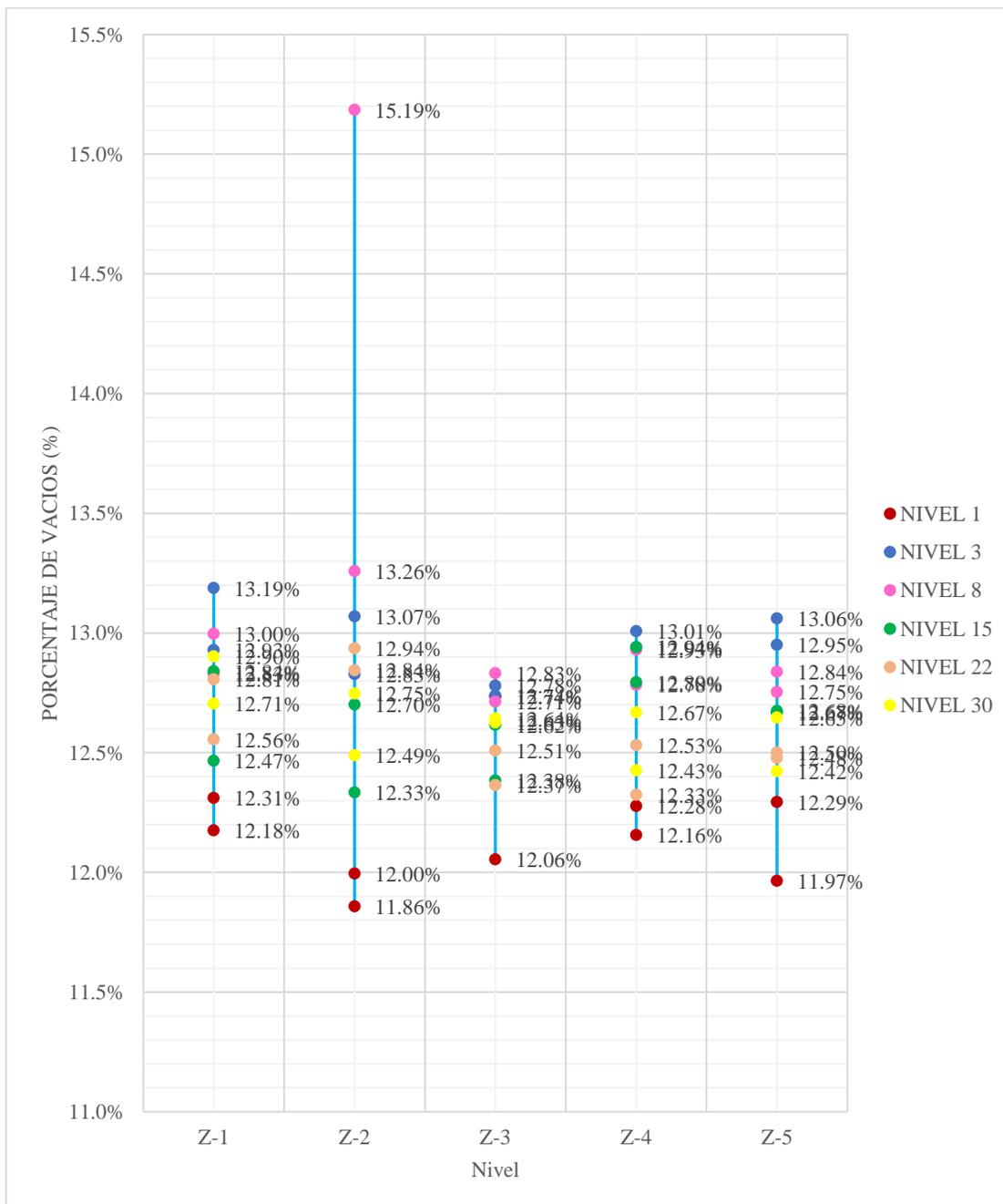
Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 1 sin chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.

Zona	Porcentaje de vacíos (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	12,73%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 2	12,85%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 3	12,58%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 4	12,65%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 5	12,60%	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Clasificación por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 164

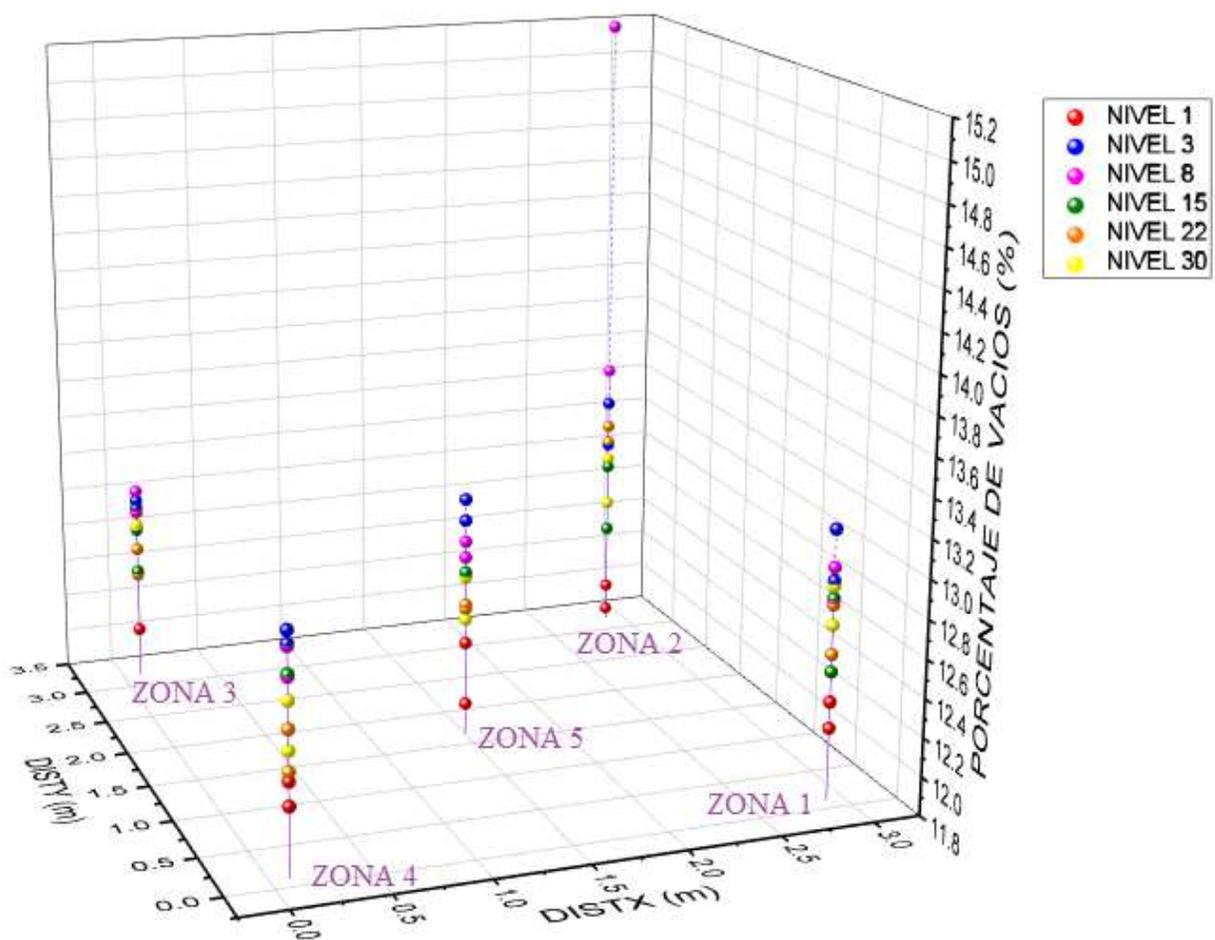
Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 1 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 165

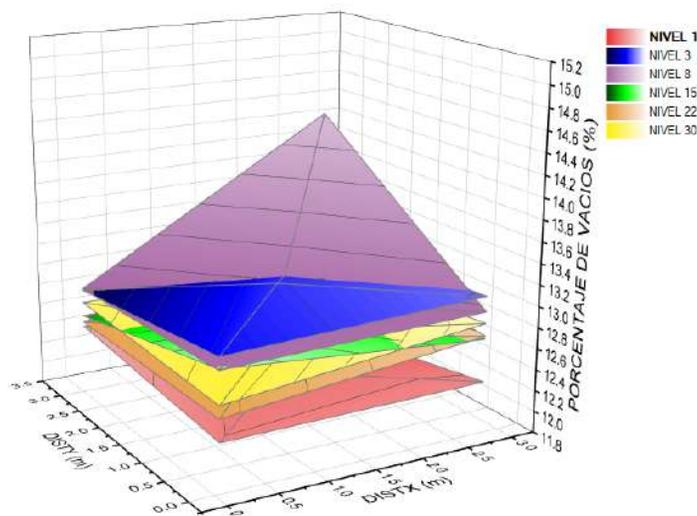
Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 1 quema 1 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de vacíos en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 166

Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 1 quema 1.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 114

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 1 quema 3 sin chimeneas.

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Porcentaje de vacíos (%)
Zona 1	13,0%	12,1%	12,5%	0,3%	2,0%	0,86%
Zona 2	13,4%	12,3%	12,7%	0,3%	2,4%	1,10%
Zona 3	14,0%	12,4%	12,8%	0,4%	3,5%	1,63%
Zona 4	12,9%	11,1%	12,5%	0,5%	4,0%	1,83%
Zona 5	13,9%	12,4%	12,8%	0,4%	3,3%	1,54%

Nota. Para las zonas presentados se usó 12 ladrillos, Δ rango de porcentaje de vacíos. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 115

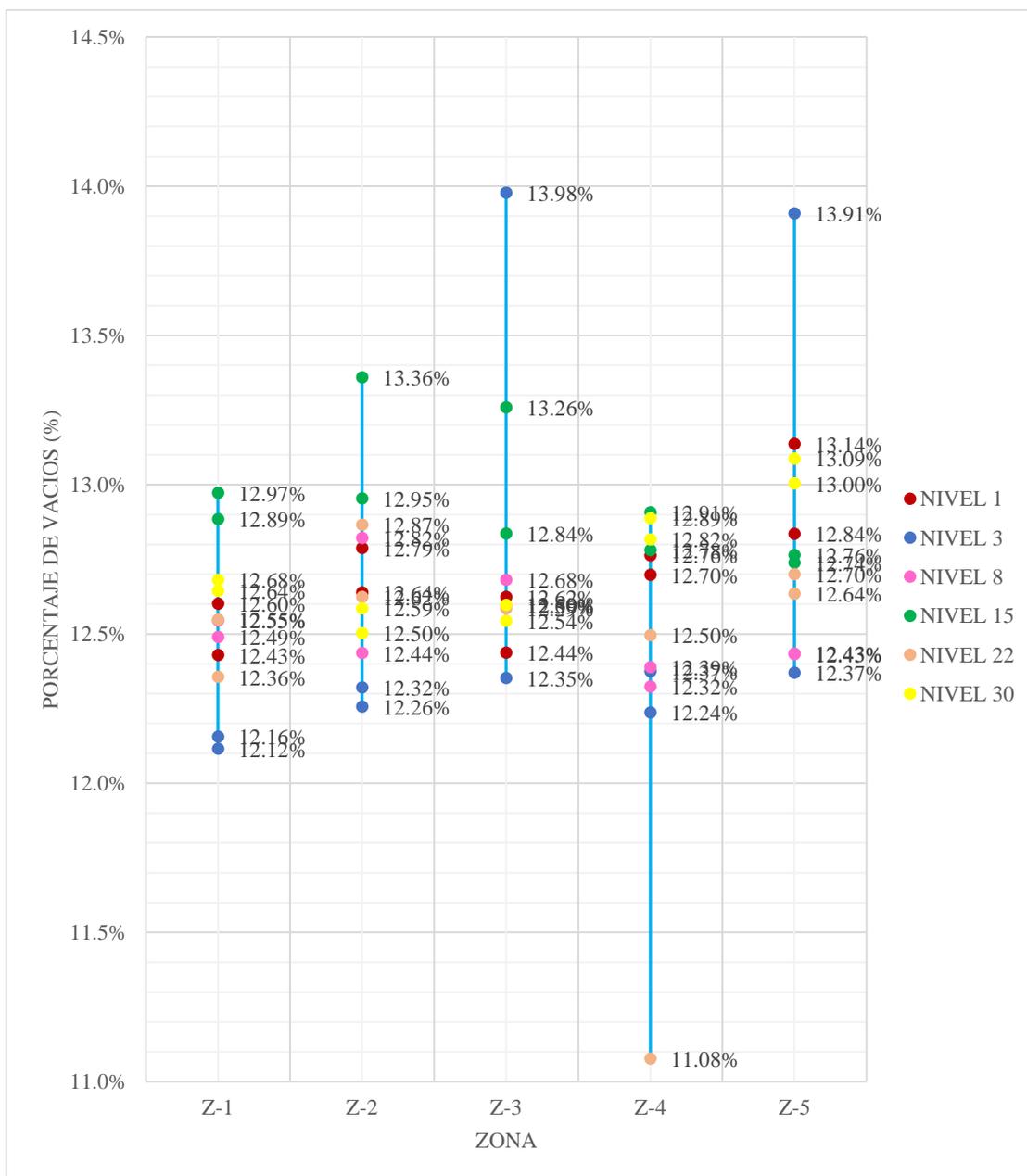
Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 3 con chimeneas - Horno Artesanal 1 del porcentaje de vacíos.

Zona	Porcentaje de vacíos (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	12,54%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 2	12,68%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 3	12,76%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 4	12,48%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 5	12,84%	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 167

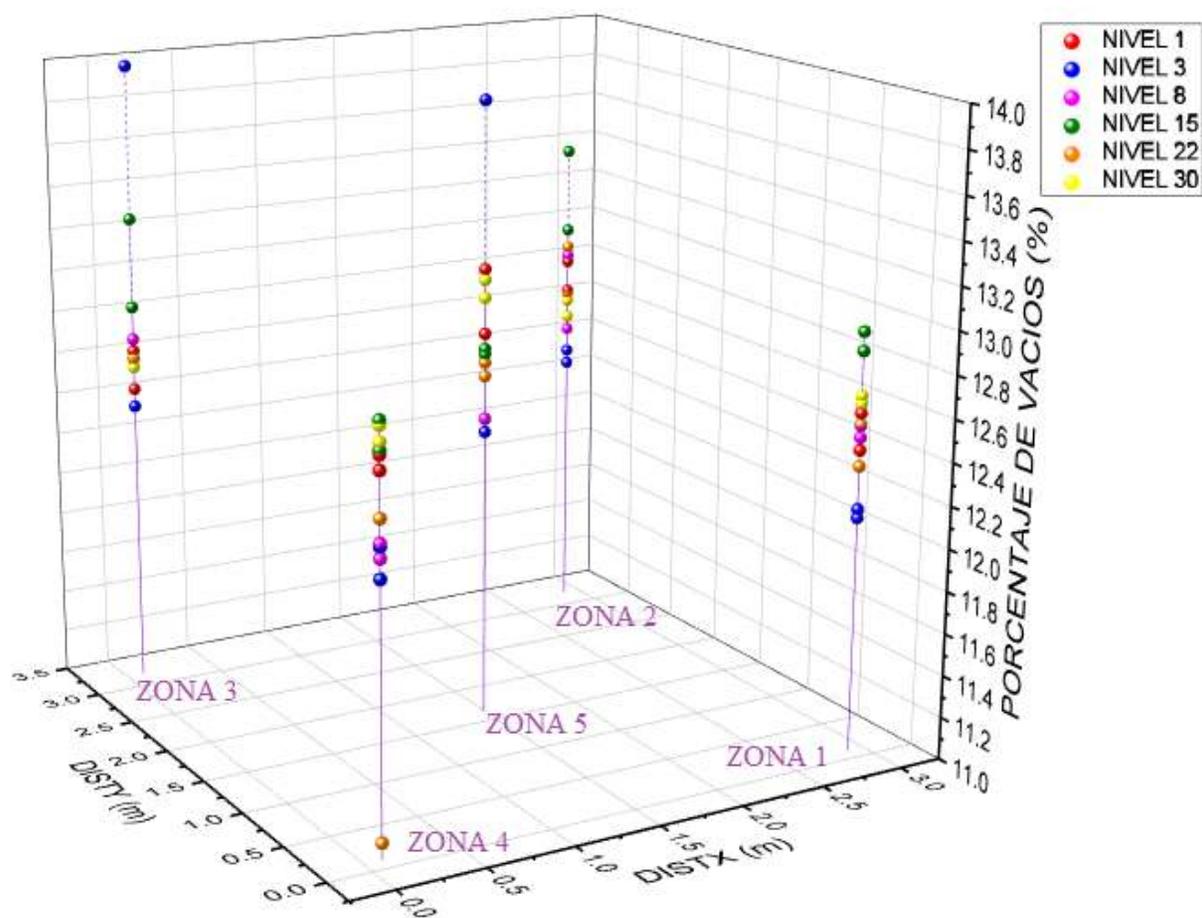
Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 1 realizada en la quema 3 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 168

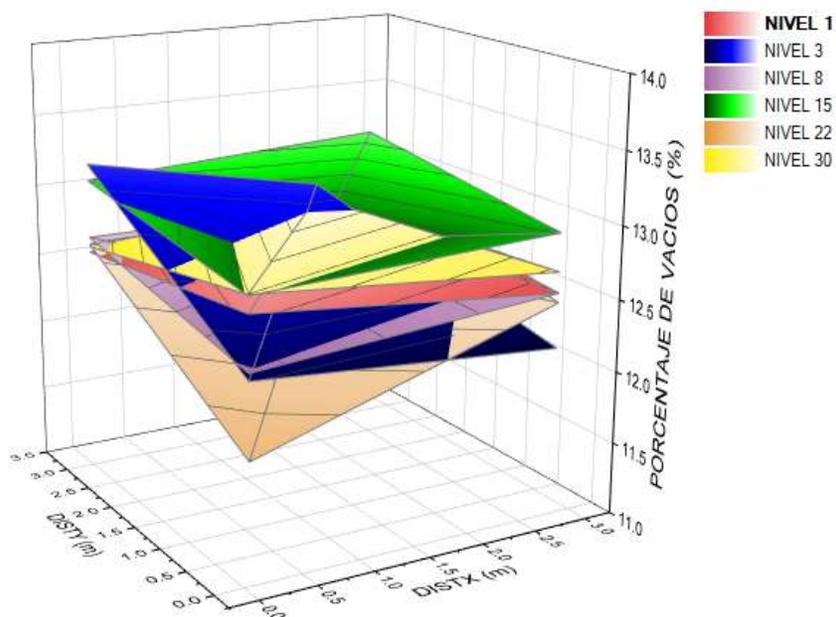
Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 1 quema 3 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de vacíos en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 169

Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 1 quema 3.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

- Los resultados de la prueba de porcentaje de vacíos del ladrillo King Kong 18 huecos de 14x9x24 del horno artesanal 2 sin chimeneas con chimeneas (el porcentaje de vacíos (PROMEDIO) que tenemos en el siguiente cuadro es el promedio de 10 muestras por cada nivel), se utilizó para graficar la relación entre el porcentaje de vacíos promedio, porcentaje de vacíos máximo y porcentaje de vacíos mínimo en cada nivel, su desviación estándar y el coeficiente de variación establecida según la norma NTP E -070:

Tabla 116

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	15.4%	14.9%	15.2%	0.1%	0.8%
Nivel 3	15.3%	14.7%	15.0%	0.2%	1.0%
Nivel 8	15.4%	14.7%	14.9%	0.2%	1.4%
Nivel 15	15.1%	14.8%	14.9%	0.1%	0.6%
Nivel 21	15.5%	15.1%	15.2%	0.1%	0.8%
Nivel 26	15.3%	15.0%	15.1%	0.1%	0.6%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

Tabla 117

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos, en el Horno Artesanal 2 quema 4 con chimeneas.

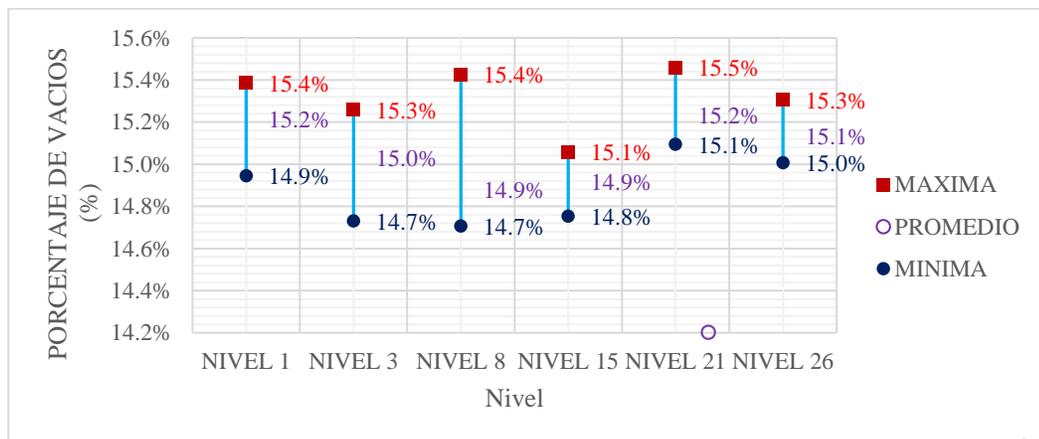
Nivel	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación
Nivel 1	18.8%	14.8%	16.4%	1.6%	9.5%
Nivel 3	17.6%	14.4%	16.1%	1.4%	8.9%
Nivel 8	17.7%	16.6%	17.2%	0.3%	1.8%
Nivel 15	21.7%	20.6%	21.0%	0.3%	1.5%
Nivel 21	22.1%	20.9%	21.4%	0.3%	1.6%
Nivel 26	20.9%	19.7%	20.3%	0.4%	1.9%

Nota. Para cada nivel se usó 10 ladrillos. Fuente: Elaboración propia

- La siguientes graficas representan la relación del porcentaje de vacíos promedio, máximo y mínimo alcanzada en cada nivel en el horno artesanal 2.

Figura 170

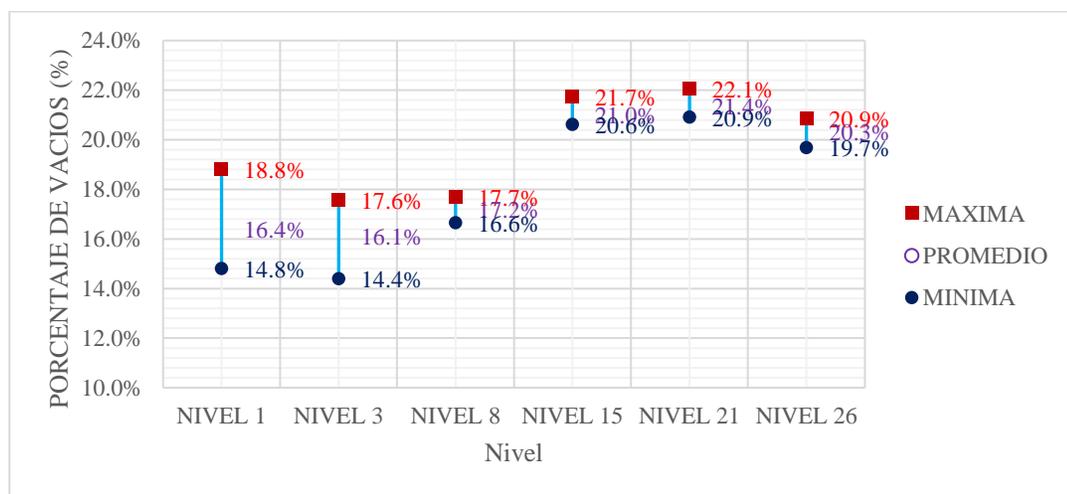
Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 171

Dispersión de datos del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- La norma NTP E – 070 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 30 % de porcentaje de vacíos, verificamos los resultados obtenidos para las dos quemas en el horno artesanal 2.
- La norma NTP 331.017 establece para las unidades de arcilla no serán mayor a 25 % de porcentaje de vacíos.

Tabla 118

Clasificación según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 2 sin chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos				
Nivel	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	15.22%	1060	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 3	15.03%	1049	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 8	14.88%	927	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 15	14.92%	846	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 21	15.23%	854	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 26	15.14%	730	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 119

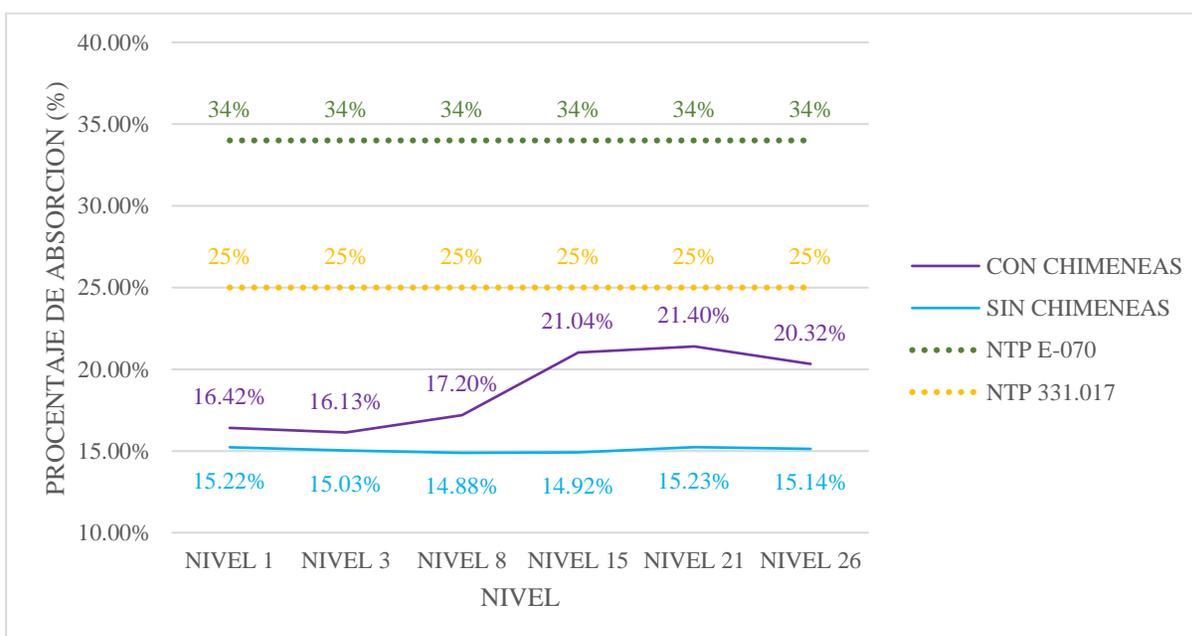
Clasificación según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.

Porcentaje de vacíos				
Nivel	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Nivel 1	16.42%	971	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 3	16.13%	958	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 8	17.20%	867	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 15	21.04%	789	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 21	21.40%	780	CUMPLE	CUMPLE
Nivel 26	20.32%	693	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento del porcentaje de vacíos por niveles. Fuente: Elaboración propia.

Figura 172

Clasificación según norma E – 070 y NTP 331.017 para la prueba de porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 en las dos quemas (sin chimeneas y con chimeneas).



Nota. Figura de clasificación por niveles. Fuente: Elaboración propia.

- Clasificación del porcentaje de vacíos por zonas Horno artesanal 2.

Tabla 120

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 2 sin chimeneas.

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Porcentaje de vacíos (%)
Zona 1	15,46%	14,73%	15,07%	0,24%	1,61%	0,73%
Zona 2	15,39%	14,71%	15,07%	0,22%	1,46%	0,68%
Zona 3	15,30%	14,81%	15,07%	0,18%	1,19%	0,49%
Zona 4	15,26%	14,73%	15,05%	0,16%	1,06%	0,53%
Zona 5	15,43%	14,75%	15,09%	0,18%	1,19%	0,67%

Nota. Para las zonas presentadas se usó 12 ladrillos, Δ rango de porcentaje de vacíos. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 121

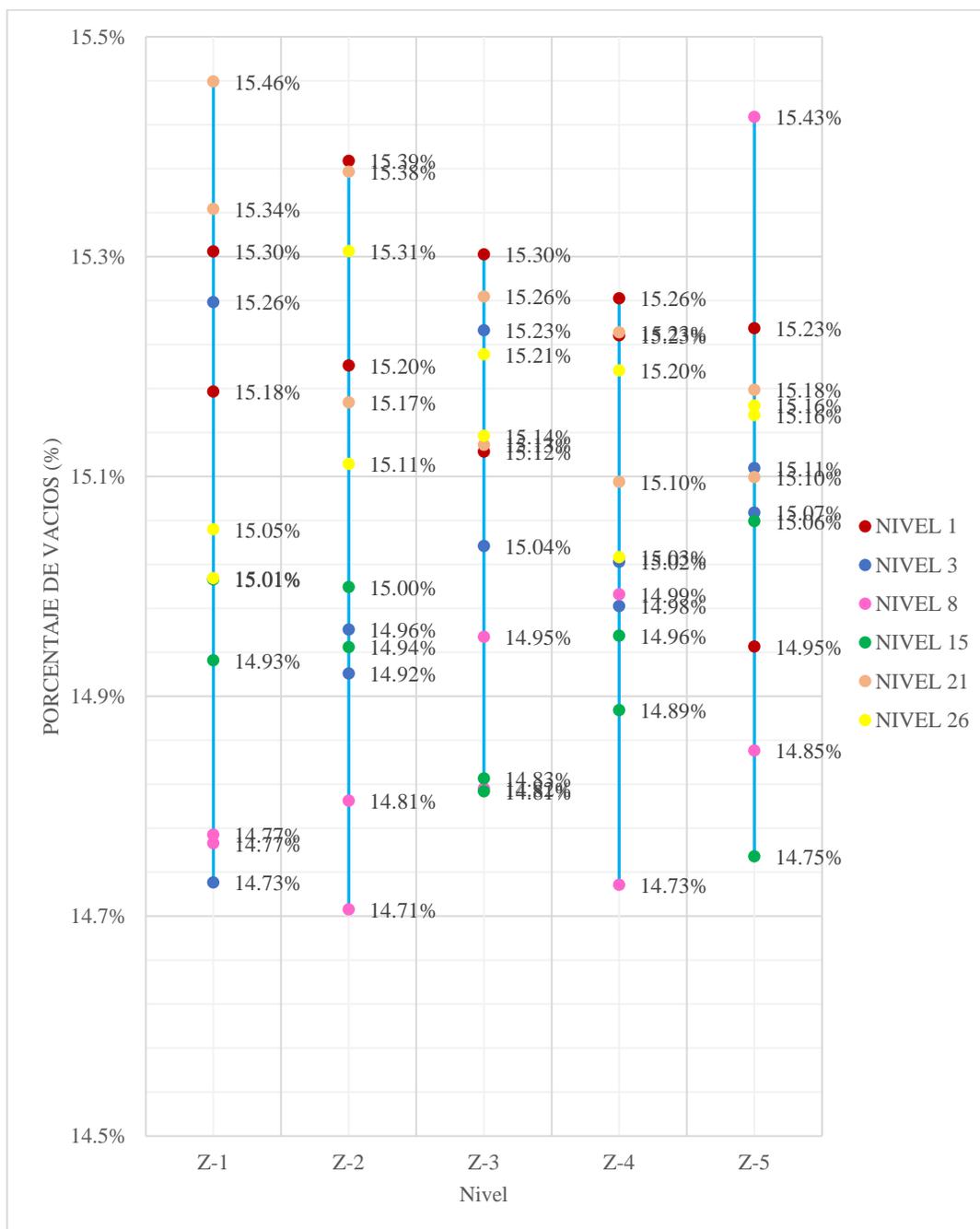
Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 2 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.

Zona	Porcentaje de vacíos (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	15,07%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 2	15,07%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 3	15,07%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 4	15,05%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 5	15,09%	CUMPLE	CUMPLE

Nota. cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 173

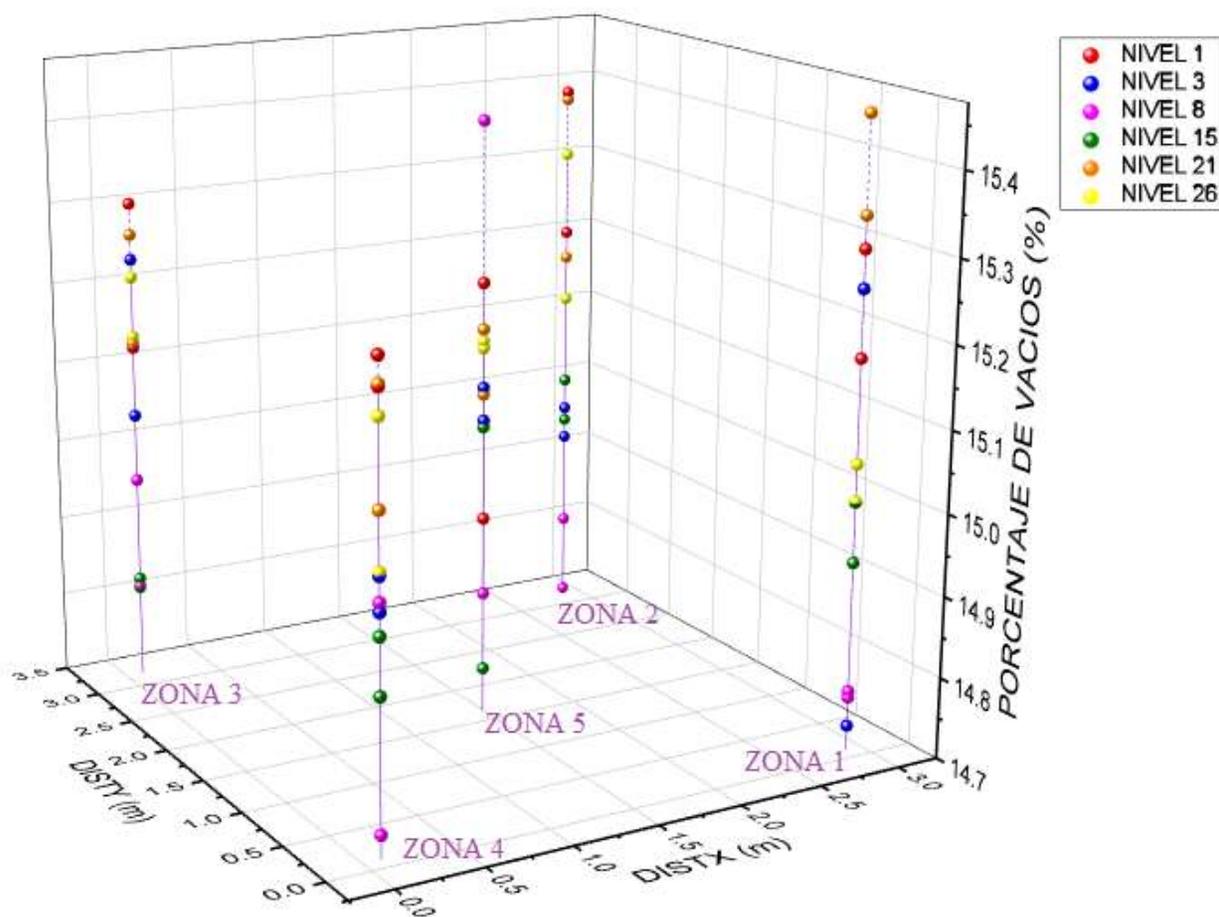
Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 2 sin chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 174

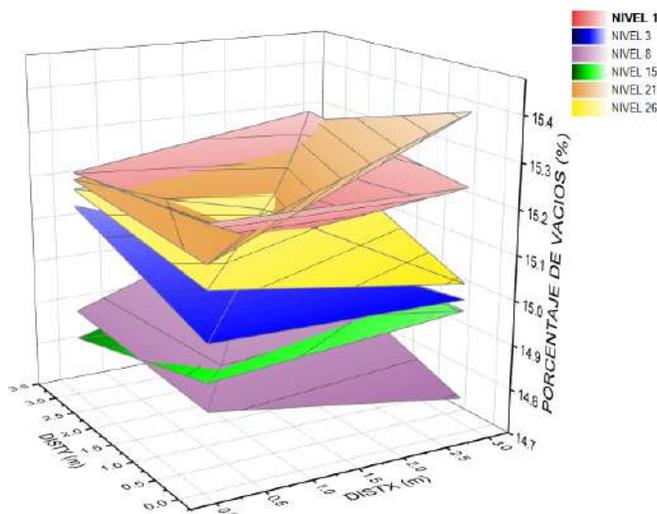
Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 2 quema 2 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de vacíos en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 175

Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 2.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos representada por superficie de cada nivel. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 122

Grado de dispersión del porcentaje de vacíos por zonas, en el Horno Artesanal 2 quema 4 sin chimeneas.

Zona	Máximo (%)	Mínimo (%)	Promedio (%)	Desviación estándar	Coefficiente de variación	Δ Porcentaje de vacíos (%)
Zona 1	21,7%	16,0%	18,9%	2,0%	10,8%	5,70%
Zona 2	21,2%	14,4%	18,1%	2,9%	16,0%	6,80%
Zona 3	21,5%	14,4%	18,2%	2,9%	15,9%	7,08%
Zona 4	21,7%	17,1%	19,4%	1,9%	10,0%	4,54%
Zona 5	22,1%	16,0%	19,1%	2,2%	11,4%	6,10%

Nota. Para las zonas presentados se usó 12 ladrillos, Δ rango de porcentaje de vacíos. Fuente:

Elaboración propia.

Tabla 123

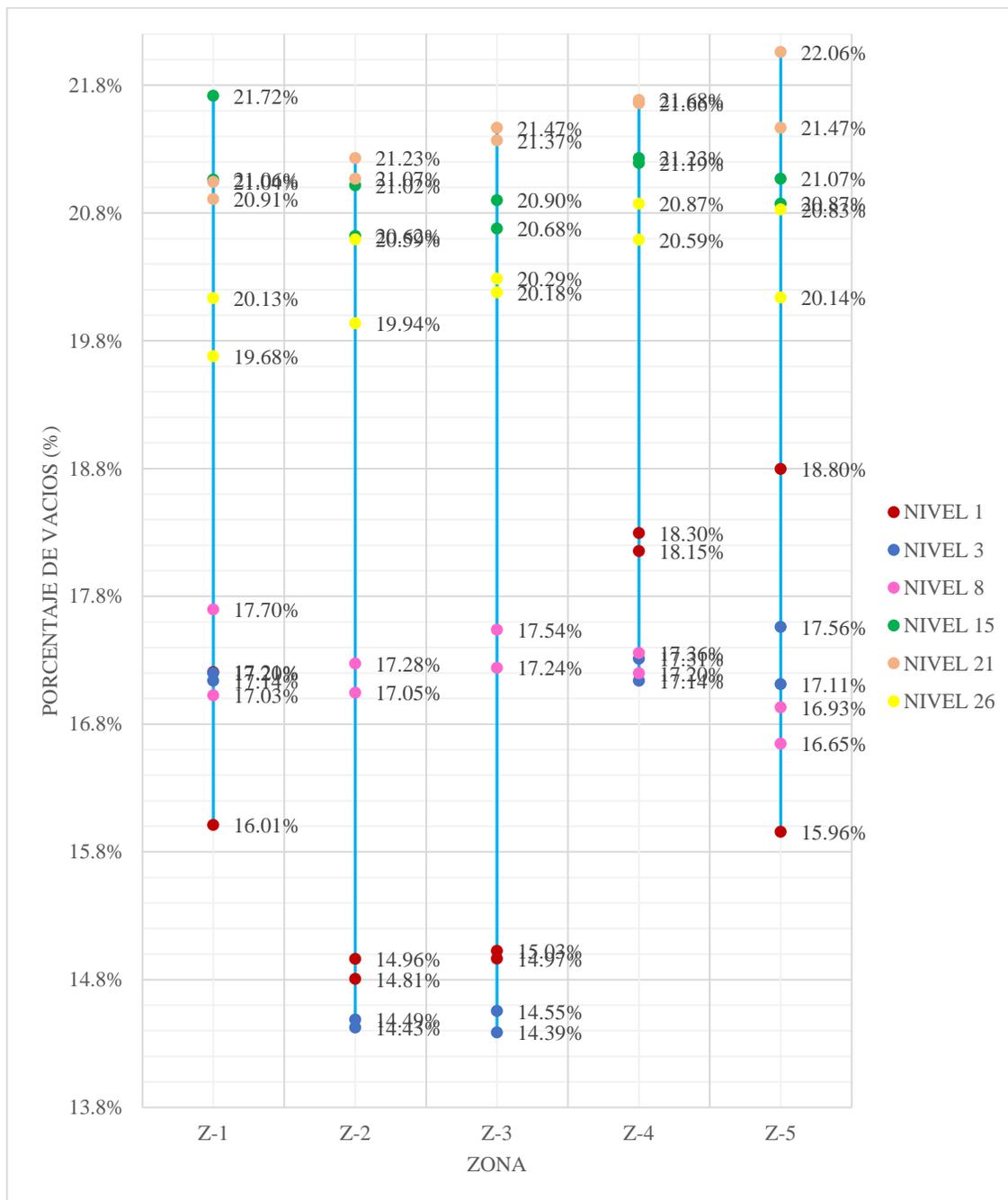
Clasificación por zonas según la norma E-070 y NTP 331.017 para la quema 4 con chimeneas - Horno Artesanal 2 del porcentaje de vacíos.

Zona	Porcentaje de vacíos (%)	NTP E-070 del RNE	NTP 331.017
Zona 1	18,90%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 2	18,12%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 3	18,22%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 4	19,39%	CUMPLE	CUMPLE
Zona 5	19,12%	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Cumplimiento por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 176

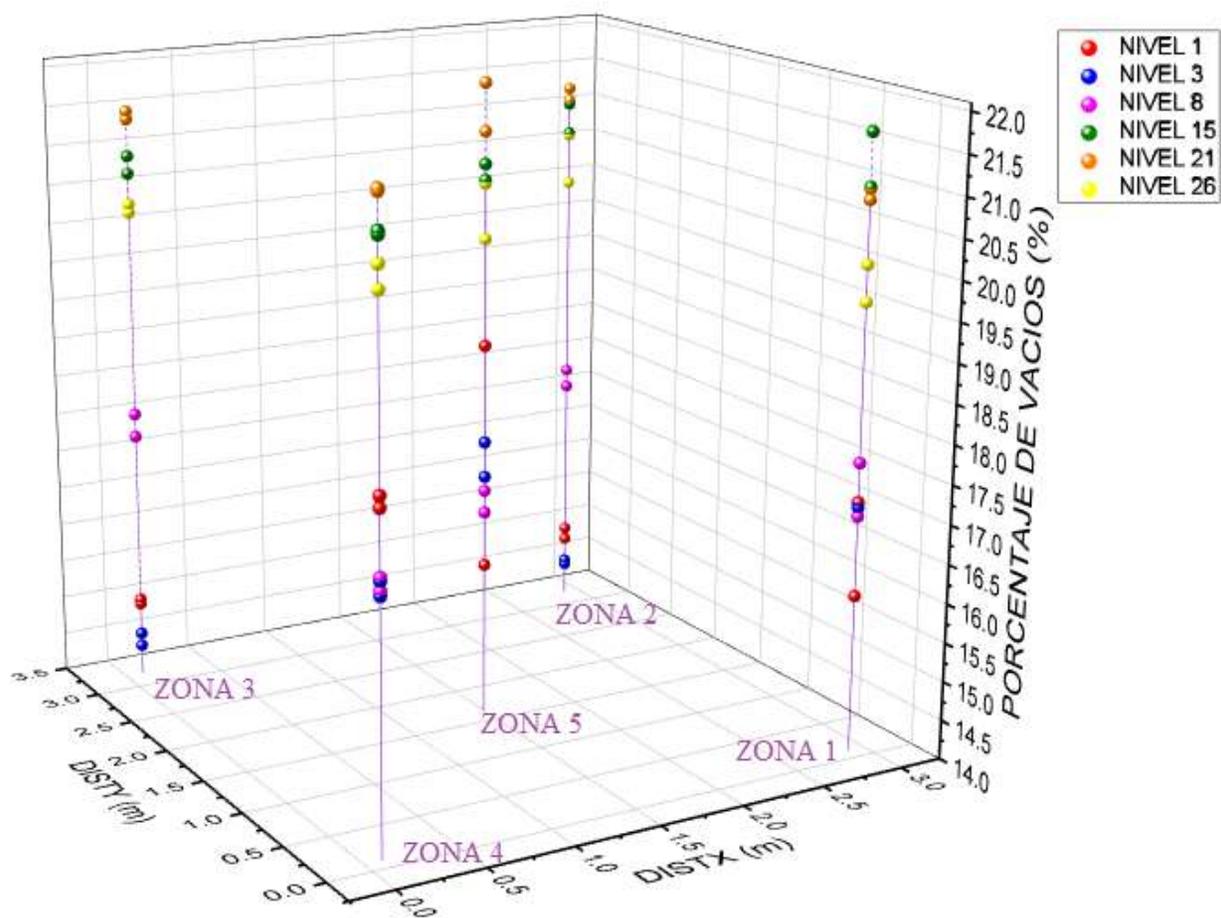
Dispersión de datos por zonas del porcentaje de vacíos en el Horno Artesanal 2 realizada en la quema 4 con chimeneas.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos por zonas. Fuente: Elaboración propia.

Figura 177

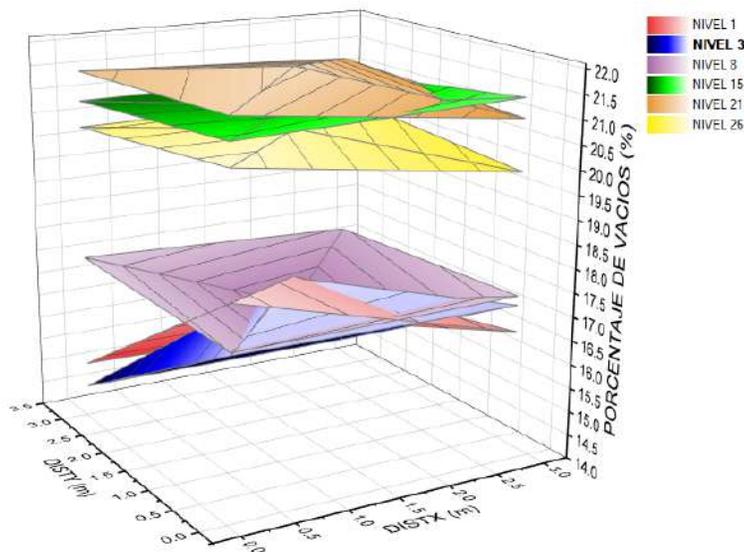
Representación de la dispersión de la prueba de porcentaje de vacíos evaluado por zonas en el Horno 2 quema 4 en 3D.



Nota. Comportamiento de porcentaje de vacíos en 3D. Fuente: Elaboración propia.

Figura 178

Representación del comportamiento del porcentaje de vacíos representados en planos de cada nivel en el Horno 2 quema 4.



Nota. Comportamiento del porcentaje de vacíos representada por superficie de cada nivel.

Fuente: Elaboración propia.

5.2.6 Prueba de Eflorescencia

- Los especímenes que se seleccionaron fueron de tal manera que sean representativos de cada horno, se revisó que estuvieran limpios sin presencia de materiales extraños, como el hollín residual de su fabricación.
- Los resultados que se obtuvieron al realizar esta prueba de eflorescencia en las muestras extraídas de ladrillo King-Kong de 18 huecos de la prueba e dimensiones 12x9x24 quemados en hornos artesanales con la inclusión de chimeneas y la ausencia de chimeneas.

- Se realizó la extracción de 10 especímenes por cada nivel, los niveles seleccionados son el nivel 1 y el nivel 30 en el horno 1, ensayando un total 20 especímenes por cada quema.
- De las muestras seleccionadas se realiza el secado previo tomado en cuenta las indicaciones de la norma técnica peruana PNTP 399.613 en los hornos del laboratorio de Mecánica de suelos y materiales de la facultad de ingeniería civil.
- Una vez secos se selecciona una de las muestras de cada par ensayado se sumerge a una profundidad de 25 milímetros de agua destilada durante 7 días, una vez concluido este tiempo se secan las muestras y se colocan ambos ladrillos en los hornos durante 24 horas.
- Los resultados de las pruebas realizadas se obtienen de la comparación entre cada ladrillo del par, entre las muestras que fueron sumergidas y las muestras que resguardaron en lugar seco sin presencia de agentes externos.
- Los resultados se presentan a continuación se clasifican en eflorecido y no eflorecido.
 - ✚ Eflorecido: Cuando se observaron manchas blanquecinas de forma irregular con respecto a su par de prueba
 - ✚ No eflorecido: Ausencia de manchas blanquecinas con respecto a su par de prueba
- Se muestra el siguiente cuadro el análisis de la comparación entre las muestras que fueron sumergido y las que no sumergidas.

- El resultado que se observa en las siguientes tablas será el promedio de la medida cualitativa de cada par ensayado y se presenta en los siguientes cuadros.

Tabla 124

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Sin Chimeneas – Nivel 1

QUEMA 1				
Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q1-N1-1	No eflorescente	No eflorescente	1039.82
	Q1-N1-4			1039.82
Muestra 2	Q1-N1-5	No eflorescente		1039.82
	Q1-N1-6			1039.82
Muestra 3	Q1-N1-9	No eflorescente		1039.82
	Q1-N1-11			1039.82
Muestra 4	Q1-N1-13	Ligeramente eflorescente		1039.82
	Q1-N1-15			1039.82
Muestra 5	Q1-N1-19	No eflorescente		1039.82
	Q1-N1-20			1039.82

Nota. Se realizaron con 5 pares de muestras en el nivel 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 125

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Sin Chimeneas – Nivel 30

QUEMA 1				
Nivel 30	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q1-N30-2	Ligeramente eflorescente	Ligeramente eflorescente	729.11
	Q1-N30-3			729.11
Muestra 2	Q1-N30-6	Ligeramente eflorescente		729.11
	Q1-N30-7			729.11
Muestra 3	Q1-N30-10	Ligeramente eflorescente		729.11
	Q1-N30-11			729.11
Muestra 4	Q1-N30-14	Ligeramente eflorescente		729.11
	Q1-N30-16			729.11
Muestra 5	Q1-N30-18	Ligeramente eflorescente		729.11
	Q1-N30-19			729.11

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 30. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 126

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Con Chimeneas – Nivel 1

QUEMA 3				
Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q3-N1-1	No eflorescente	No eflorescente	954.20
	Q3-N1-2			954.20
Muestra 2	Q3-N1-5	No eflorescente		954.20
	Q3-N1-8			954.20
Muestra 3	Q3-N1-10	No eflorescente		954.20
	Q3-N1-12			954.20
Muestra 4	Q3-N1-13	Ligeramente eflorescente		954.20
	Q3-N1-15			954.20
Muestra 5	Q3-N1-17	Ligeramente eflorescente		954.20
	Q3-N1-18			954.20

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 127

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 1 Con Chimeneas – Nivel 30

QUEMA 3				
Nivel 30	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q3-N30-1	Muy eflorescente	eflorescente	686.50
	Q3-N30-2			686.50
Muestra 2	Q3-N30-5	Muy eflorescente		686.50
	Q3-N30-8			686.50
Muestra 3	Q3-N30-9	eflorescente		686.50
	Q3-N30-10			686.50
Muestra 4	Q3-N30-14	eflorescente		686.50
	Q3-N30-16			686.50
Muestra 5	Q3-N30-17	eflorescente		686.50
	Q3-N30-18			686.50

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 30. Fuente: Elaboración propia.

- Los especímenes que se seleccionaron fueron de tal manera que sean representativos de cada horno, se revisó que estuvieran limpios sin presencia de materiales extraños, como el hollín residual de su fabricación.
- Los resultados que se obtuvieron al realizar esta prueba de eflorescencia en las muestras extraídas de ladrillo King-Kong de 18 huecos de dimensiones 14x9x24 quemados en hornos artesanales con la inclusión de chimeneas y la ausencia de chimeneas.
- Se realizó la extracción de 10 especímenes por cada nivel, los niveles seleccionados son el nivel 1 y el nivel 26 en el horno 1, ensayando un total 20 especímenes por cada quema.
- De las muestras seleccionadas se realiza el secado previo tomado en cuenta las indicaciones de la norma técnica peruana PNTP 399.613 en los hornos del laboratorio de Mecánica de suelos y materiales de la facultad de ingeniería civil.
- Una vez secos se selecciona una de las muestras de cada par ensayado se sumerge a una profundidad de 25 milímetros de agua destilada durante 7 días, una vez concluido este tiempo se secan las muestras y se colocan ambos ladrillos en los hornos durante 24 horas.
- Los resultados de las pruebas realizadas se obtienen de la comparación entre cada ladrillo del par, entre las muestras que fueron sumergidas y las muestras que resguardaron en lugar seco sin presencia de agentes externos.

- Los resultados se presentan a continuación se clasifican en eflorecido y no eflorecido.
 - ✚ Eflorecido: Cuando se observaron manchas blanquecinas de forma irregular con respecto a su par de prueba
 - ✚ No eflorecido: Ausencia de manchas blanquecinas con respecto a su par de prueba
- Se muestra el siguiente cuadro el análisis de la comparación entre las muestras que fueron sumergido y las que no sumergidas.
- El resultado que se observa en las siguientes tablas será el promedio de la medida cualitativa de cada par ensayado y se presenta en los siguientes cuadros.

Tabla 128

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Sin Chimeneas – Nivel 1.

QUEMA 2				
Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q2-N1-1	Ligeramente	Ligeramente eflorescente	1060.19
	Q2-N1-2	eflorescente		1060.19
Muestra 2	Q2-N1-6	Ligeramente		1060.19
	Q2-N1-8	eflorescente		1060.19
Muestra 3	Q2-N1-9	Ligeramente		1060.19
	Q2-N1-10	eflorescente		1060.19
Muestra 4	Q2-N1-14	Ligeramente		1060.19
	Q2-N1-16	eflorescente		1060.19
Muestra 5	Q2-N1-18	Ligeramente		1060.19
	Q2-N1-19	eflorescente		1060.19

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 129

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Sin Chimeneas – Nivel 26.

QUEMA 2				
Nivel 26	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q2-N26-2	Muy eflorescente	Muy eflorescente	730.00
	Q2-N26-4			730.00
Muestra 2	Q2-N26-7	Muy eflorescente		730.00
	Q2-N26-8			730.00
Muestra 3	Q2-N26-11	Muy eflorescente		730.00
	Q2-N26-12			730.00
Muestra 4	Q2-N26-14	Muy eflorescente		730.00
	Q2-N26-15			730.00
Muestra 5	Q2-N26-17	Muy eflorescente		730.00
	Q2-N26-19			730.00

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 26. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 130

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Con Chimeneas – Nivel 1.

QUEMA 4				
Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q4-N1-1	Ligeramente eflorescente	Ligeramente eflorescente	970.70
	Q4-N1-3			970.70
Muestra 2	Q4-N1-5	Ligeramente eflorescente		970.70
	Q4-N1-8			970.70
Muestra 3	Q4-N1-9	Ligeramente eflorescente		970.70
	Q4-N1-12			970.70
Muestra 4	Q4-N1-14	Ligeramente eflorescente		970.70
	Q4-N1-16			970.70
Muestra 5	Q4-N1-19	No eflorescente		970.70
	Q4-N1-20			970.70

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 1. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 131

Clasificación de prueba de Eflorescencia en el Horno Artesanal 2 Con Chimeneas – Nivel 26.

QUEMA 4				
Nivel 26	Pares ensayados número de muestra	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada
Muestra 1	Q4-N26-1	Ligeramente	Muy eflorescente	692.90
	Q4-N26-4	eflorescente		692.90
Muestra 2	Q4-N26-5	Muy eflorescente		692.90
	Q4-N26-7			692.90
Muestra 3	Q4-N26-9	Muy eflorescente		692.90
	Q4-N26-11			692.90
Muestra 4	Q4-N26-13	Muy eflorescente		692.90
	Q4-N26-14			692.90
Muestra 5	Q4-N26-18	Muy eflorescente		692.90
	Q4-N26-20			692.90

Nota. Se realizo con 5 pares de muestras en el nivel 26. Fuente: Elaboración propia.

5.3 Análisis y Resultados en el Diseño de la Cúpula Mediante Featool Multiphysics

5.3.1 Diseño de Cúpula

5.3.1.1 Estrategia de Diseño de Cúpula

En lo indicado en el marco teórico de la presente investigación se deduce que la transferencia de calor para el caso de cocción de ladrillos es por el mecanismo de convección usando al aire como fluido que transporta la energía térmica.

Por lo cual es necesario que en el modelado la geometría de la cúpula que se proponga permita el flujo libre del aire caliente. Evitando zonas de turbulencia pues estas aportaran al enfriamiento de los gases evitando así la cocción de las ultimas capas de apilamiento.

Se realiza el modelado de la cúpula utilizando el programa FEATool para modelar el comportamiento de los gases y su desplazamiento al interior de las cúpulas planteadas.

5.3.1.2 **Obtención de Datos**

Para el modelamiento se obtuvieron datos experimentales como mediciones de temperatura cada 20 minutos en cuatro niveles diferentes durante todo el proceso de quema.

Para esto es necesario definir la temperatura máxima que alcanza el último nivel de ladrillos en promedio se registró una temperatura máxima de 734 grados Celsius y se busca las características y comportamiento del fluido transportador de energía aire a esta temperatura.

Según CENGL, YUNUS A.; GHAJAR, AFSHIN J. en el libro *Trasferencia de calor y masa FUNDAMENTOS Y APLICACIONES* (2011) afirman que:

Propiedades del aire a la presión de 1 atm son las siguientes:

Tabla 132

Propiedades térmicas del Aire.

Propiedades térmicas del aire	Unidades	Aire
Conductividad térmica	W/m-°K	0.020 a 0.027 0.028
Energía interna	J/kg (A Condiciones normales, 1 Atmósfera de Presión)	716
Campo de velocidad del aire		100 ft/s
Capacidad calorífica con presión constante	J/g-°C	1
Coefficiente de dilatación adiabática del aire	Adimensional	1.4
Viscosidad cinemática	Stokes(st)	0.5783025000
		T aire (°C) r (g/L)
		0 0.002441
		50 0.002063
		100 0.001787
		200 0.001409
		300 0.001163
Densidad	g/ml	400 0.00099
		500 0.000862
		600 0.000764
		700 0.000685
		800 0.000548
		900 0.000621
		1000 0.000568
		1000 0.000524

Nota. Propiedades térmicas del aire. Fuente: CENGL, YUNUS A.; GHAJAR, AFSHIN J. en el libro *Trasferencia de calor y masa FUNDAMENTOS Y APLICACIONES* (2011).

Según Carl R. Branan, en el libro RULES OF THUMB FOR CHEMICAL ENGINEERS A manual of quick, accurate solutions to everyday **Fuente especificada no válida.** afirma que:

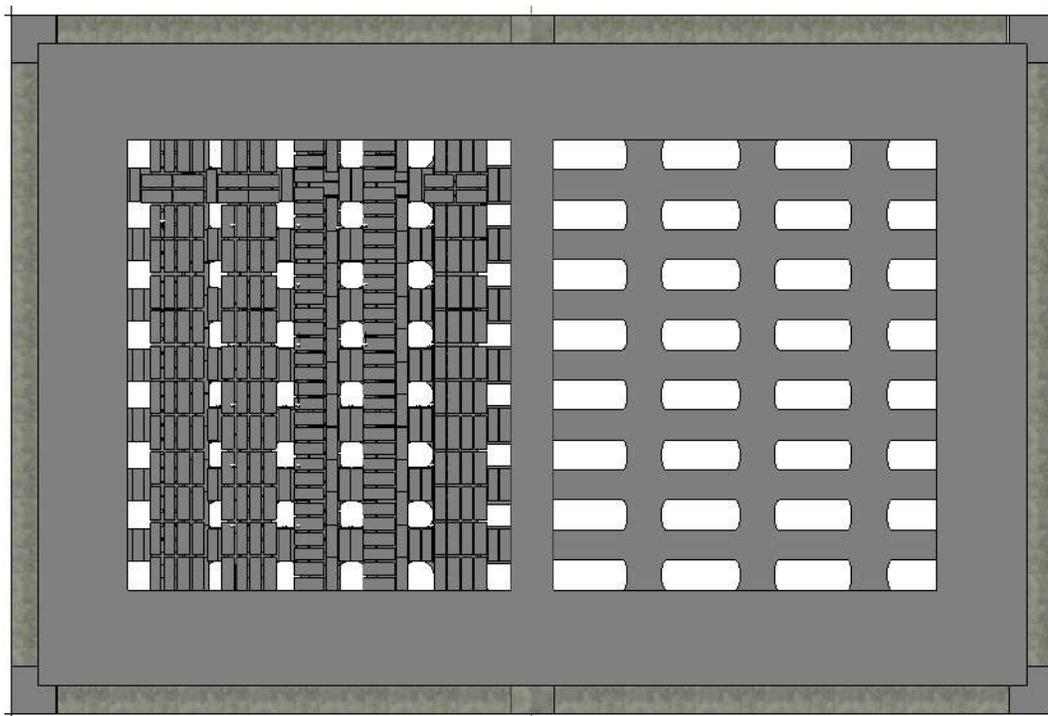
La velocidad para el aire óptima para que la combustión de ladrillos que sale por las chimeneas debe de ser de 100 ft/s (30.7 m/s).

5.3.1.3 Medida de Dimensiones de Horno de Ladrillos.

Se utiliza un distanciómetro para determinar las dimensiones de le horno desde una vista en planta de la parte superior poseen un largo de 3.30 metros por 3 metros de ancho y una altura de 0.62 metros desde la última capa.

Figura 179

Vista Planta del Horno Artesanal.



Nota. Distribución de las unidades de albañilería. Fuente: elaboración propia

5.3.1.4 Modelado de Geometría

Para el modelado del flujo de aire se utilizó el programa FEATOOL cabe resaltar que es necesario el mayor flujo posible y para esto es necesario determinar una correcta geometría de la cúpula. Es necesario contar con un extractor de aire para facilitar la extracción del aire.

5.3.1.4.1 Geometría de Cúpula Trapezoidal

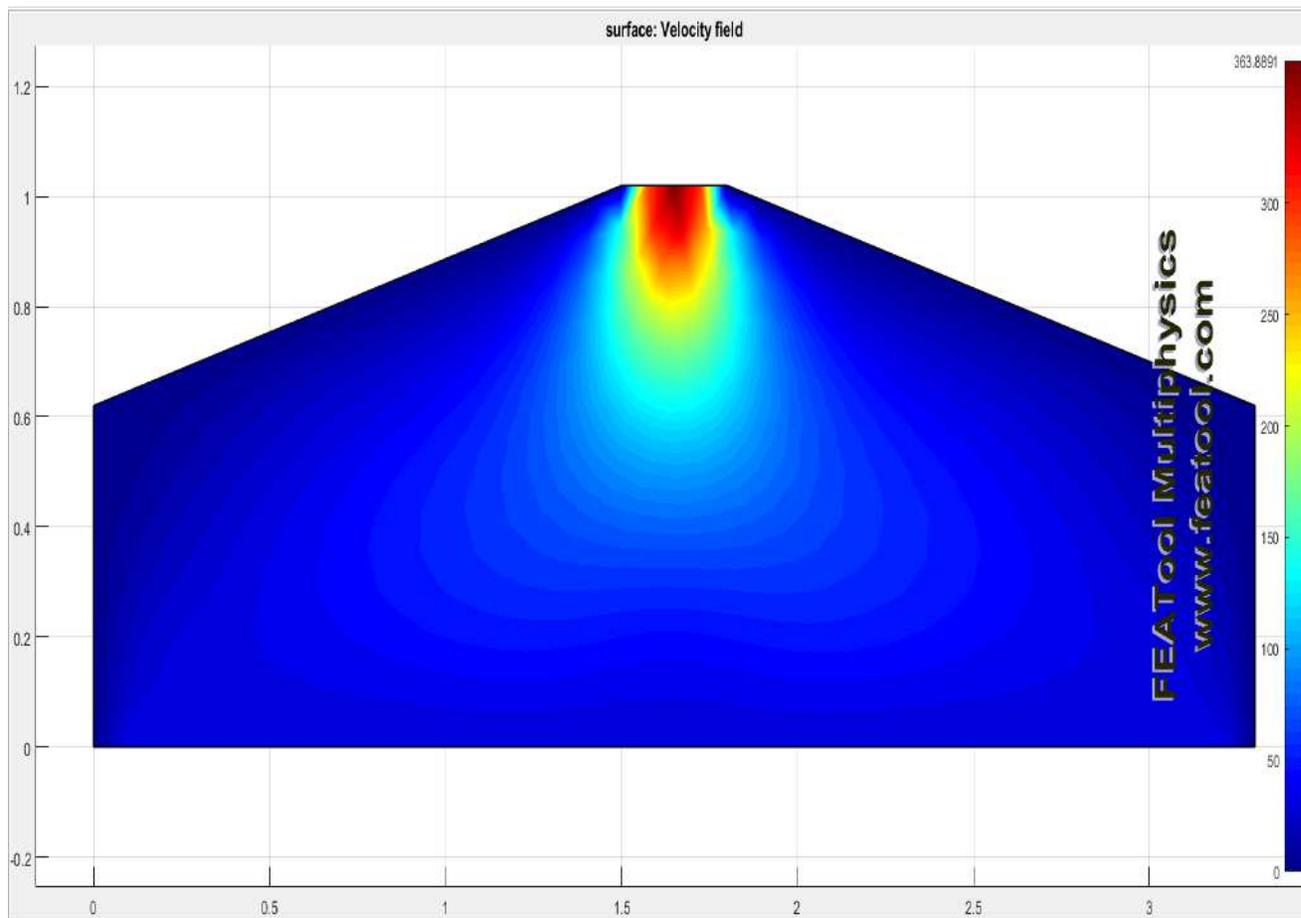
En este caso se propone una geometría trapezoidal para la cúpula las dimensiones que presenta esta cúpula son una altura de 40 centímetros, un ancho de 3.30 metros con un ancho de chimenea de 30 centímetros se puede observar que la velocidad máxima se encuentra en chimenea presentando un color más rojizo.

Esta forma limita la circulación del aire pues concentra todo el flujo en un solo punto alcanzando una velocidad máxima de 363.88 m/s.

En el gráfico de distribución de colores se visualiza que la velocidad solo se concentra en la salida y los otros campos alcanzan velocidades por debajo de 50 m/s esto nos indica que existen zonas de enfriamiento de gases por falta de movilidad.

Figura 180

Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Trapezoidal.



Nota. Velocidad del flujo de aire en el diseño de cúpula. Fuente: elaboración propia

5.3.1.4.2 Geometría de Cúpula Circular

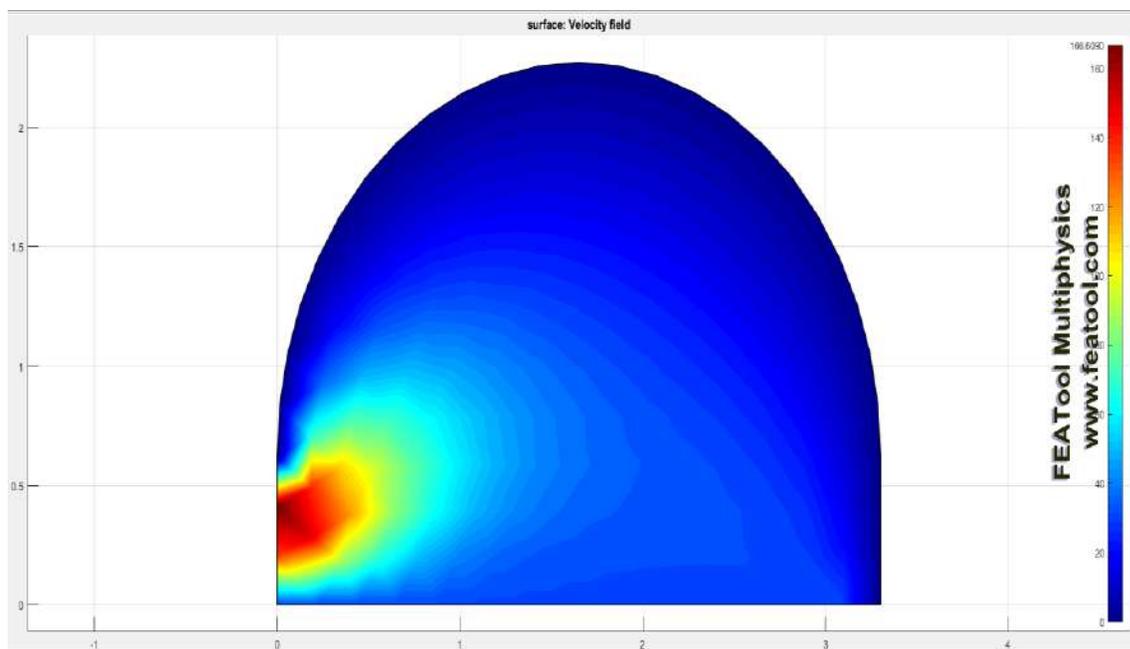
Se propone una geometría con una cúpula circular con un radio de 3.65 poniendo las salidas en ventanas en los muros de los hornos generando una mejor circulación del aire que la forma trapezoidal.

Esta geometría alcanza una velocidad máxima de 166.60 m/s en la chimenea de salida, opuestamente a la forma trapezoidal en el gráfico de distribución de colores se puede observar una

distribución más homogénea de velocidad encontrando zonas con velocidades menores a 20 m/s pero con una extensión menor. Esto indica que la geometría y forma de expulsión del flujo es de mejor comportamiento y favorable a la cocción de las últimas capas.

Figura 181

Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Circular con una chimenea.

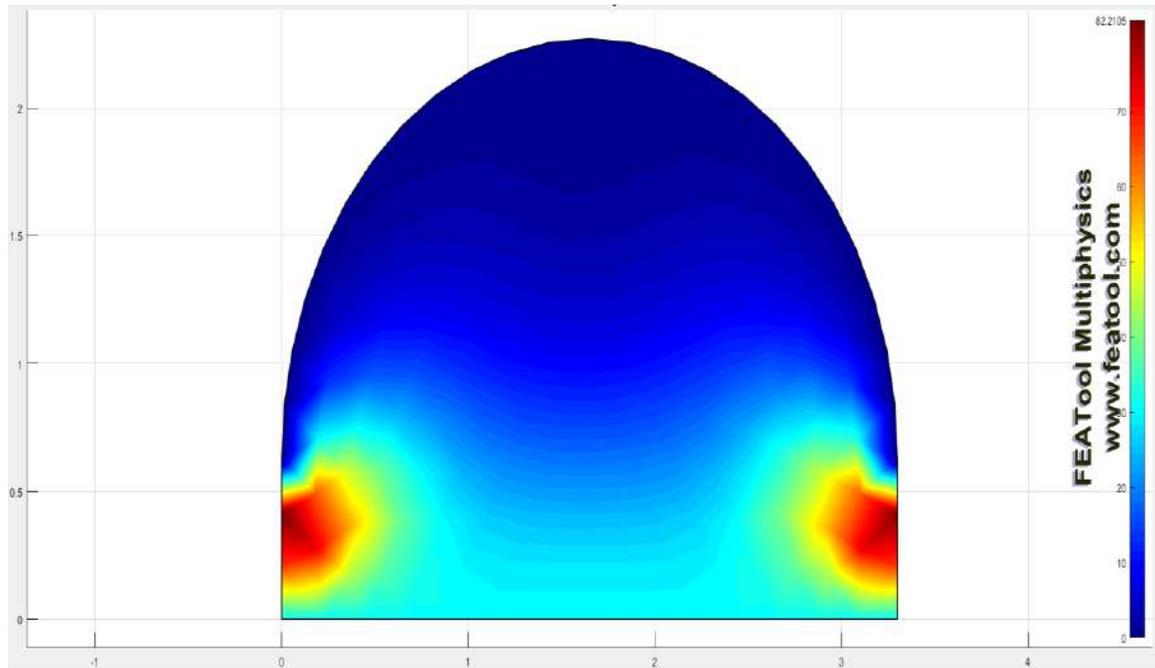


Nota. Velocidad del flujo de aire en el diseño de cúpula. Fuente: elaboración propia

Se propone la geometría anterior con salida en ambos muros observando una mejor circulación en el gráfico de colores de flujo de aire en este gráfico se observa la pérdida de flujo en la parte superior de la cúpula ubicando, esto indica que en esta zona existe un enfriamiento de los gases de cocción. Se alcanza una velocidad máxima de 82.21 m/s en las chimeneas de salida denotada con un color rojizo en el gráfico de color.

Figura 182

Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Circular con dos chimeneas.



Nota. Velocidad del flujo de aire en el diseño de cúpula. Fuente: elaboración propia

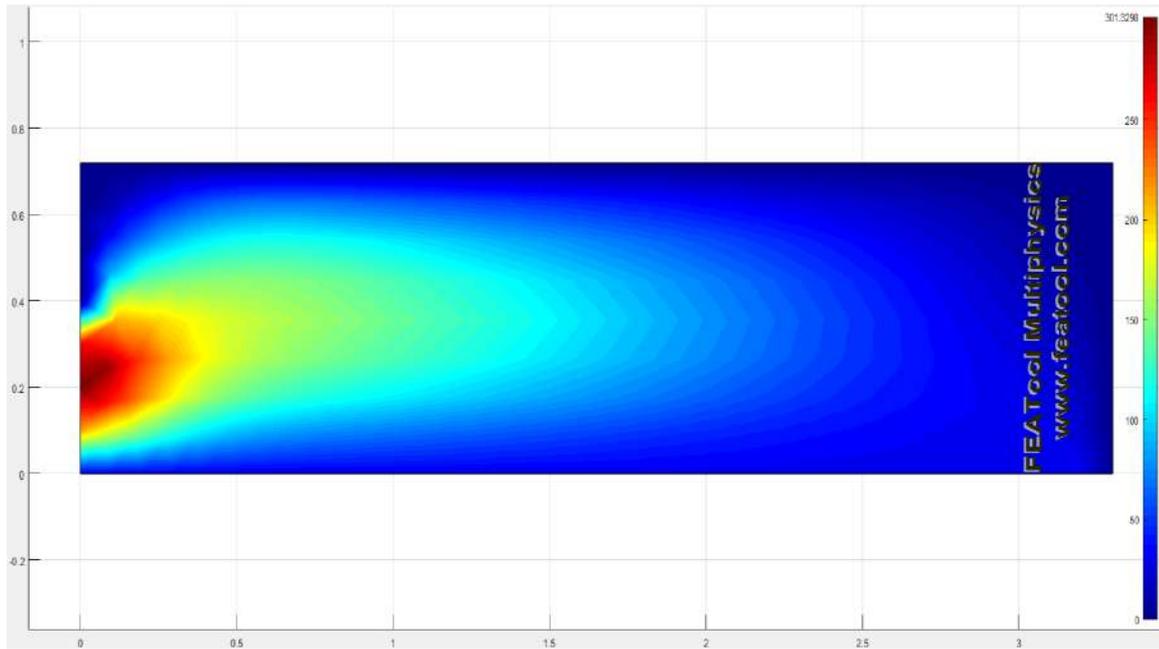
5.3.1.4.1 Geometría de Cúpula Rectangular

Se diseña una geometría con cúpula con geometría rectangular alcanzando una velocidad máxima de 301.32 m/s pero existe zonas con velocidad muy bajas por lo cual las zonas de enfriamiento de flujo de aire son muchas.

Se puede observar en el gráfico de color la zona este de los presenta enfriamiento, en las zonas de contacto con los ladrillos esto evitara la cocción de las ultimas capas de ladrillos.

Figura 183

Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Rectangular con una chimenea.



Nota. Velocidad del flujo de aire en el diseño de cúpula. Fuente: elaboración propia

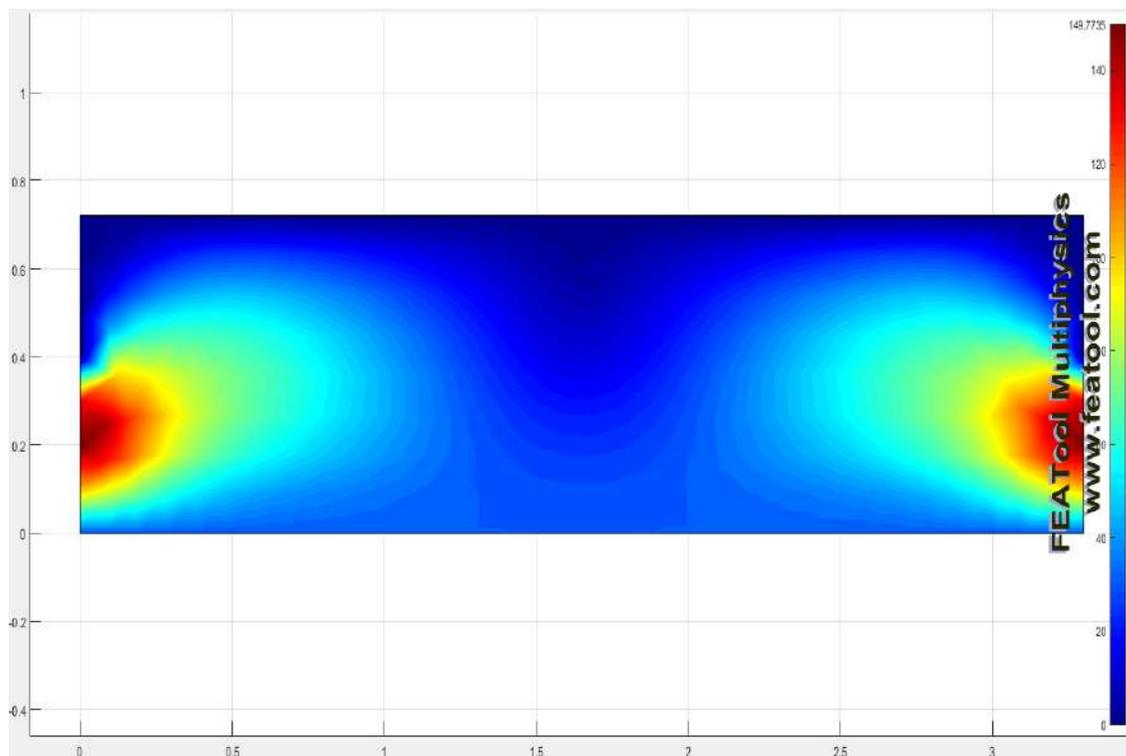
La geometría que mejor se adapta para la circulación del flujo que calcina los ladrillos es la geometría de cúpula rectangular con una altura de 10 centímetros con una doble salida de chimeneas en los muros, este diseño se basa en la propuesta de los autores CENGL, YUNUS A.; GHAJAR, AFSHIN J. en el libro *Trasferencia de calor y masa FUNDAMENTOS Y APLICACIONES* (2011) (Pág. 4). Indica que para la mejor transferencia térmica (energía) debe existir un flujo evitando turbulencias pues las zonas con menor flujo a 100 ft/m o 30.7 m/s los gases enfrían evitando la cocción de las últimas capas.

La geometría de cúpula que se presenta es rectangular alcanzando una velocidad máxima de 149.77 m/s, la altura de las chimeneas incrustadas en los muros son de 0.40 metros esto ayuda al mejor flujo de aire.

En el gráfico de color se observa que el flujo de aire en contacto con los ladrillos mantiene el flujo recomendado, haciendo que la geometría que se presenta sea idónea pues asegura el intercambio energético y la correcta cocción de las últimas capas

Figura 184

Gráfica de color Flujo de Aire en Cúpula Rectangular con dos chimeneas.



Nota. Velocidad del flujo de aire en el diseño de cúpula. Fuente: elaboración propia

5.4 Determinación de la Producción de la Ladrillera el Emperador de San Jerónimo.

5.4.1 Análisis de Costos de Mano de Obra

Para la fabricación de ladrillo es necesario contar con 2 operarios en producción de ladrillo que cuentan con conocimientos en:

- Conocimiento en cocción de ladrillo, este personal es el encargado de la cocción de los ladrillos.
- El apilamiento de ladrillo crudo en los hornos y refacciones de los mismos cada 4 quemas.
- Dosificación de insumos para la producción de ladrillos
- Manipulación de maquinaria de producción (estrujadora, laminadora, motosierra, ventiladores, fajas transportadoras etc.)

Tabla 133

Costo de mano de obra para 4 quemas y 1 quema en el Horno artesanal El Emperador.

Descripción	Cantidad	Pago de personal	Total, para 4 quemas	Total, para 1 quema
Operario en producción de ladrillo	1	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 500.00
Peón en producción de ladrillo	2	S/ 1,400.00	S/ 2,800.00	S/ 700.00
Contrata por ordenamiento	8	S/ 50.00	S/ 400.00	S/ 100.00
Contrata para personal de quema	4	S/ 80.00	S/ 320.00	S/ 80.00
Total, mano de obra			S/ 5,520.00	S/ 1,380.00

Nota. Gastos en la producción del horno artesanal. Fuente: elaboración propia

5.4.2 Análisis de Insumos

Para la fabricación de ladrillos en el horno El Emperador es necesario contar con ciertos insumos indispensables

- Arcilla este es el insumo primordial, cabe resaltar que este insumo ya viene incluido la arena y se adquieren en camiones de 15 m³ de capacidad, es necesario revisar la calidad de este insumo que cuente con la cantidad necesaria de arcilla.
- Corriente eléctrica: Las maquinarias de producción cuentan con moteres eléctricos por ello es necesario contar con una conexión a una línea eléctrica trifásica.
- Leña: Este insumo se utiliza como combustible para la cocción de los ladrillos una carga se considera como la cantidad de leña que puede transportar un camión tipo Canter con capacidad para 4 toneladas para una quema se necesita 2 cargas aproximadamente.
- Combustible: Algunas maquinarias livianas como motosierras utilizadas durante las quemas y generadores utilizan este insumo para el arranque de los motores de las estrujadora y laminadora

Tabla 134

Análisis de insumos para la producción de 4 quemas y 1 quema en el Horno artesanal El Emperador.

Insumos	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Costo para 4 quemas	Costo para 1 quema
Arcilla	30	m ³	S/ 13.33	S/ 400.00	S/ 100.00
Corriente eléctrica	1	mes	S/ 2,800.00	S/ 2,800.00	S/ 700.00
Leña	8	carga	S/ 750.00	S/ 6,000.00	S/ 1,500.00
Combustible	50	galones	S/ 18.00	S/ 900.00	S/ 225.00
Alquiler de hornos	1	mes	S/ 4,000.00	S/ 4,000.00	S/ 1,000.00
Total, insumos				S/ 14,100.00	S/ 3,525.00

Nota. Gastos en la producción del horno artesanal. Fuente: elaboración propia

5.4.3 Análisis de costos total de producción y costos de venta por millar para la producción de 4 quemas y 1 quema.

- Costo total de producción para 1 quema es de S/ 4905.00
- Costo total de producción para 4 quemas es de S/ 19620.00
- Costo de venta por millar de ladrillo de 12x24x9 es de S/ 580.00
- Costo de venta por millar de ladrillo de 14x24x9 S/ 580.00

5.4.4 Análisis de costos de producción por unidad y por millar

Tabla 135

Costo de producción por unidad, por millar y la utilidad por millar.

Descripción	Costo de producción por unidad	Costo de producción por millar	Utilidad por millar
Horno 1 - Quema 1 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	S/ 0.381	S/ 380.59	S/ 199.413
Horno 1 - Quema 3 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	S/ 0.420	S/ 420.00	S/ 160.000
Horno 2 - Quema 2 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	S/ 0.469	S/ 469.29	S/ 110.712
Horno 2 - Quema 4 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	S/ 0.473	S/ 472.91	S/ 107.092

Nota. producción de unidades de albañilería para 4 quemas. Fuente: elaboración propia

5.4.5 Análisis de producción y desperdicio por cada quema realizada.

Se realiza el análisis de la cantidad de ladrillos producidos y lo desperdicios para 4 quemas.

Tabla 136

Producción de ladrillo para 4 quemas en el Horno artesanal El Emperador.

Producción total de ladrillos al mes	Producción Cantidad (und)	Desperdicio Cantidad (und)	Total, producción
Horno 1 - Quema 1 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	12888.00	521	12367.00
Horno 1 - Quema 3 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	12808.00	312	12496.00
Horno 1 - Quema 2 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	10452.00	487	9965.00
Quema 4 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	10372.00	273	10099.00
Total	46520.00	1593.00	44927.00

Nota. Producción de ladrillo para las 4 quemas. Fuente: elaboración propia

Tabla 137

Determinación del porcentaje del desperdicio con respecto a la producción para cada quema.

Desperdicio de ladrillo por quema	Porcentaje de desperdicio con el total de producción
Quema 1 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	4.04%
Quema 3 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	2.44%
Quema 2 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	4.66%
Quema 4 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	2.63%

Nota. Porcentaje desperdicios de unidades de albañilería. Fuente: elaboración propia

Tabla 138

Determinación de la utilidad para 4 quemas en el Horno artesanal El Emperador.

Total, ingresos	S/ 26,981.60
Total, de Perdidas	S/ 923.94
Total, egresos	S/ 19,620.00
Ganancia o Utilidad por 4 quemas	S/ 6,437.66

Nota. Utilidad por las 4 quemas realizadas. Fuente: Elaboración propia

5.4.6 Análisis de Producción Anual para el Año 2023 de la Empresa “El Emperador”

Tabla 139

Análisis de producción anual de la empresa “El Emperador”

Inquilino	Año	Mes	Estado de fabrica	Comunidad	Razón social	Hornos con tapa móvil (manto cerámico)	Producción de millar/mes	Producción/mes
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	ENERO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	48	48000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	FEBRERO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	48	48000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	MARZO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	48	48000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	ABRIL	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	44	44000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	MAYO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	52	52000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	JUNIO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	64	64000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	JULIO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	64	64000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	AGOSTO	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	64	64000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	SETIEMBRE	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	56	56000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	OCTUBRE	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	64	64000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	NOVIEMBRE	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	60	60000
ALBINO QUISPE SUPPO	2023	DICIEMBRE	ACTIVO	SUCSO AUCAYLLE	EMPERADOR	2	56	56000

Nota. Análisis de producción anual. Fuente: elaboración propia

Tabla 140

Total de producción anual de la empresa “El Emperador”

Total, de producción de ladrillos en el año 2023 (millares)	668,000.00
Total, ingresos anuales 2023	S/ 387,440,000.00

Nota. Análisis de producción anual. Fuente: elaboración propia

Tabla 141

Producción total anual del total de hornos que producen ladrillos.

Suma de PRODUCCIÓN/ MES	LADRILLO	TOTAL, ANUAL
2023	11696500	11696500
Enero	885500	885500
Febrero	715000	715000
Marzo	781500	781500
Abril	785500	785500
Mayo	814500	814500
Junio	1099500	1099500
Julio	1095000	1095000
Agosto	1124000	1124000
Setiembre	1114500	1114500
Octubre	1111000	1111000
Noviembre	1099000	1099000
Diciembre	1071500	1071500
Total, anual	11696500.00	11696500.00

Nota. Análisis de producción anual. Fuente: elaboración propia

Tabla 142

Porcentaje de producción de la empresa el emperador de San Jerónimo en relación de la producción total.

Descripción	Cantidad de ladrillos en millares	Porcentaje
Producción total anual empresa el emperador	668000	5.71%
Producción total anual general de toda la asociación.	11696500	100.00%

Nota. Análisis de producción anual. Fuente: elaboración propia

5.5 Análisis Elemental de la Arcilla

Tabla 143

Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 1 (Zona 1)

N°	Elemento Químico	Z1-1	Z1-2	Z1-3	Promedio Z1 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	27.1200%	27.3800%	26.1600%	26.8867%	1410
2	Al	11.0100%	11.3000%	10.5200%	10.9433%	660
3	Fe	4.5830%	4.7620%	4.6470%	4.6640%	1536
4	Mg	4.2100%	4.0800%	4.2500%	4.1800%	650
5	Ca	3.7820%	3.1340%	4.4500%	3.7887%	838
6	K	2.2980%	2.4550%	2.2560%	2.3363%	97.8
7	Ti	0.4520%	0.4770%	0.4430%	0.4573%	1668
8	P	0.1530%	0.1300%	0.1270%	0.1367%	44.2
9	S	0.0708%	0.2691%	0.0564%	0.1321%	119
10	Mn	0.1231%	0.1126%	0.0911%	0.1089%	1245
11	Sr	0.0398%	0.0361%	0.0393%	0.0384%	768
12	Zr	0.0151%	0.0144%	0.0138%	0.0144%	1852
13	Zn	0.0121%	0.0136%	0.0121%	0.0126%	419.5
14	V	0.0108%	0.0121%	0.0106%	0.0112%	1900
15	Rb	0.0106%	0.0116%	0.0105%	0.0109%	38.9
16	Cu	0.0078%	0.0092%	0.0071%	0.0080%	1083
17	Cr	0.0050%	0.0000%	0.0055%	0.0053%	1875
18	Ni	0.0033%	0.0037%	0.0040%	0.0037%	1453
19	Y	0.0022%	0.0024%	0.0023%	0.0023%	1509
20	Pb	0.0021%	0.0022%	0.0024%	0.0022%	327.4
21	As	0.0016%	0.0019%	0.0014%	0.0016%	817
22	Nb	0.0008%	0.0007%	0.0007%	0.0007%	2468
23	LE	46.0900%	45.7900%	46.9000%	46.2600%	
Total		100%	100%	100%	100%	

Nota. Análisis realizado con método de FRX, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 144*Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 2 (Zona 2)*

Nº	Elemento Químico	Z2-1	Z2-2	Z2-3	Promedio Z2 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	26.1300%	24.8100%	27.1400%	26.0267%	1410
2	Al	10.3800%	9.8800%	10.8100%	10.3567%	660
3	Ca	5.5080%	4.9870%	4.6560%	5.0503%	838
4	Fe	4.5370%	4.6550%	4.5870%	4.5930%	1536
5	Mg	4.2200%	3.5700%	3.9700%	3.9200%	650
6	K	2.1800%	2.1520%	2.2520%	2.1947%	97.8
7	Ti	0.4620%	0.4560%	0.4460%	0.4547%	1668
8	P	0.1220%	0.1180%	0.1300%	0.1233%	44.2
9	Mn	0.0905%	0.0828%	0.0945%	0.0893%	1245
10	S	0.0556%	0.0610%	0.0568%	0.0578%	119
11	Sr	0.0442%	0.0405%	0.0398%	0.0415%	768
12	Zr	0.0145%	0.0140%	0.0139%	0.0141%	1852
13	Zn	0.0117%	0.0123%	0.0119%	0.0120%	419.5
14	V	0.0110%	0.0110%	0.0113%	0.0111%	1900
15	Rb	0.0101%	0.0105%	0.0108%	0.0105%	38.9
16	Cu	0.0062%	0.0067%	0.0056%	0.0062%	1083
17	Ni	0.0038%	0.0033%	0.0043%	0.0038%	1453
18	Pb	0.0021%	0.0020%	0.0026%	0.0022%	327.4
19	Y	0.0022%	0.0022%	0.0022%	0.0022%	1509
20	As	0.0013%	0.0015%	0.0011%	0.0013%	817
21	Nb	0.0009%	0.0009%	0.0008%	0.0009%	2468
22	LE	46.2000%	49.1200%	45.7500%	47.0233%	
	Total	100%	100%	100%	100%	

Nota. Análisis realizado con método de FRX, elemento químico y punto de fusión de la Tabla

periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 145

Análisis Elemental de los elementos encontrados en la arcilla – Calicata 3 (Zona 3)

Nº	Elemento Químico	Z3-1	Z3-2	Z3-3	Promedio Z3 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	27.0900%	27.5200%	27.3300%	27.3133%	1410
2	Al	11.2300%	11.2400%	11.8100%	11.4267%	660
3	Fe	5.1430%	4.6070%	4.7290%	4.8263%	1536
4	Mg	4.7300%	4.3600%	4.8900%	4.6600%	650
5	Ca	2.9660%	3.6330%	2.2050%	2.9347%	838
6	K	2.5520%	2.3070%	2.6900%	2.5163%	97.8
7	Ti	0.4340%	0.4490%	0.4210%	0.4347%	1668
8	S	0.0757%	0.0694%	0.4422%	0.1958%	119
9	P	0.1223%	0.1340%	0.1202%	0.1255%	44.2
10	Mn	0.1014%	0.1354%	0.0958%	0.1109%	1245
11	Sr	0.0319%	0.0380%	0.0289%	0.0329%	768
12	Zr	0.0134%	0.0147%	0.0133%	0.0138%	1852
13	Zn	0.0134%	0.0122%	0.0141%	0.0132%	419.5
14	Rb	0.0117%	0.0110%	0.0123%	0.0117%	38.9
15	V	0.0123%	0.0127%	0.0098%	0.0116%	1900
16	Cu	0.0068%	0.0081%	0.0088%	0.0079%	1083
17	Cr			0.0078%	0.0078%	1875
18	Ni	0.0041%	0.0052%	0.0039%	0.0044%	1453
19	Y	0.0022%	0.0024%	0.0021%	0.0022%	1509
20	Pb	0.0022%	0.0020%	0.0023%	0.0022%	327.4
21	As	0.0017%	0.0019%	0.0019%	0.0018%	817
22	Bi	0.0000%	0.0016%	0.0015%	0.0016%	271.3
23	Nb	0.0006%	0.0006%	0.0008%	0.0007%	2468
24	LE	45.4600%	45.4400%	45.1600%	45.3533%	
	Total	100%	100%	100%	100%	

Nota. Análisis realizado con método de FRX, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Análisis de la temperatura de fusión de los elementos químicos por niveles.

Tabla 146

Horno artesanal 1 -Quema 1 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.

N°	Elemento Químico	Composición de arcillas San Jerónimo - Cusco Promedio (%)	Punto de fusión (°C)	Horno artesanal 1 Quema 1 - Temperatura Máxima					
				Nivel 1	Nivel 3	Nivel 8	Nivel 15	Nivel 22	Nivel 30
1	Si	26.74%	1410	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
2	Al	10.91%	660	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
3	Fe	4.69%	1536	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
4	Mg	4.25%	650	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
5	Ca	3.92%	838	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
6	K	2.35%	97.8	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
7	Ti	0.45%	1668	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
8	P	0.13%	44.2	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
9	S	0.13%	119	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
10	Mn	0.10%	1245	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
11	Sr	0.04%	768	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
12	Zr	0.01%	1852	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
13	Zn	0.01%	419.5	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
14	V	0.01%	1900	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
15	Rb	0.01%	38.9	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
16	Cu	0.01%	1083	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
17	Cr	0.01%	1875	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
18	Ni	0.00%	1453	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
19	Y	0.00%	1509	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
20	Pb	0.00%	327.4	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
21	As	0.00%	817	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
22	Nb	0.00%	2468	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
23	Bi	0.00%	271.3	1039.82	948.4	1000	913.5	821.9	729.11
24	LE	46.21%							
	Total	100%							

Nota. Elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 147

Horno artesanal 1 - Quema 3 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.

N°	Elemento Químico	Composición de arcillas San Jerónimo - cusco Promedio (%)	Punto de fusión (°C)	Horno artesanal 1 Quema 3 - Temperatura Máxima					
				Nivel 1	Nivel 3	Nivel 8	Nivel 15	Nivel 22	Nivel 30
1	Si	26.74%	1410	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
2	Al	10.91%	660	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
3	Fe	4.69%	1536	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
4	Mg	4.25%	650	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
5	Ca	3.92%	838	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
6	K	2.35%	97.8	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
7	Ti	0.45%	1668	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
8	P	0.13%	44.2	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
9	S	0.13%	119	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
10	Mn	0.10%	1245	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
11	Sr	0.04%	768	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
12	Zr	0.01%	1852	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
13	Zn	0.01%	419.5	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
14	V	0.01%	1900	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
15	Rb	0.01%	38.9	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
16	Cu	0.01%	1083	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
17	Cr	0.01%	1875	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
18	Ni	0.00%	1453	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
19	Y	0.00%	1509	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
20	Pb	0.00%	327.4	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
21	As	0.00%	817	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
22	Nb	0.00%	2468	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
23	Bi	0.00%	271.3	954.2	926.8	869.9	861.6	753.5	686.5
24	LE	46.21%							
	Total	100%							

Nota. Elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 148

Horno artesanal 2 - Quema 2 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.

N°	Elemento Químico	Composición de arcillas San Jerónimo - Cusco Promedio (%)	Punto de fusión (°C)	Horno artesanal 2 Quema 2 - Temperatura Máxima (°C)					
				Nivel 1	Nivel 3	Nivel 8	Nivel 15	Nivel 21	Nivel 26
1	Si	26.74%	1410	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
2	Al	10.91%	660	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
3	Fe	4.69%	1536	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
4	Mg	4.25%	650	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
5	Ca	3.92%	838	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
6	K	2.35%	97.8	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
7	Ti	0.45%	1668	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
8	P	0.13%	44.2	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
9	S	0.13%	119	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
10	Mn	0.10%	1245	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
11	Sr	0.04%	768	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
12	Zr	0.01%	1852	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
13	Zn	0.01%	419.5	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
14	V	0.01%	1900	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
15	Rb	0.01%	38.9	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
16	Cu	0.01%	1083	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
17	Cr	0.01%	1875	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
18	Ni	0.00%	1453	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
19	Y	0.00%	1509	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
20	Pb	0.00%	327.4	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
21	As	0.00%	817	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
22	Nb	0.00%	2468	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
23	Bi	0.00%	271.3	1060.19	1049	926.6	846.1	854.4	730
24	LE	46.21%							
	Total	100%							

Nota. Elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 149

Horno artesanal 2 - Quema 4 verificación de la temperatura de fusión de los elementos químicos encontrados con la temperatura máxima en cada nivel de apilado.

N°	Elemento Químico	Composición de arcillas San Jerónimo - Cusco Promedio (%)	Punto de fusión (°C)	Horno artesanal 2 Quema 2 - Temperatura Máxima (°C)					
				Nivel 1	Nivel 3	Nivel 8	Nivel 15	Nivel 21	Nivel 26
1	Si	26.74%	1410	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
2	Al	10.91%	660	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
3	Fe	4.69%	1536	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
4	Mg	4.25%	650	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
5	Ca	3.92%	838	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
6	K	2.35%	97.8	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
7	Ti	0.45%	1668	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
8	P	0.13%	44.2	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
9	S	0.13%	119	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
10	Mn	0.10%	1245	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
11	Sr	0.04%	768	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
12	Zr	0.01%	1852	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
13	Zn	0.01%	419.5	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
14	V	0.01%	1900	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
15	Rb	0.01%	38.9	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
16	Cu	0.01%	1083	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
17	Cr	0.01%	1875	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
18	Ni	0.00%	1453	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
19	Y	0.00%	1509	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
20	Pb	0.00%	327.4	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
21	As	0.00%	817	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
22	Nb	0.00%	2468	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
23	Bi	0.00%	271.3	970.71	957.7	867.4	789	779.7	692.94
24	LE	46.21%							
	Total	100%							

Nota. Elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 150

Composición química de la arcilla en el distrito de San Jerónimo - Cusco – sector ladrilleras

Patrón San Jerónimo.

Elemento Químico	Compuesto Químico	Composición de Arcillas San Jerónimo - Cusco Promedio (%)
Si	SiO_2 (sílice)	26.74%
Al	Al_2O_3 (alúmina)	10.91%
Fe	FeO y Fe_2O_3 (óxido férrico)	4.69%
Mg	MgO (óxido de magnesio)	4.25%
Ca	CaO (óxido de calcio)	3.92%
K	K_2O (óxido de potasio)	2.35%
Ti	TiO_2 (óxido de titanio)	0.45%

Nota. Elemento químico y compuesto químico de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

CAPITULO VI: Discusiones

1. Discusión General

Esta investigación al establecer la relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas - mecánicas – químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos, en el horno artesanal de la empresa El Emperador de san jerónimo.

Se determinó que el control de los parámetros de cocción incide en las propiedades físicas, químicas, en algunas propiedades mecánicas y en la producción del ladrillo.

El presente trabajo de investigación menciona que la temperatura de cocción incide en las propiedades físicas como son la absorción y la eflorescencia, las propiedades mecánicas que son afectadas por la temperatura de cocción son la compresión y la variación dimensional, las propiedades químicas inciden junto a la temperatura de cocción en las propiedades finales de los ladrillos. Se señala que la temperatura influye con la producción de ladrillos por la calidad de los ladrillos y las pérdidas obtenidas por sobrecocción, fisuramiento y unidades que no alcanzaron la cocción.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis que existe relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos es significativa.

La presente investigación asevera la investigación realizada por Espinel y Escobar (2018) En el artículo de investigación Curva de cocción de la arcilla en la ladrillera el recreo. Donde los resultados muestran que al comparar las curvas reales en los diferentes niveles donde se estudió,

se observa una gran variación de temperaturas entre cada nivel de apilado, dicho cambio genera variaciones en las propiedades finales de los ladrillos.

En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se señala que el control del perfil de temperatura aporta en la correcta cocción en las tres etapas precalentamiento, cocción, enfriamiento, la producción de ladrillos en los hornos artesanales representa una cantidad considerable y estos son empleados en diferentes construcciones de albañilería en el sur del país.

2. Discusión específica 1.

Esta investigación al determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades físicas, se pudo encontrar que:

- La propiedad física de eflorescencia tiene una relación inversa ya que a mayor temperatura se muestra poca eflorescencia y a menor temperatura se muestra mayor eflorescencia.
- En la absorción se muestra los resultados en los siguientes cuadros.

Tabla 151*Síntesis de prueba de Porcentaje de absorción – Horno Artesanal 1*

Horno artesanal 1	Quema 1 (sin chimeneas)				Quema 3 (con chimeneas)			
	Nivel	Porcentaje de absorción (%)	Zona	Temp. Promedio (°C)	Nivel	Porcentaje de absorción (%)	Zona	Temp. Promedio (°C)
Último nivel	Nivel 30	14,77%	Zona 5	729.11	Nivel 30	13.99%	Zona 2	686.5
Máximo alcanzado	Nivel 15	15.41%	Zona 3	913.50	Nivel 8	15.21%	Zona 4	869.90
Mínimo alcanzado	Nivel 8	12.48%	Zona 1	1000.00	Nivel 30	12.35%	Zona 3	686.5
Primer nivel	Nivel 1	14,87%	Zona 1	1039.82	Nivel 1	13.89%	Zona 2	954.20

Nota. porcentaje de absorción máxima y mínima alcanzada. Fuente: Elaboración propia

Tabla 152*Síntesis de prueba de Porcentaje de absorción – Horno Artesanal 2*

Horno artesanal 2	Quema 2 (sin chimeneas)				Quema 4 (con chimeneas)			
	Nivel	Porcentaje de absorción (%)	Zona	Temp. Promedio (°C)	Nivel	Porcentaje de absorción (%)	Zona	Temp. Promedio (°C)
Último nivel	Nivel 26	13,25%	zona 2	730.00	Nivel 26	13.87%	zona 4	692.94
Máximo alcanzado	nivel 15	14,39%	Zona 3	846.00	Nivel 15	14,60%	zona 3	789.00
Mínimo alcanzado	Nivel 26	12.60%	Zona 4	730.00	Nivel 26	11,28%	zona 5	692.94
Primer nivel	Nivel 1	13,65%	zona 2	1060.19	Nivel 1	13.88%	zona 4	970.71

Nota. porcentaje de absorción máxima y mínima alcanzada. Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las pruebas de absorción están dentro de los parámetros establecidos por las normas técnicas peruanas, que indican que la absorción para las unidades de arcilla no debe exceder el 22% según el reglamento nacional de edificaciones norma E-070 y en la norma NTP 331.017 entre el rango de 20% - 25 %. En esta investigación, el coeficiente de variación no supera el límite de aceptación para muestras producidas artesanalmente, que es del 40%.

Los resultados de la prueba de eflorescencia muestran que en los niveles superiores de apilado hay una mayor presencia de eflorescencia, mientras que en los niveles inferiores se observa una menor eflorescencia. Esto quiere decir que las propiedades físicas como la absorción y la eflorescencia tiende a relacionarse con la temperatura de cocción, es decir que existe una incidencia de la temperatura de cocción.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de investigación, la relación entre la temperatura de cocción y las propiedades físicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa. Al no tener investigaciones predecesoras estos resultados para la prueba de absorción son comparados por el Proyecto de norma técnica peruana PNTP 331.017 y la NTP E070, y para la prueba de eflorescencia se corrobora con la norma técnica peruana NTP 331.017. En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se indica que la temperatura de cocción incide en las propiedades en todas físicas.

3. Discusión Especifica 2

Esta investigación al estimar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas.

Se ha verificado que la variación de la resistencia a compresión del ladrillo depende mucho de la variación de la temperatura como se indican en los siguientes cuadros.

Tabla 153

Síntesis de prueba de Resistencia a compresión – Horno Artesanal 1.

Horno artesanal 1	Quema 1 (sin chimeneas)				Quema 3 (con chimeneas)			
	Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Zona	Temp. Promedio (°C)	Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Zona	Temp. Promedio (°C)
Ultimo nivel	Nivel 30	15.98	Zona 5	729.11	Nivel 30	14.98	Zona 3	686.50
Máximo alcanzado	Nivel 8	43.96	Zona 5	1000.00	Nivel 1	42.21	Zona 1	954.2
Mínimo alcanzado	Nivel 30	11.12	Zona 3	729.11	Nivel 30	11.45	Zona 2	686.50
Primer nivel	Nivel 1	39.46	Zona 3	1039.82	Nivel 1	42.21	Zona 1	954.2

Nota. Resistencia a compresión máxima y mínima alcanzada. Fuente: Elaboración propia

Tabla 154

Síntesis de prueba de Resistencia a compresión – Horno Artesanal 2.

Horno artesanal 2	Quema 2 (sin chimeneas)				Quema 4 (con chimeneas)			
	Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Zona	Temp. Promedio (°C)	Nivel	Resistencia a compresión (MPa)	Zona	Temp. Promedio (°C)
Ultimo nivel	Nivel 26	15.49	Zona 5	730.00	Nivel 26	14.08	Zona 1	692.94
Máximo alcanzado	Nivel 8	36.17	Zona 1	926.60	Nivel 3	37.39	Zona 3	957.70
Mínimo alcanzado	Nivel 26	11.70	Zona 3	730.00	Nivel 26	11.04	Zona 3	692.94
Primer nivel	Nivel 1	33.12	Zona 4	1060.19	Nivel 1	36.23	Zona 1	970.71

Nota. Resistencia a compresión máxima y mínima alcanzada. Fuente: Elaboración propia

Se ha verificado que en cada nivel de apilado la temperatura difiere, pero esta no mantiene relación alguna con la propiedad de alabeo.

La variación dimensional en el Horno Artesanal 1 primera quema (quema 1 – sin chimeneas) muestra que la variación en el largo tienden a comprimirse en todos los niveles

registrando mayor compresión en el nivel 1 y nivel 22 se comprimió en las dimensiones de 3.88 mm en ambos casos, en el ancho las muestras tienden a expandirse registrando mayor relevancia en el nivel 30 que tiene un incremento de 2.07 mm y en la altura casi no muestras una variación teniendo relevancia que en el nivel 30 existe un incremento de 0.53 mm; en la segunda quema (quema 3 – con chimeneas) muestra que la variación en el largo tienden a comprimirse en todos los niveles registrando mayor compresión en el nivel 3 registrando una compresión en las dimensiones de 5.53 mm, en el ancho las muestras tienden a expandirse registrando mayor relevancia en el nivel 22 que tiene un incremento de 2.16 mm y en la altura existe un incremento, teniendo relevancia en el nivel 30 existe un incremento de 0.85 mm. En el Horno Artesanal 2 primera quema (quema 2 – sin chimeneas) muestra que la variación en el largo tienden a incrementar en todos los niveles registrando mayor incremento en el nivel 21 registrando un incremento de 1.85 mm, en el ancho las muestras tienden a expandirse registrando mayor relevancia en el nivel 26 que tiene un incremento de 1.2 mm y en la altura existe un incremento de 0.71 mm en el nivel 26 existe un incremento de 0.53 mm; en la segunda quema (quema 4 – con chimeneas) muestra que la variación en el largo tienden a comprimirse en todos los niveles registrando mayor compresión en el nivel 8 registrando una compresión en las dimensiones de 1.56 mm, en el ancho las muestras tienden a comprimirse registrando mayor relevancia en el nivel 15 que tiene una compresión de 0.65 mm y en la altura existe un incremento, teniendo relevancia en el nivel 1 existe un incremento de 0.75 mm

Se ha verificado que el porcentaje de vacíos no depende de la variación de la temperatura ya que estas no tienen una relación semejante en las 4 quemas realizadas en los Horno Artesanal 1 y Horno Artesanal 2.

Los resultados de las pruebas de compresión están dentro de los parámetros establecidos por las normas técnicas peruanas. En esta prueba, el coeficiente de variación por niveles no supera el límite de aceptación para muestras producidas artesanalmente, que es del 40%.

Los resultados obtenidos de la prueba de Variación dimensional cumplen con los parámetros establecidos en las normas reglamento nacional de edificaciones norma E - 070 y NTP 331.017. En esta prueba, el coeficiente de variación no supera el límite de aceptación para muestras producidas artesanalmente, que es del 40%.

Los resultados obtenidos de la prueba de porcentaje de vacíos cumplen con los parámetros establecidos en las normas reglamento nacional de edificaciones norma E - 070 (no será mayor a 30% de porcentaje de vacíos) y NTP 331.017 (no será mayor a 30% de porcentaje de vacíos) En esta prueba, el coeficiente de variación no supera el límite de aceptación para muestras producidas artesanalmente, que es del 40%.

Esto quiere decir que las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión, variación dimensional tiende a relacionarse con la temperatura de cocción, es decir que existe una incidencia de la temperatura de cocción. Las propiedades que no mantienen una relación con la temperatura son el porcentaje de vacíos y el alabeo. Frente a lo mencionado se acepta parcialmente la hipótesis de investigación, La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

Al no tener investigaciones predecesoras estos resultados para la prueba de compresión, dimensionamiento, porcentaje de vacíos son comparados por el Proyecto de norma técnica peruana PNTP 331.017 y el reglamento nacional de edificaciones norma E - 070, y para la prueba de alabeo se corrobora con la norma reglamento nacional de edificaciones norma E - 070. En tal sentido,

bajo lo mencionado anteriormente se indica que la temperatura de cocción incide en algunas propiedades mecánicas.

4. Discusión Específica 3

Esta investigación al determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades químicas.

Evaluación del análisis elemental de la arcilla

El elemento químico en mayor cantidad es sílice en la arcilla como muestra el cuadro siguiente.

Tabla 155

Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 1 y su punto de fusión.

N°	Elemento Químico	Promedio Z1 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	26,89%	1410
2	Al	10,94%	660
3	Fe	4,66%	1536
4	Mg	4,18%	650
5	Ca	3,79%	838
6	K	2,34%	97,8

Nota. Elementos químicos en mayor cantidad, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 156

Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 2 y su punto de fusión.

N°	Elemento Químico	Promedio Z2 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	26,03%	1410
2	Al	10,36%	660
3	Ca	5,05%	838
4	Fe	4,59%	1536
5	Mg	3,92%	650
6	K	2,19%	97,8

Nota. Elementos químicos en mayor cantidad, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 157

Síntesis de elementos químicos más abundantes en la arcilla de la zona 3 y su punto de fusión.

N°	Elemento Químico	Promedio Z3 (%)	Punto de fusión (°C)
1	Si	27,31%	1410
2	Al	11,43%	660
3	Fe	4,83%	1536
4	Mg	4,66%	650
5	Ca	2,93%	838
6	K	2,52%	97,8

Nota. Elementos químicos en mayor cantidad, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia

Tabla 158

Composición química de la arcilla en el distrito de San Jerónimo - Cusco – sector ladrilleras

Patrón San Jerónimo.

Compuesto Químico	Composición de Arcillas San Jerónimo - Cusco Promedio (%)
<i>SiO₂</i> (sílice)	26.74%
<i>Al₂O₃</i> (alúmina)	10.91%
<i>FeO</i> y <i>Fe₂O₃</i> (óxido férrico)	4.69%
<i>MgO</i> (óxido de magnesio)	4.25%
<i>CaO</i> (óxido de calcio)	3.92%
<i>K₂O</i> (óxido de potasio)	2.35%
<i>TiO₂</i> (óxido de titanio)	0.45%

Nota. Análisis de la composición química de la arcilla, elemento químico y punto de fusión de la Tabla periódica. Fuente: Elaboración propia.

Las arcillas utilizadas por el sector ladrillero de San Jerónimo según Fernández (2000) En el Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos no se consideran caolín puro, para ello deben presentar solo sílice, alúmina y agua en su composición. Por la presencia de sílice se considera correcta pues es perjudicial cuando el porcentaje de sílice es mayor al 60%. El porcentaje de alúmina presente en las arcillas es de 10.91% se encuentra entre el rango recomendado para la fabricación de ladrillos que es de 10% y el 20%. El porcentaje de óxido ferroso y óxido férrico presentes en las arcillas de San Jerónimo son de 4.69% esto está permitido pues no excede el valor

máximo permitido que es del 10%. El porcentaje de óxido de Titanio presentes en las arcillas de San Jerónimo son del 0.45% esto está permitido pues no excede el rango permitido que están comprendido entre 0.1% y < 10%.

En el Horno 1 – Quema 1 durante el proceso de precalentamiento la temperatura máxima que se alcanza es de 409.6 °C la temperatura que debe alcanzar es de 573° para que ocurra la transformación $\alpha \leftrightarrow \beta$ de la sílice donde ocurre una dilatación de 0.8% en el volumen, esta se debe mantener por un corto periodo de tiempo, esto puede explicar las fisuras presentes por la dilatación descontrolada al llegar a este punto.

En el Horno 2 – Quema 2 durante el proceso de precalentamiento la temperatura máxima que se alcanza es de 518.3 °C esta temperatura es más cercana la temperatura que debe alcanzar es de 573° para que ocurra la transformación $\alpha \leftrightarrow \beta$ donde ocurre una dilatación de 0.8% en el volumen esta se debe mantener por un corto periodo de tiempo, esto puede explicar las fisuras presentes por la dilatación descontrolada al llegar a este punto.

En el Horno 1 – Quema 3 durante el proceso de precalentamiento la temperatura máxima que se alcanza es de 440.5°C esta temperatura es más cercana la temperatura que debe alcanzar es de 573° para que ocurra la transformación $\alpha \leftrightarrow \beta$ donde ocurre una dilatación de 0.8% en el volumen esta se debe mantener por un corto periodo de tiempo, esto puede explicar las fisuras presentes por la dilatación descontrolada al llegar a este punto.

En el Horno 2 – Quema 4 durante el proceso de precalentamiento la temperatura máxima que se alcanza es de 518.3 °C esta temperatura es más cercana la temperatura que debe alcanzar es de 573° para que ocurra la transformación $\alpha \leftrightarrow \beta$ donde ocurre una dilatación de 0.8% en el

volumen esta se debe mantener por un corto periodo de tiempo, esto puede explicar las fisuras presentes por la dilatación descontrolada al llegar a este punto.

Los resultados obtenidos por la prueba de análisis elemental de la arcilla inciden en las propiedades finales del ladrillo ya que cada elemento al formar compuestos aporta características y propiedades especiales a los ladrillos.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de investigación, La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades químicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

La presente investigación asevera la investigación realizada por Tuesta et al. (2005) En la Revista Social Química. Perú, 2005, 71, N.º 1 y Zuluaga et al. (2016) En la revista científica Caracterización térmica, química y mineralógica de un tipo de arcilla roja propia de la región andina colombiana, empleada para la producción de ladrillos para construcción. Donde los resultados muestran que el elemento químico más abundante es el silicio.

En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se pudo asegurar que el análisis elemental de la arcilla aporta una mejor descripción del comportamiento de la arcilla durante las diferentes etapas de cocción.

5. Discusión Especifica 4

Esta investigación al analizar la relación de la temperatura de cocción y el costo de producción.

Tabla 159

Resultados de la incidencia de la temperatura en la producción.

Descripción	Producción Cantidad (und)	Porcentaje de desperdicio con el total de producción	Costo de producción por millar	Utilidad por millar
Horno 1 - Quema 1 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	12888	4,04%	S/ 380,59	S/ 199,41
Horno 1 - Quema 3 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 12x24x9	12808	2,44%	S/ 420,00	S/ 160,00
Horno 1 - Quema 2 - Sin chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	10452	4,66%	S/ 469,29	S/ 110,71
Quema 4 - Con chimeneas - Ladrillo King Kong 14x24x9	10372	2,63%	S/ 472,91	S/ 107,09

Nota. Análisis de costo de producción. Fuente: Elaboración propia

Se analiza que la inclusión de chimeneas disminuye la cantidad de ladrillos que se produce, pero disminuye la cantidad de unidades que se pierden por mala cocción.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de investigación, La relación entre la temperatura de cocción y el costo de producción de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.

Al no tener investigaciones predecesoras sobre la incidencia de la temperatura en la producción de ladrillos, se señala que este estudio es de suma importancia para comprender que el

control de la temperatura en todos sus procesos para obtener unidades de mejor calidad y uniformidad además de evitar pérdidas en ladrillos mal cocidos que generan gastos adicionales.

En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se señala que la producción de ladrillos en los hornos artesanales representa una cantidad considerable y estos son empleados en diferentes construcciones de albañilería en el sur del país.

6. Discusión Especifica 5

Esta investigación al establecer el perfil de temperatura durante la cocción sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.

Esta investigación al evaluar el perfil de temperatura durante la cocción con incorporación de chimeneas interiores y sin chimeneas interiores.

Tabla 160

Síntesis del perfil de temperatura horno artesanal 1

Horno artesanal 1	Quema 1 - sin chimeneas	Quema 3 - con chimeneas
Temperatura (°c) nivel 1	1039,82	954,23
Temperatura (°c) nivel 30	729,11	686,54
Δ temperatura (°c)	310,71	267,69
Tiempo de precalentamiento (hr)	15:30:00	15:30:00
Tiempo de cocción (hr)	18:00:00	18:00:00
Tiempo de enfriamiento(hr)	13:00:00	13:00:00

Nota. Análisis del perfil de temperatura en las tres etapas de cocción. Fuente: Elaboración propia

Tabla 161*Síntesis del perfil de temperatura horno artesanal 2*

Horno artesanal 2	Quema 2 - sin chimeneas	Quema 4 - con chimeneas
Temperatura (°c) nivel 1	1060,19	970,71
Temperatura (°c) nivel 26	730,00	692,94
Δ temperatura (°c)	330,19	277,78
Tiempo de precalentamiento (hr)	14:30:00	14:30:00
Tiempo de cocción (hr)	18:00:00	18:00:00
Tiempo de enfriamiento(hr)	12:00:00	12:00:00

Nota. Análisis del perfil de temperatura en las tres etapas de cocción. Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos en las quemas al incluir chimeneas en la cámara de cocción logran reducir la diferencia de temperaturas entre el primer y último nivel en comparación con las quemas sin chimeneas en la cámara de cocción. Por lo tanto, se recomienda un apilado más eficiente con la inclusión de chimeneas.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de investigación, Existen diferencias significativas en el perfil de temperatura durante la cocción entre los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.

Al no tener investigaciones predecesoras en la inclusión de chimeneas, se señala que este estudio es de suma importancia por su carácter social, ambiental y económico.

En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se señala que el control del perfil de temperatura aporta en algunas propiedades del ladrillo.

7. Discusión Especifica 6

Esta investigación al evaluar un diseño de cúpula eficiente para el Horno Artesanal.

Tabla 162

Síntesis del comportamiento térmico de las cupulas

Tipo de cúpula	Numero de chimeneas	Velocidad (m/s)	Observación
Trapezoidal	1 chimenea	363,8	Muestra muchas zonas con flujo de aire estático en sus laterales
Circular	1 chimenea	166,61	Muestra zonas con velocidades de aire menores a 20 m/s
Circular	2 chimeneas	82,21	Se observa perdidas de flujo en la parte superior de la cúpula
Rectangular	1 chimenea	301,32	Se observa que la zona opuesta a la chimenea presenta ausencia de flujo
Rectangular	2 chimeneas	149,77	Se observa que el flujo de aire en contacto con los ladrillos mantiene flujo recomendado mayor a 30,7 m/s

Nota. Análisis del comportamiento del diseño de Cúpula. Fuente: Elaboración propia

Para el diseño de la cúpula, se optó por mantener una geometría que favorezca un mejor flujo de aire, dado que la transmisión de calor está principalmente influenciada por la convección.

Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de investigación, Existe una diferencia significativa en la eficiencia térmica del Horno Artesanal actual y el nuevo diseño propuesto.

En tal sentido, bajo lo mencionado anteriormente se señala que para atrapar lo gases que se producen durante la cocción es necesario el diseño de una cúpula sin que esta afecte el perfil de temperaturas, para la construcción de las chimeneas se recomienda la norma EM.060 - chimeneas y hogares.

CAPITULO VII: Conclusiones

Conclusión N ° 01

Se determino en su totalidad la hipótesis general que indica:

“La relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos es significativa.”

La presente investigación concluye que la temperatura afecta directamente en las propiedades físicas, químicas, en algunas propiedades mecánicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos.

Conclusión N ° 02

Se ha demostrado en su totalidad la Sub - Hipótesis N°01 que indica:

“La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades físicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.”

La presente investigación concluye que la temperatura de cocción influye en las propiedades físicas que son el porcentaje de absorción y la eflorescencia, en la prueba de porcentaje de absorción se concluye que para el horno artesanal 1 el nivel que presenta máxima medición es el nivel 15 zona 3 para la quema 1, el nivel 8 zona 4 para la quema 3, para el horno artesanal 2 el nivel que presenta máxima medición es el nivel 15 zona 3 para la quema 2, el nivel 15 zona 3 para la quema 4. Y para la prueba de eflorescencia tiene una relación inversa con la temperatura.

Conclusión N ° 03

Se ha demostrado en su totalidad la Sub - Hipótesis N°02 que indica:

“La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.”

El presente trabajo de investigación concluye que la temperatura de cocción influye las propiedades mecánicas como resistencia a la compresión donde las unidades de los niveles más próximos a la fuente de calor alcanzan mejores resistencias. Para el caso de variación dimensional se concluye que en los primeros niveles se comprime debido a las altas temperaturas y en los últimos niveles tiende a mantenerse o expandirse y para las pruebas de alabeo y porcentaje de vacíos se concluye que estas no dependen de la temperatura de cocción.

Conclusión N ° 04

Se ha demostrado en su totalidad la sub - hipótesis N°03 que indica:

“La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades químicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.”

La presente investigación concluye los compuestos químicos se encuentran dentro de los límites permisibles para la fabricación de los ladrillos también se concluye que es necesario el análisis elemental de la arcilla para asegurar el comportamiento de los elementos químicos frente a sus temperaturas de fusión y así controlar las propiedades finales de los ladrillos.

Conclusión N ° 05

Se demostrado en su totalidad la sub - hipótesis N°04 que indica:

“La relación entre la temperatura de cocción y el costo de producción de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.”

Se concluye que la temperatura de cocción influye en la producción ya que incrementa el costo de producción por millar en el horno artesanal 1 de S/ 380.59 a S/ 420 y horno artesanal 2 de S/ 469.29 a S/ 472.91 por la inclusión de chimeneas; y existe una disminución de pérdidas de ladrillos mal coccionados.

Conclusión N ° 06

Se demostrado en su totalidad la sub - hipótesis N°05 que indica:

“Existen diferencias significativas en el perfil de temperatura durante la cocción entre los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción”

Se concluye que la incorporación de chimeneas mejora la variación de temperatura que existía entre el Nivel 1 y Nivel 30 que disminuye de 310.71 °C a 267.7 °C para el horno artesanal 1 y para el horno artesanal 2 entre el Nivel 1 y Nivel 26 que disminuye de 330.19 °C a 277.77 °C.

Conclusión N ° 07

Se demostrado en su totalidad la sub - hipótesis N°06 que indica:

“Existe una diferencia significativa en la eficiencia térmica del Horno Artesanal actual y el nuevo diseño propuesto”

Se concluye que el diseño de cúpula rectangular con dos chimeneas laterales es el que presenta mejor eficiencia térmica al que se tiene actualmente.

Recomendaciones

La presente investigación recomienda realizar un control estricto de la temperatura por niveles o capas de apilado para obtener ladrillo de mejor calidad. (Esto con el fin de evitar la sobrecoCCIÓN o en su defecto que las unidades no alcancen a calcinar)

No existe una diferencia significativa de las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos coccionados en hornos con chimeneas y sin chimeneas. Se recomienda el uso del sistema menos complicado el horno sin chimeneas.

Se recomienda la incorporación de una norma, para el control de parámetros de cocción para hornos artesanales e industriales.

Se recomienda el control de la temperatura de cocción y enfriamiento (shok térmico) que sufre el primer nivel de apilado en horno artesanal durante el proceso de cocción del ladrillo.

Se recomienda la construcción, utilizando el diseño de cúpula diseñada en el presente trabajo de investigación para lograr una mejor distribución de calor en la parte superior del horno.

Se recomienda la implementación de una cúpula rectangular con chimeneas laterales, por ser el diseño con mayor eficiencia en la transferencia de calor.

Se recomienda evitar el uso de hornos artesanales para la producción por la baja eficiencia térmica que presentan durante la cocción.

Se recomienda continuar la presente investigación por su importancia, en el ladrillo como unidad de albañilería y su carácter ambiental.

Bibliografía

- Casabonne, H. G. (2005). *ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL*. LIMA - PERU: Pontificia Universidad Católica Del Peru Fondo Editorial 2005.
- CENGL, Y. A., & GHAJAR, A. J. (2011). *Transferencia de calor y masa FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*. MEXICO: McGraw-Hill.
- Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI. (2017). *UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería*. Lima: R.0055-2005/INDECOPI-CRT.
- Corzo Velázquez, M. A., Alcaraz Caracheo, L. A., Romero, S. A., Lesso Arroyo, R. J., & Frias Chimal, E. (2013). Análisis de los perfiles de temperatura en un Horno de Cocción de Ladrillos. *Pistas Educativas No. 103, Noviembre 2013. México, Instituto Tecnológico de Celaya*, 21.
- DÍAZ RODRÍGUEZ, L., & TORRECILLAS, R. (2002). Arcillas cerámicas: Una revisión de sus distintos tipos, significados y aplicaciones. *BOLETIN DE LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE Cerámica y Vidrio*, 12.
- Dr.Zavala, C., Dr.Yamasaki, Y., & Dr.Futaki, M. (2004). CONSTRUYENDO EDIFICACIONES DE ALBAÑILERIA CON TECNOLOGIAS. *GUIA PARA LA CONSTRUCCION CON ALBAÑILERIA*, 30.
- E, M. d.-O. (2018). *INFORME N° 143 – 2018 – OEFA/DSAP – CIND*. Lima: Direccion de evaluacion ambiental .
- Espinel, E., & Escobar Mora, N. J. (2018). CURVA DE COCCIÓN DE LA ARCILLA EN LA LADRILLERA EL RECREO. *REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA · May 2018*, 8.
- FEATool, G. d. (2013). FEATool Multiphysics Caja de herramientas de análisis de elementos finitos. *Guía del usuario de FEATool*, 1.
- Fernández, A. M. (2000). *Manual sobre fabricación de baldosas, tejas y ladrillos*. Sede de Alcalá: Beralmar.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *ALBAÑILERIA ESTRUCTURAL*. Plaza Francia 1164, LIMA -PERU: FONDO EDITORIAL DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU 2005.
- GAMARRA ASTUHUAMAN, G., WONG CABANILLAS, F., PUJAY CRISTOBAL, O. E., & RIVERA ESPINOZA, T. A. (2015). *ESTADÍSTICA E INVESTIGACIÓN CON APLICACIONES DE SPSS*. LIMA-PERU: Estadística e Investigación con aplicaciones de SPSS.
- Holman, J. P. (1998). *TRANSFERENCIA DE CALOR. Octava edición (primera en español)*. Aravaca (Madrid): Concepción Fernández Madrid.
- INACAL. (2015). UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcillausados en albañilería. Requisitos. *NORMA TECNICA PERUANA NTP 331.017*, 18.

- INACAL, D. d. (2015). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Ladrillos de arcilla*. Lima, Perú: INACAL 2015.
- INDECOPI, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales. (1978). *NORMAS TECNICAS NTP 331.017*. Lima, Perú.
- Kelmansky, D. D. (2009). *ESTADÍSTICA PARA TODOS Estrategias de pensamiento y herramientas para la solución de problemas*. Ciudad Autonoma de Buenos Aires - Republica Argentina: Artes Graficas Rioplatenses S.A., Corrales 1393(C1437GLE), Buenos aires,Argentina.
- Lescano, & Barranzuela, J. (ABRIL de 2014). PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGION DE PIURA. *PROCESO PRODUCTIVO DE LOS LADRILLOS DE ARCILLA PRODUCIDOS EN LA REGION DE PIURA*. PIURA - PERU.
- Ltd, T. T. (2006). Manual Thermometer With data Logger PCE - T800. *Manual Thermometer With data Logger PCE - T800*, 41.
- Mora, E. E., & Escobar, N. J. (2017). Curva de cocción de la arcilla en la ladrillera el Recreo. *Revista Colombiana de Tecnología de Avanzada*, 41.
- MULTIPHYSICS, C. (2023). <https://www.addlink.es/productos/comsol-multiphysics#descripcion>. Obtenido de <https://www.addlink.es/productos/comsol-multiphysics#descripcion>.
- OEFA, M. d.-O. (2018). *INFORME N° 345 – 2018 – OEFA/DEAM – STEC* . LIMA: Direccion de evaluacion ambiental .
- R. Byron Bird, W. E. (1992). *FENOMENOS DE TRANSPORTE UN ESTUDIO SISTEMATICO DE LOS FUNDAMENTOS DEL TRANSPORTE DE MATERIA, ENERGIA Y CANTIDAD DE MOVIMIENTO*. BARCELONA, ESPAÑA: ediciones REPLA,s.a.
- Romero Pabón, J. C., Romero Pabón, C. E., & Vergara Ríos, G. M. (2019). Solución de las ecuaciones de Navier–Stokes. *REVISTA DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES ISSN 1012-1587/ISSNE: 2477-9385 DEPOSITO LEGAL PP 198402ZU45*, 58.
- Salamanca, E. G., & Suárez Barrios, M. (1975). LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS. *LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS*, 25.
- San Bartolomé, Á., Quiun, D., & Casabonne, C. (2018). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS SISMORRESISTENTES DE ALBAÑILERIA*. Lima - Peru: Fondo Editorial PUCP.
- SEARS, & ZEMANSKY. (2009). *FISICA UNIVERSITARIA*. MEXICO: PERSON.
- SENCICO, Servicio Nacional de Capacitacion para la industria de la Construcción -. (2019). *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES Propuesta de NORMA E.070 ALBAÑILERÍA*. LIMA: Ministerio de Vivienda .
- TRIOLA, M. F. (2009). *Estadística. Décima edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Tuesta, E. G., Vivas, M., Sun, R., & Gutarra, A. (2005). MODIFICACIÓN QUÍMICA DE ARCILLAS Y SU APLICACIÓN EN LA RETENCION DE COLORANTES. *Rev. Soc. Quím. Perú*, 26-36.

Zuluaga Castrillón, D., Henao Arrieta, A. P., Ferney García, D., Rodríguez, J. E., Hoyos Machado, Á. M., López, M. E., & Gómez Álvarez, C. (2016). CARACTERIZACIÓN TÉRMICA, QUÍMICA Y MINERALÓGICA DE UN TIPO DE ARCILLA ROJA PROPIA DE LA REGIÓN ANDINA COLOMBIANA, EMPLEADA PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS PARA CONSTRUCCIÓN. *REVISTA COLOMBIANA DE MATERIALES*, 53- 63.

Anexos

Anexo A Matriz de consistencia.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables y dimensiones
¿Cuál será la relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas - mecánicas – químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos, en el horno artesanal de la empresa El Emperador de san jerónimo?	Establecer la relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas - mecánicas – químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos, en el horno artesanal de la empresa El Emperador de san jerónimo.	La relación entre la temperatura de cocción con las propiedades físicas, mecánicas, químicas y producción del ladrillo King Kong 18 huecos es significativa.	Independiente X1: Parámetros de Cocción. Dimensiones: ➤ temperatura ➤ tiempo
¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades físicas?	Determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades físicas.	La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades físicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa	Dependiente Y1: Propiedades mecánicas Dimensiones: ➤ Resistencia a compresión ➤ Alabeo ➤ Variación dimensional ➤ Porcentaje de vacíos
¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas?	Estimar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas	La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa	
¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y las propiedades químicas?	Determinar la relación de la temperatura de cocción y las propiedades químicas.	La relación entre la temperatura de cocción y las propiedades químicas de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.	
¿Cuál es la relación de la temperatura de cocción y el costo de producción?	Analizar la relación de la temperatura de cocción y el costo de producción.	La relación entre la temperatura de cocción y el costo de producción de los ladrillos King Kong 18 huecos es significativa.	Y2: Propiedades físicas Dimensiones: ➤ Porcentaje de absorción ➤ Eflorescencia
¿Cuál es el perfil de temperatura de un horno artesanal sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción?	Establecer el perfil de temperatura durante la cocción sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.	Existen diferencias significativas en el perfil de temperatura durante la cocción entre los ladrillos King Kong 18 huecos fabricados sin chimeneas y con chimeneas en la cámara de cocción.	Y3: Análisis elemental de la arcilla Dimensiones: ➤ composición química
¿Cómo será el diseño eficiente de cúpula para el horno artesanal?	Evaluar un diseño de cúpula eficiente para el Horno Artesanal.	Existe una diferencia significativa en la eficiencia térmica del Horno Artesanal actual y el nuevo diseño propuesto.	Y4: Producción Dimensiones: ➤ Costo/Unidad

Anexo B Fotografías del proceso para la recolección de datos de parámetros de cocción.



Dimensionamiento de la geometría del Horno de Ladrillos



Vista superior de la Cámara de Cocción del Ladrillo



Dimensionamiento para diseño de geometría de la cámara inferior



Dimensionamiento para Diseño de la Geometría del Apilamiento de Ladrillos y diseño de chimeneas



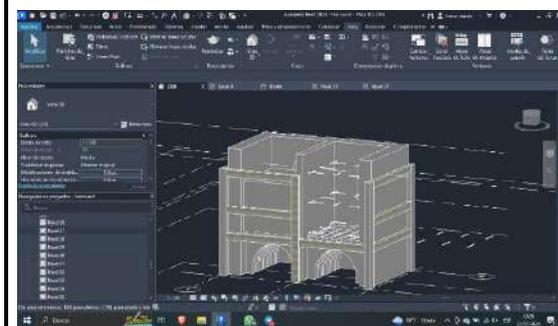
Perforación de Muros para la Colocación de Termo cupulas Tipo K



Colocado de mato térmico que es un aislante para evitar fugas de calor por lo agujeros que se perforo cuando no estén en uso



Visita del co-asesor para la ubicación de puntos críticos, para la ubicación de termo cupulas.



Modelado en 3d utilizando el software Revit de los hornos para la distribución homogénea del termo cupulas



Dimensionamiento del ancho de la cámara de cocción de ladrillos.



Dimensionamiento de la altura de cámara de cocción de los ladrillos.



Inspección del apilado de los ladrillos en la quema 1 sin chimeneas.



Apilamiento de el Horno 1 sin chimeneas



Medición de la temperatura durante el proceso de precalentamiento en el horno 1 sin chimeneas.



Medición de la temperatura durante el proceso de cocción utilizando las termo cupulas tipo k y multi-thermometer-pce-t800.



Medición de temperaturas en el nivel 22 durante el proceso de que cocción.



Medición de temperaturas durante el proceso de que enfriamiento.



Medición de temperatura durante el proceso de cocción de los ladrillos.



Medición de temperatura muro posterior a la compuerta de quemado.



Visita de Co - asesor para inspección de recolección de medición de parámetros de cocción.



Condición de ladrillos del primer nivel por el shock térmico y carga muerta del apilamiento durante el proceso de cocción y enfriamiento



Medición de temperatura proceso de cocción previo al enfriamiento.



Proceso de precalentamiento Horno 2, procedimiento para expulsar humedad existente en las muestras de ladrillos.



Extracción de muestras Quema 1- Horno 1 sin chimeneas.



Apilamiento de ladrillos Horno 1 - Quema 3 se puede observar la presencia de chimeneas en la parte central de los hornos de ladrillos.



Medición de temperatura proceso de cocción para el Horno 1 - Quema 3 con chimeneas



Extracción de muestras Quema 3 - Horno 1 nivel 15 de apilamiento con presencia de chimeneas



Extracción de muestras nivel 30 de apilada Horno 1 - Quema 3 con chimeneas



Apilamiento Horno 1- Quema 3 con la presencia de chimeneas.



Medición de temperatura proceso de cocción de ladrillos Horno 2 -Quema 2.

Anexo C: Panel fotográfico de las pruebas de las propiedades físicas.



Extracción y codificación de muestras en
nel Horno Artesanal 1



Extracción y codificación de muestras en
el Horno Artesanal 2



Refrentado de especímenes de la Quema
1 – Sin chimeneas utilizando yeso dental
tipo III



Refrentado de especímenes Quema 1 –
Sin Chimeneas



Prueba de compresión Quema 1 - Nivel 3 de apilamiento – Sin Chimeneas



Prueba de compresión Quema 1 - Nivel 8 de apilamiento – Sin Chimeneas



Prueba de compresión Quema 1 - Nivel 15 de apilamiento – Sin chimeneas



Registro resistencia alcanzada Quema 1 – Sin chimeneas



Prueba de compresión de las muestras extraídas en la Quema 1 – Sin chimeneas



Muestras de la Quema 1 en la prensa de compresión del laboratorio de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.



Registro de mediciones de la prueba de compresión Quema 2



Refrentado de especímenes Quema 2 - Horno 2



Prueba de compresión quema 2 máquina de compresión de la FIC



Prueba de compresión resultados de fallas por aplastamiento presente en especímenes.



Muestras de la Quema 2 en la prensa de compresión del laboratorio de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.



Refrentado de especímenes Quema 2 - Horno 1 – Nivel 15



Refrentado de especímenes - Quema 3 – Horno 1 - Sin Chimeneas.



Prueba de compresión Quema 3 – Horno 1 - Sin Chimeneas.



Muestras de la Quema 3 en la prensa de compresión del laboratorio de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.



Prueba de compresión Quema 3 – Horno 1 - Sin Chimeneas.



Muestras Quema 3 – Horno 1 – Sin Chimeneas.



Prueba de compresión Quema 3 – Horno 1 - Sin Chimeneas



Prueba de compresión Quema 3 – Nivel 3 – Horno 1 – Sin Chimeneas.



Prueba de compresión Quema 3 – Nivel 3 – Horno 1 – Sin Chimeneas.



Preparación de especímenes para realizar el refrentado Quema 4 – Horno 2 – Con Chimeneas.



Refrentado Quema 4 – Nivel 21 de apilamiento -Horno 2 – Con Chimeneas.



Refrentado Quema 4 – Nivel 15 de apilamiento - Horno 2 – Con Chimeneas.



Prueba de compresión Quema 4 - Horno 2 – Con Chimeneas.



Prueba de compresión en muestras de la Quema 4



Muestras en la máquina de compresión de la Quema 4 – nivel 21 de apilamiento – horno 2 – sin chimeneas



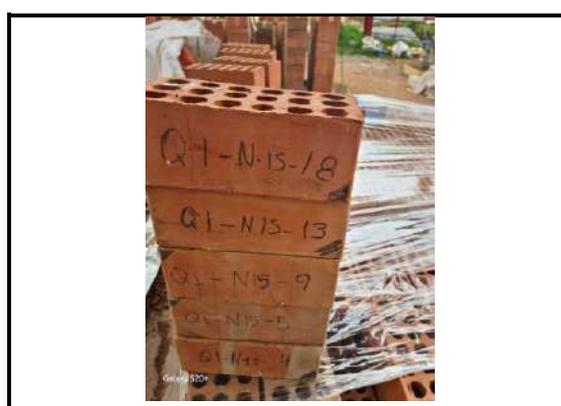
Muestras de la Quema 4 en la máquina de compresión del Laboratorio de Mecánica de suelos y materiales de la Facultad de Ingeniería Civil.



Registro de medición de prueba de compresión quema 3.



Prueba de compresión extracción de muestras que presento fallas.



Preparación, conservación y selección de muestras para prueba de absorción



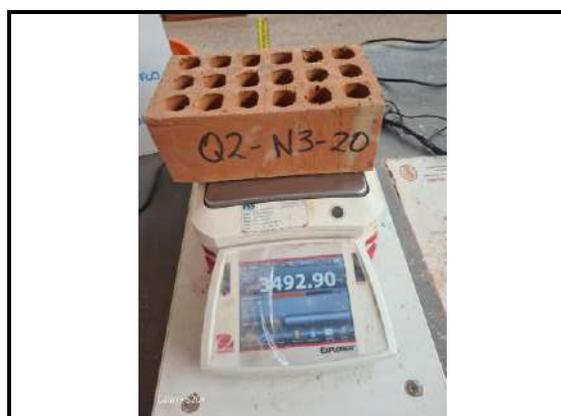
Prueba de absorción proceso preparación de especímenes secado durante 24 horas Quema 2.



Prueba de absorción proceso preparación de especímenes secado durante 24 horas Quema 4.



Prueba de Absorción proceso de pesado en seco de especímenes Quema 2 – Nivel 1.



Prueba de Absorción proceso de pesado en seco de especímenes Quema 2 – Nivel 3.



Prueba de absorción proceso de inmersión en agua de muestras durante 24 horas Quema 2 – Horno 2



Prueba de absorción proceso de secado durante 24 horas previo a la inmersión en agua.



Prueba de absorción proceso de inmersión en agua de especímenes durante 24 horas.



Prueba de absorción proceso extracción de especímenes después de la inmersión en agua durante 24 horas.



Prueba de eflorescencia proceso de pesada muestra seca.



Prueba de eflorescencia proceso de pesada muestra saturada.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 1.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 2.



Prueba de alabeo proceso registro de mediciones realizadas.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 3.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 3 – Nivel 22.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 4 – Nivel 26.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo utilizando cuña metálica cara superior de asiento Quema 4 – Nivel 3.



Prueba de alabeo proceso medición de alabeo y registro de las mediciones.



Prueba de variación dimensional proceso medición de largo de espécimen utilizando regla metálica Quema 1.



Prueba de variación dimensional proceso medición de la altura de espécimen utilizando regla metálica Quema 1.



Prueba de variación dimensional proceso medición del ancho de espécimen utilizando regla metálica Quema 1 – Nivel 30.



Prueba de variación dimensional proceso medición del largo de espécimen utilizando regla metálica Quema 1 – Nivel 8.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 1 - Nivel 8



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 1 – Nivel 8



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 2 - Nivel 8



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 2 - Nivel 8



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 2.



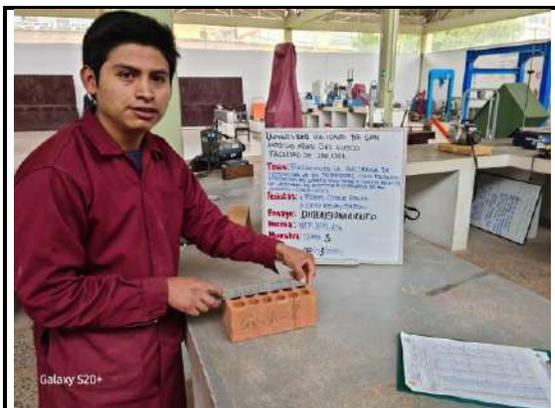
Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 2 - Nivel 21.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 2 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 2 - Nivel 21.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 3 - Nivel 1.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 3 - Nivel 1.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 3 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 3 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 3 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 3 - Nivel 8.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 4 - Nivel 3.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 4 - Nivel 3.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 4 - Nivel 3.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de largo Quema 4 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de ancho Quema 4 - Nivel 15.



Prueba de variación dimensional proceso de medición de altura Quema 4 - Nivel 15.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso peso de probeta para determinar densidad de arena



Prueba de porcentaje de vacíos proceso peso de probeta con arena en un volumen de 500 ml para determinar densidad de arena



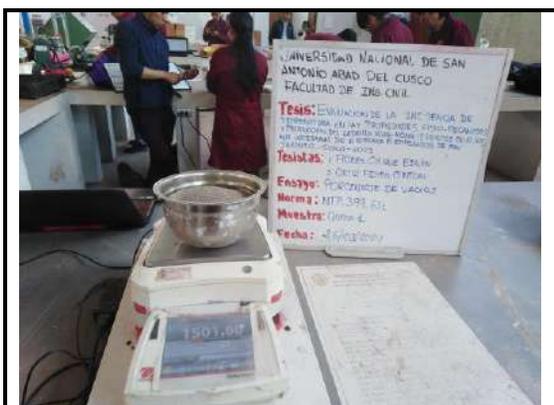
Prueba de porcentaje de vacíos proceso tamizado de arena previa al pesado.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de llenado de arena y enrasado.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 1 – Nivel 30.



Peso de arena contenida en cada espécimen de ladrillo.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 1 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en pale cartulina Quema 1 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso enrazado Quema 1 – Nivel 26.



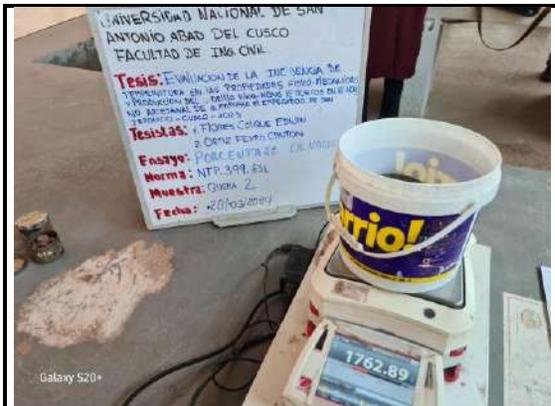
Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 2 – Nivel 26.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 2 – Nivel 26.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en pale cartulina Quema 2 – Nivel 26.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 2 – Nivel 26.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 2 – Nivel 15.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en pale cartulina Quema 2 – Nivel 15.



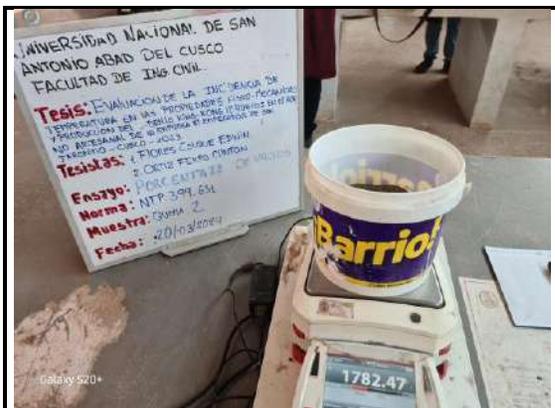
Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 2 – Nivel 15.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 2 – Nivel 26.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en pale cartulina Quema 2 – Nivel 26.



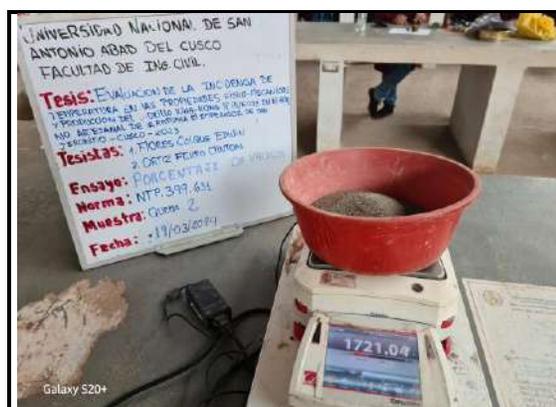
Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 2 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 2 – Nivel 3.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en pale cartulina Quema 2 – Nivel 3.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 2 – Nivel 3.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 3 – Nivel 8.



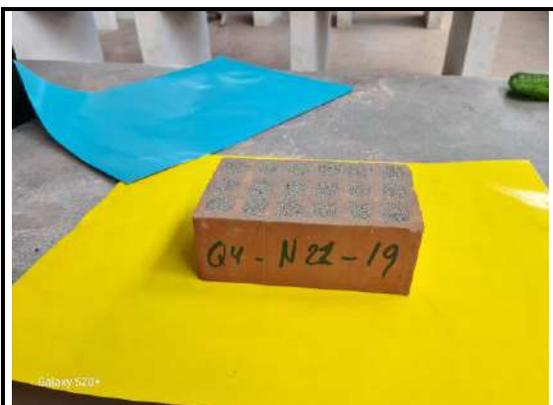
Prueba de porcentaje de vacíos proceso de llenado de arena en alveolos de los ladrillos Quema 1.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza de arena excedente con cepillo de cerdas suaves.



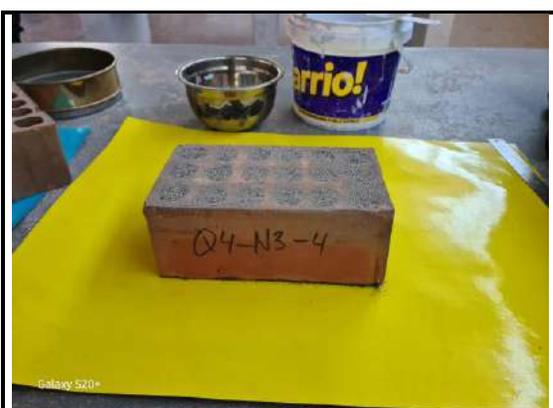
Prueba de porcentaje de vacíos proceso de pesado de arena contenida en los alveolos.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 4 – Nivel 21.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en papel cartulina Quema 4 – Nivel 21.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 4 – Nivel 3.



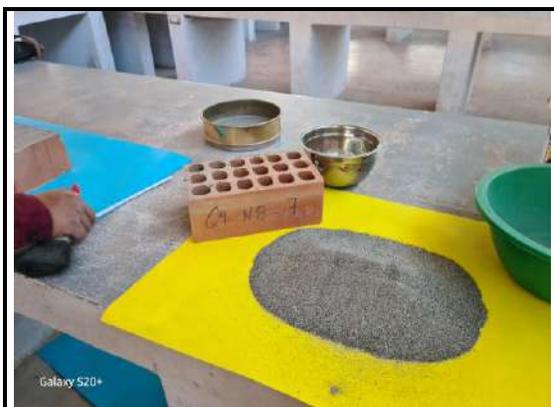
Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en papel cartulina Quema 4 – Nivel 3.



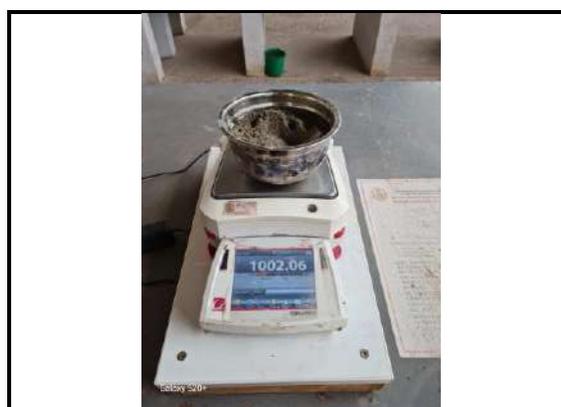
Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 4 – Nivel 3.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de limpieza con cepillo de cerdas suaves Quema 4 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso extracción de arena en papel cartulina Quema 4 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso pesado de arena contenida en alveolos de cada muestra Quema 4 – Nivel 8.



Prueba de porcentaje de vacíos proceso de enrasado de especímenes



Prueba de porcentaje de vacíos proceso determinación de densidad de la arena.

Anexo D Panel fotográfico de las pruebas de las propiedades físicas.



Prueba de eflorescencia proceso de preparación de especímenes limpieza de agentes extraños.



Prueba de eflorescencia proceso de secado previo al colocado en agua destilada de especímenes Quema 4.



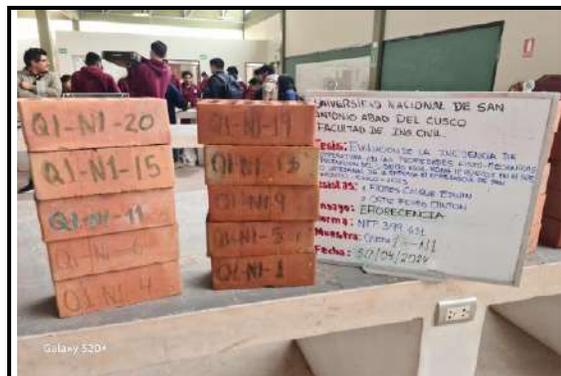
Prueba de eflorescencia proceso de inspección de especímenes previo al colocado en agua destilada Quema 1 Nivel 30.



Prueba de eflorescencia proceso de inspección de especímenes previo al colocado en agua destilada Quema 1 Nivel 1.



Prueba de eflorescencia proceso de colocado en agua destilada – control de Quema 1.



Prueba de eflorescencia proceso de inspección posterior a la inmersión en agua destilada previo al secado en los hornos Quema 1 – Nivel 1.



Prueba de eflorescencia proceso de inspección posterior a la inmersión en agua destilada previo al secado en los hornos Quema 1 – Nivel 30.



Prueba de eflorescencia proceso de inspección posterior al secado en el Horno del laboratorio de la FIC Quema 1 – Nivel 1.



Prueba de eflorescencia proceso de inspección posterior al secado Quema 1 – Nivel 30



Prueba de eflorescencia proceso de secado previo al colocado en agua destilada de especímenes Quema 2.



Prueba de efluencia proceso de control de profundidad de agua destilada.



Prueba de efluencia y colocado en agua destilada Quema 2.



Prueba de efluencia comparación de muestras posterior a colocado en agua destilada Quema 2 – Nivel 1



Prueba de efluencia comparación de muestras posterior a colocado en agua destilada Quema 2 – Nivel 26



Prueba de efluencia comparación de muestras posterior a el secado en horno Quema 2 – Nivel 1



Prueba de efluencia comparación de muestras posterior a el secado en horno Quema 2 – Nivel 26



Prueba de eflorescencia proceso de colocado en agua destilada Quema 3 – Nivel 1.



Prueba de eflorescencia proceso de colocado en agua destilada Quema 3 – Nivel 30.



Prueba de eflorescencia proceso de colocado de especímenes con una separación de 50 milímetros entre unidades de ladrillo Quema 3.



Prueba de eflorescencia proceso comparación de muestras después de su colocación en agua destilada durante 7 días Quema 3 – Nivel 1.



Prueba de eflorescencia proceso comparación de muestras después de su colocación en agua destilada durante 7 días quema 3 – Nivel 30.



Prueba de eflorescencia proceso de colocación de agua destilada en una altura de 25 milímetros



Prueba de eflorescencia proceso de colocación de especímenes en recipiente con separación de 50 milímetros



Prueba de eflorescencia proceso resguardo de especímenes que no ingresan al agua destilada en ambientes secos sin presencia de agentes externos.



Prueba de eflorescencia inspección y comparación de especímenes después de inmersión en agua destilada previo al secado Quema 4 - Nivel 1.



Prueba de eflorescencia comparación de especímenes de cada para prueba después del secado durante 24 horas.



Prueba de Eflorescencia inspección visual desde una distancia de 3 metros.

Anexo E Análisis elemental de la arcilla.



Zonificación de cantera de arcilla - San Jerónimo - Cusco.



Recolección de muestras de arcilla.



Traslado de muestras al laboratorio de mecánica de suelos.



Pre - secado de las muestras de arcilla.

Anexo F Plano en 3 dimensiones del horno artesanal de la empresa el emperador.



Anexo G Tablas de toma y procesado de datos Resistencia a compresión.

$$\text{Resistencia a compresión (MPa)} = \frac{\text{Carga de rotura (kg)}}{\text{Área (cm}^2\text{)}*10}$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas						
Nivel 1	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N1-2	104700	288.0822	36.34	1039.82	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-7	111900	285.9336	39.13	1039.82	Z-2
Muestra 3	Q1-N1-10	112600	285.324	39.46	1039.82	Z-3
Muestra 4	Q1-N1-14	99530	287.2192	34.65	1039.82	Z-4
Muestra 5	Q1-N1-18	104600	284.3748	36.78	1039.82	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N3-4	103100	285.7828	36.08	948.40	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-8	115600	284.1528	40.68	948.40	Z-2
Muestra 3	Q1-N3-10	112900	284.862	39.63	948.40	Z-3
Muestra 4	Q1-N3-16	83570	286.368	29.18	948.40	Z-4
Muestra 5	Q1-N3-19	93630	288.0875	32.50	948.40	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N8-2	96210	287.584	33.45	1000.00	Z-1
Muestra 2	Q1-N8-7	100100	287.718	34.79	1000.00	Z-2
Muestra 3	Q1-N8-12	111600	286.2804	38.98	1000.00	Z-3
Muestra 4	Q1-N8-16	103200	287.212	35.93	1000.00	Z-4
Muestra 5	Q1-N8-18	126000	286.6319	43.96	1000.00	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N15-3	53430	290.0111	18.42	913.50	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-6	83400	286.528	29.11	913.50	Z-2
Muestra 3	Q1-N15-12	92630	282.9136	32.74	913.50	Z-3
Muestra 4	Q1-N15-16	56010	288.441	19.42	913.50	Z-4
Muestra 5	Q1-N15-18	81090	285.219	28.43	913.50	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N22-2	89390	287.2492	31.12	821.90	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-5	54150	288.7586	18.75	821.90	Z-2
Muestra 3	Q1-N22-11	53910	284.9868	18.92	821.90	Z-3
Muestra 4	Q1-N22-16	121300	284.1006	42.70	821.90	Z-4
Muestra 5	Q1-N22-20	94380	285.3348	33.08	821.90	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N30-4	36920	290.6196	12.70	729.11	Z-1
Muestra 2	Q1-N30-8	37150	289.9875	12.81	729.11	Z-2
Muestra 3	Q1-N30-12	32210	289.7677	11.12	729.11	Z-3
Muestra 4	Q1-N30-15	35370	288.694	12.25	729.11	Z-4
Muestra 5	Q1-N30-17	46250	289.4918	15.98	729.11	Z-5
Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas						

Nivel 1	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N1-3	109600	339.9312	32.24	1060.19	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-7	91040	336.2304	27.08	1060.19	Z-2
Muestra 3	Q2-N1-12	65940	338.8056	19.46	1060.19	Z-3
Muestra 4	Q2-N1-15	112000	338.123	33.12	1060.19	Z-4
Muestra 5	Q2-N1-17	92830	338.8056	27.40	1060.19	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N3-1	103600	336.7604	30.76	1049.00	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-6	111400	337.8782	32.97	1049.00	Z-2
Muestra 3	Q2-N3-9	119200	337.3812	35.33	1049.00	Z-3
Muestra 4	Q2-N3-14	108700	337.8024	32.18	1049.00	Z-4
Muestra 5	Q2-N3-19	116200	336.1176	34.57	1049.00	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N8-1	121500	335.8999	36.17	926.60	Z-1
Muestra 2	Q2-N8-7	102800	339.9678	30.24	926.60	Z-2
Muestra 3	Q2-N8-11	116900	336.96	34.69	926.60	Z-3
Muestra 4	Q2-N8-13	98720	336.96	29.30	926.60	Z-4
Muestra 5	Q2-N8-17	88130	336.6202	26.18	926.60	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N15-3	72600	345.5265	21.01	846.10	Z-1
Muestra 2	Q2-N15-8	72370	340.092	21.28	846.10	Z-2
Muestra 3	Q2-N15-11	69980	340.4743	20.55	846.10	Z-3
Muestra 4	Q2-N15-13	109100	340.4743	32.04	846.10	Z-4
Muestra 5	Q2-N15-19	83030	337.4614	24.60	846.10	Z-5
Nivel 21	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N21-1	70410	342.9351	20.53	854.40	Z-1
Muestra 2	Q2-N21-7	67310	341.643	19.70	854.40	Z-2
Muestra 3	Q2-N21-11	49950	340.515	14.67	854.40	Z-3
Muestra 4	Q2-N21-13	61430	340.292	18.05	854.40	Z-4
Muestra 5	Q2-N21-18	58840	340.656	17.27	854.40	Z-5
Nivel 26	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N26-3	46360	341.2804	13.58	730.00	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-6	45340	342.8724	13.22	730.00	Z-2
Muestra 3	Q2-N26-10	39850	340.533	11.70	730.00	Z-3
Muestra 4	Q2-N26-13	49190	340.8568	14.43	730.00	Z-4
Muestra 5	Q2-N26-18	52950	341.7442	15.49	730.00	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N1-3	121500	287.8134	42.21	954.20	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-6	104900	285.9582	36.68	954.20	Z-2
Muestra 3	Q3-N1-9	97420	284.4564	34.25	954.20	Z-3
Muestra 4	Q3-N1-16	94080	279.91	33.61	954.20	Z-4
Muestra 5	Q3-N1-20	112300	288.198	38.97	954.20	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N3-1	74230	283.416	26.19	926.80	Z-1

Muestra 2	Q3-N3-5	108700	284.8124	38.17	926.80	Z-2
Muestra 3	Q3-N3-11	106000	284.592	37.25	926.80	Z-3
Muestra 4	Q3-N3-14	59970	281.134	21.33	926.80	Z-4
Muestra 5	Q3-N3-19	100600	282.5263	35.61	926.80	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N8-2	42800	286.497	14.94	869.90	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-7	65750	291.788	22.53	869.90	Z-2
Muestra 3	Q3-N8-10	66400	288.6364	23.00	869.90	Z-3
Muestra 4	Q3-N8-13	97490	284.713	34.24	869.90	Z-4
Muestra 5	Q3-N8-17	80210	285.197	28.12	869.90	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N15-3	41380	288.6592	14.34	861.60	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-5	91050	280.1933	32.50	861.60	Z-2
Muestra 3	Q3-N15-9	53990	289.646	18.64	861.60	Z-3
Muestra 4	Q3-N15-14	85580	288.1476	29.70	861.60	Z-4
Muestra 5	Q3-N15-19	94120	285.2976	32.99	861.60	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N22-1	49200	288.7665	17.04	753.50	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-5	50570	292.4075	17.29	753.50	Z-2
Muestra 3	Q3-N22-10	43680	290.604	15.03	753.50	Z-3
Muestra 4	Q3-N22-15	62630	289.2809	21.65	753.50	Z-4
Muestra 5	Q3-N22-19	69140	291.2816	23.74	753.50	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N30-3	33470	288	11.62	686.50	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-7	32970	288	11.45	686.50	Z-2
Muestra 3	Q3-N30-12	43150	288	14.98	686.50	Z-3
Muestra 4	Q3-N30-15	40150	288	13.94	686.50	Z-4
Muestra 5	Q3-N30-19	42860	288	14.88	686.50	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N1-4	122100	337.0408	36.23	970.70	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-6	92600	338.3424	27.37	970.70	Z-2
Muestra 3	Q4-N1-11	115000	337.0976	34.11	970.70	Z-3
Muestra 4	Q4-N1-13	91500	329.7452	27.75	970.70	Z-4
Muestra 5	Q4-N1-17	104700	334.361	31.31	970.70	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N3-4	93180	330.4828	28.20	957.70	Z-1
Muestra 2	Q4-N3-5	126000	339.4688	37.12	957.70	Z-2
Muestra 3	Q4-N3-9	125900	336.6792	37.39	957.70	Z-3
Muestra 4	Q4-N3-15	120700	332.7375	36.27	957.70	Z-4
Muestra 5	Q4-N3-19	96010	329.6447	29.13	957.70	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm²)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N8-2	120500	329.7648	36.54	867.40	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-8	104200	332.3099	31.36	867.40	Z-2
Muestra 3	Q4-N8-10	57950	335.0605	17.30	867.40	Z-3
Muestra 4	Q4-N8-13	66060	334.3021	19.76	867.40	Z-4

Muestra 5	Q4-N8-18	87740	334.3468	26.24	867.40	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N15-4	59220	341.3808	17.35	789.00	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-6	66790	327.612	20.39	789.00	Z-2
Muestra 3	Q4-N15-11	83680	331.3019	25.26	789.00	Z-3
Muestra 4	Q4-N15-14	63340	335.079	18.90	789.00	Z-4
Muestra 5	Q4-N15-18	93010	328.4018	28.32	789.00	Z-5
Nivel 21	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N21-2	55440	333.2655	16.64	779.70	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-7	59570	329.544	18.08	779.70	Z-2
Muestra 3	Q4-N21-11	47340	334.5172	14.15	779.70	Z-3
Muestra 4	Q4-N21-16	46550	335.2404	13.89	779.70	Z-4
Muestra 5	Q4-N21-17	48280	344.066	14.03	779.70	Z-5
Nivel 26	Código de muestra	Carga de rotura (kg)	Área (cm2)	Resistencia a compresión (MPa)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N26-3	47220	335.3584	14.08	692.90	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-8	39690	340.7558	11.65	692.90	Z-2
Muestra 3	Q4-N26-11	37180	336.8004	11.04	692.90	Z-3
Muestra 4	Q4-N26-16	41600	336.1996	12.37	692.90	Z-4
Muestra 5	Q4-N26-17	42380	334.6812	12.66	692.90	Z-5

Anexo H tablas de toma y procesado de datos de porcentaje de absorción.

$$\text{Absorción (\%)} = \frac{\text{Peso saturado (kg)} - \text{Peso seco (kg)}}{\text{Peso seco (kg)}}$$

$$\text{Agua absorbida (kg)} = \text{Peso saturado (kg)} - \text{Peso seco (kg)}$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas							
Nivel 1	Código de muestra	Porcentaje de absorción				Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
		Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q1-N1-3	2.906	3.338	0.432	14.87%	1039.82	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-8	2.932	3.324	0.392	13.37%	1039.82	Z-2
Muestra 3	Q1-N1-12	2.926	3.327	0.401	13.70%	1039.82	Z-3
Muestra 4	Q1-N1-16	2.936	3.339	0.403	13.73%	1039.82	Z-4
Muestra 5	Q1-N1-17	2.881	3.295	0.414	14.37%	1039.82	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Porcentaje de absorción				Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
		Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q1-N3-1	2.886	3.288	0.402	13.93%	948.4	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-5	2.908	3.282	0.374	12.86%	948.4	Z-2
Muestra 3	Q1-N3-9	2.996	3.385	0.389	12.98%	948.4	Z-3
Muestra 4	Q1-N3-13	2.964	3.359	0.395	13.33%	948.4	Z-4
Muestra 5	Q1-N3-18	2.774	3.186	0.412	14.85%	948.4	Z-5
Nivel 8							
Porcentaje de absorción							

	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q1-N8-1	2.957	3.326	0.369	12.48%	1000	Z-1
Muestra 2	Q1-N8-5	2.948	3.347	0.399	13.53%	1000	Z-2
Muestra 3	Q1-N8-9	2.936	3.311	0.375	12.77%	1000	Z-3
Muestra 4	Q1-N8-13	2.912	3.329	0.417	14.32%	1000	Z-4
Muestra 5	Q1-N8-17	2.945	3.339	0.394	13.38%	1000	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 15	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q1-N15-4	2.927	3.326	0.399	13.63%	913.5	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-5	2.857	3.258	0.401	14.04%	913.5	Z-2
Muestra 3	Q1-N15-9	2.817	3.251	0.434	15.41%	913.5	Z-3
Muestra 4	Q1-N15-13	2.897	3.303	0.406	14.01%	913.5	Z-4
Muestra 5	Q1-N15-18	2.885	3.302	0.417	14.45%	913.5	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 22	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q1-N22-1	2.889	3.296	0.407	14.09%	821.9	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-6	2.978	3.401	0.423	14.20%	821.9	Z-2
Muestra 3	Q1-N22-9	2.838	3.271	0.433	15.26%	821.9	Z-3
Muestra 4	Q1-N22-13	2.919	3.341	0.422	14.46%	821.9	Z-4
Muestra 5	Q1-N22-17	2.88	3.285	0.405	14.06%	821.9	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 30	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q1-N30-1	3.019	3.43	0.411	13.61%	729.11	Z-1
Muestra 2	Q1-N30-5	2.996	3.402	0.406	13.55%	729.11	Z-2
Muestra 3	Q1-N30-9	3.03	3.448	0.418	13.80%	729.11	Z-3
Muestra 4	Q1-N30-13	3.026	3.426	0.4	13.22%	729.11	Z-4
Muestra 5	Q1-N30-20	2.938	3.372	0.434	14.77%	729.11	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas

	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q2-N1-4	3.478	3.949	0.471	13.54%	1060.19	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-5	3.473	3.947	0.474	13.65%	1060.19	Z-2
Muestra 3	Q2-N1-11	3.462	3.925	0.463	13.37%	1060.19	Z-3
Muestra 4	Q2-N1-13	3.476	3.936	0.46	13.23%	1060.19	Z-4
Muestra 5	Q2-N1-20	3.456	3.907	0.451	13.05%	1060.19	Z-5
Muestra 1	Q2-N3-3	3.441	3.903	0.462	13.43%	1049	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-5	3.439	3.907	0.468	13.61%	1049	Z-2
Muestra 3	Q2-N3-12	3.466	3.929	0.463	13.36%	1049	Z-3
Muestra 4	Q2-N3-16	3.479	3.958	0.479	13.77%	1049	Z-4
Muestra 5	Q2-N3-20	3.493	3.948	0.455	13.03%	1049	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 8	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q2-N8-4	3.453	3.929	0.476	13.79%	926.6	Z-1
Muestra 2	Q2-N8-8	3.502	3.989	0.487	13.91%	926.6	Z-2
Muestra 3	Q2-N8-12	3.435	3.904	0.469	13.65%	926.6	Z-3
Muestra 4	Q2-N8-16	3.463	3.931	0.468	13.51%	926.6	Z-4
Muestra 5	Q2-N8-19	3.519	3.972	0.453	12.87%	926.6	Z-5

Porcentaje de absorción							
Nivel 15	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q2-N15-1	3.482	3.97	0.488	14.01%	846.1	Z-1
Muestra 2	Q2-N15-8	3.485	3.969	0.484	13.89%	846.1	Z-2
Muestra 3	Q2-N15-12	3.482	3.983	0.501	14.39%	846.1	Z-3
Muestra 4	Q2-N15-14	3.491	3.95	0.459	13.15%	846.1	Z-4
Muestra 5	Q2-N15-20	3.481	3.972	0.491	14.11%	846.1	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 22	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q2-N21-3	3.561	4.065	0.504	14.15%	854.4	Z-1
Muestra 2	Q2-N21-5	3.56	4.05	0.49	13.76%	854.4	Z-2
Muestra 3	Q2-N21-12	3.592	4.064	0.472	13.14%	854.4	Z-3
Muestra 4	Q2-N21-16	3.536	4.017	0.481	13.60%	854.4	Z-4
Muestra 5	Q2-N21-20	3.528	4.013	0.485	13.75%	854.4	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 30	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q2-N26-1	3.572	4.033	0.461	12.91%	730	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-5	3.585	4.06	0.475	13.25%	730	Z-2
Muestra 3	Q2-N26-9	3.554	4.011	0.457	12.86%	730	Z-3
Muestra 4	Q2-N26-16	3.586	4.038	0.452	12.60%	730	Z-4
Muestra 5	Q2-N26-20	3.596	4.063	0.467	12.99%	730	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Porcentaje de absorción							
Nivel 1	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q3-N1-4	2.937	3.334	0.397	13.52%	954.2	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-7	2.915	3.32	0.405	13.89%	954.2	Z-2
Muestra 3	Q3-N1-11	2.969	3.354	0.385	12.97%	954.2	Z-3
Muestra 4	Q3-N1-14	2.933	3.332	0.399	13.60%	954.2	Z-4
Muestra 5	Q3-N1-19	2.917	3.316	0.399	13.68%	954.2	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 3	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Peso seco (kg)	Zona Extracción
Muestra 1	Q3-N3-3	2.769	3.162	0.393	14.19%	926.8	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-8	2.925	3.33	0.405	13.85%	926.8	Z-2
Muestra 3	Q3-N3-12	2.861	3.269	0.408	14.26%	926.8	Z-3
Muestra 4	Q3-N3-15	2.917	3.289	0.372	12.75%	926.8	Z-4
Muestra 5	Q3-N3-20	2.817	3.202	0.385	13.67%	926.8	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 8	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q3-N8-3	2.913	3.325	0.412	14.14%	869.9	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-6	2.996	3.412	0.416	13.89%	869.9	Z-2
Muestra 3	Q3-N8-10	2.939	3.353	0.414	14.09%	869.9	Z-3
Muestra 4	Q3-N8-14	2.846	3.279	0.433	15.21%	869.9	Z-4
Muestra 5	Q3-N8-20	2.915	3.292	0.377	12.93%	869.9	Z-5
Porcentaje de absorción							
Nivel 15	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Agua absorbida (kg)	Absorción (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
Muestra 1	Q3-N15-4	2.946	3.359	0.413	14.02%	861.6	Z-1

Muestra 2	Q3-N15-6	2.965	3.374	0.409	13.79%	861.6	Z-2
Muestra 3	Q3-N15-10	2.927	3.361	0.434	14.83%	861.6	Z-3
Muestra 4	Q3-N15-15	2.902	3.328	0.426	14.68%	861.6	Z-4
Muestra 5	Q3-N15-20	2.92	3.3	0.38	13.01%	861.6	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q3-N22-4	2.974	3.376	0.402	13.52%	753.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-6	2.959	3.373	0.414	13.99%	753.5	Z-2
Muestra 3	Q3-N22-11	3.014	3.424	0.41	13.60%	753.5	Z-3
Muestra 4	Q3-N22-16	2.911	3.348	0.437	15.01%	753.5	Z-4
Muestra 5	Q3-N22-20	2.985	3.416	0.431	14.44%	753.5	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q3-N30-4	3.054	3.451	0.397	13.00%	686.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-6	2.953	3.366	0.413	13.99%	686.5	Z-2
Muestra 3	Q3-N30-11	3.037	3.412	0.375	12.35%	686.5	Z-3
Muestra 4	Q3-N30-13	2.999	3.416	0.417	13.90%	686.5	Z-4
Muestra 5	Q3-N30-20	2.962	3.376	0.414	13.98%	686.5	Z-5
Quema 4 - horno 2 - con chimeneas							
Nivel 1	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q4-N1-2	2.873	3.251	0.378	13.16%	970.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-7	3.528	3.976	0.448	12.70%	970.7	Z-2
Muestra 3	Q4-N1-10	3.461	3.93	0.469	13.55%	970.7	Z-3
Muestra 4	Q4-N1-15	2.882	3.282	0.4	13.88%	970.7	Z-4
Muestra 5	Q4-N1-18	2.943	3.328	0.385	13.08%	970.7	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Peso seco (kg)	Absorción (%)	Peso seco (kg)	Zona Extracción
Muestra 1	Q4-N3-3	2.908	3.302	0.394	13.55%	957.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N3-6	3.429	3.886	0.457	13.33%	957.7	Z-2
Muestra 3	Q4-N3-10	3.484	3.958	0.474	13.61%	957.7	Z-3
Muestra 4	Q4-N3-14	2.997	3.397	0.4	13.35%	957.7	Z-4
Muestra 5	Q4-N3-20	3.474	3.932	0.458	13.18%	957.7	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q4-N8-4	2.976	3.376	0.4	13.44%	867.4	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-5	2.967	3.38	0.413	13.92%	867.4	Z-2
Muestra 3	Q4-N8-9	2.872	3.284	0.412	14.35%	867.4	Z-3
Muestra 4	Q4-N8-15	2.98	3.391	0.411	13.79%	867.4	Z-4
Muestra 5	Q4-N8-17	2.954	3.345	0.391	13.24%	867.4	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q4-N15-1	2.988	3.4	0.412	13.79%	789	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-8	2.967	3.382	0.415	13.99%	789	Z-2
Muestra 3	Q4-N15-12	2.918	3.344	0.426	14.60%	789	Z-3
Muestra 4	Q4-N15-16	2.899	3.308	0.409	14.11%	789	Z-4
Muestra 5	Q4-N15-17	2.856	3.255	0.399	13.97%	789	Z-5

Nivel 21	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q4-N21-4	2.954	3.38	0.426	14.42%	779.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-8	2.918	3.343	0.425	14.56%	779.7	Z-2
Muestra 3	Q4-N21-12	2.999	3.419	0.42	14.00%	779.7	Z-3
Muestra 4	Q4-N21-15	2.965	3.383	0.418	14.10%	779.7	Z-4
Muestra 5	Q4-N21-18	3.057	3.444	0.387	12.66%	779.7	Z-5
Nivel 26	Código de muestra	Peso seco (kg)	Peso saturado (kg)	Porcentaje de absorción		Tem. Prom. Alcanzada (°c)	Zona Extracción
				Agua absorbida (kg)	Absorción (%)		
Muestra 1	Q4-N26-2	3.022	3.425	0.403	13.34%	692.9	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-6	3.02	3.419	0.399	13.21%	692.9	Z-2
Muestra 3	Q4-N26-12	3.023	3.426	0.403	13.33%	692.9	Z-3
Muestra 4	Q4-N26-15	3.006	3.423	0.417	13.87%	692.9	Z-4
Muestra 5	Q4-N26-19	3.218	3.581	0.363	11.28%	692.9	Z-5

Anexo I Tablas de toma y procesado de datos de alabeo.

$$\text{Alabeo (mm)} = \max \left(\text{Cara1} \frac{\text{D1 (mm)} + \text{D2 (mm)}}{2}, \text{Cara2} \frac{\text{D1 (mm)} + \text{D2 (mm)}}{2} \right)$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas								
Nivel 1	Código de muestra	Alabeo				Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2				
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N1-1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.25	1039.82	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-4	0.1	0.1	0.2	0.3	0.25	1039.82	Z-1
Muestra 3	Q1-N1-5	0.3	0.2	0.4	0.4	0.4	1039.82	Z-2
Muestra 4	Q1-N1-6	0.5	0.1	0.3	0.2	0.3	1039.82	Z-2
Muestra 5	Q1-N1-9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1039.82	Z-3
Muestra 6	Q1-N1-11	0.1	0.5	0.1	0.1	0.3	1039.82	Z-3
Muestra 7	Q1-N1-13	0.5	0.2	0.1	0.3	0.35	1039.82	Z-4
Muestra 8	Q1-N1-15	0.1	0.5	0.2	0.4	0.3	1039.82	Z-4
Muestra 9	Q1-N1-19	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1039.82	Z-5
Muestra 10	Q1-N1-20	0.2	0.2	0.2	0.3	0.25	1039.82	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Alabeo				Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2				
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N3-2	0.2	0.1	0.1	0.4	0.25	948.4	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.25	948.4	Z-1
Muestra 3	Q1-N3-5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	948.4	Z-2
Muestra 4	Q1-N3-7	0.4	0.1	0.4	0.1	0.25	948.4	Z-2
Muestra 5	Q1-N3-11	0.4	0.1	0.1	0.4	0.25	948.4	Z-3
Muestra 6	Q1-N3-12	0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	948.4	Z-3
Muestra 7	Q1-N3-14	0.5	0.4	0.1	0.5	0.45	948.4	Z-4
Muestra 8	Q1-N3-15	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	948.4	Z-4
Muestra 9	Q1-N3-17	0.4	0.1	0.4	0.3	0.35	948.4	Z-5
Muestra 10	Q1-N3-20	0.5	0.1	0.5	0.3	0.4	948.4	Z-5
Nivel 8	Alabeo							

	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N8-3	0.2	0.2	0.5	0.1	0.3	1000	Z-1
Muestra 2	Q1-N8-4	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	1000	Z-1
Muestra 3	Q1-N8-6	0.2	0.1	0.5	0.1	0.3	1000	Z-2
Muestra 4	Q1-N8-8	0.1	0.1	0.4	0.3	0.35	1000	Z-2
Muestra 5	Q1-N8-10	0.1	0.2	0.4	0.2	0.3	1000	Z-3
Muestra 6	Q1-N8-11	0.2	0.3	0.3	0.1	0.25	1000	Z-3
Muestra 7	Q1-N8-15	0.1	0.5	0.2	0.1	0.3	1000	Z-4
Muestra 8	Q1-N8-16	0.2	0.1	0.5	0.1	0.3	1000	Z-4
Muestra 9	Q1-N8-19	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1000	Z-5
Muestra 10	Q1-N8-20	0.4	0.5	0.1	0.1	0.45	1000	Z-5
Alabeo								
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N15-1	0.1	0.4	0.5	0.5	0.5	913.5	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-4	0.2	0.1	0.5	0.6	0.55	913.5	Z-1
Muestra 3	Q1-N15-7	0.3	0.2	0.1	0.2	0.25	913.5	Z-2
Muestra 4	Q1-N15-8	0.5	0.5	0.3	0.2	0.5	913.5	Z-2
Muestra 5	Q1-N15-10	0.1	0.1	0.2	0.6	0.4	913.5	Z-3
Muestra 6	Q1-N15-11	0.1	0.2	0.1	0.1	0.15	913.5	Z-3
Muestra 7	Q1-N15-14	0.4	0.4	0.2	0.1	0.4	913.5	Z-4
Muestra 8	Q1-N15-15	0.5	0.2	0.1	0.1	0.35	913.5	Z-4
Muestra 9	Q1-N15-19	0.3	0.2	0.1	0.1	0.25	913.5	Z-5
Muestra 10	Q1-N15-20	0.2	0.4	0.1	0.1	0.3	913.5	Z-5
Alabeo								
Nivel 22	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N22-3	0.7	0.1	0.1	0.1	0.4	821.9	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-4	0.4	0.1	0.1	0.1	0.25	821.9	Z-1
Muestra 3	Q1-N22-7	0.1	0.1	0.4	0.5	0.45	821.9	Z-2
Muestra 4	Q1-N22-8	0.1	0.1	0.1	0.2	0.15	821.9	Z-2
Muestra 5	Q1-N22-9	0.1	0.1	0.2	0.6	0.4	821.9	Z-3
Muestra 6	Q1-N22-12	0.5	0.1	0.1	0.5	0.3	821.9	Z-3
Muestra 7	Q1-N22-14	0.1	0.2	0.5	0.1	0.3	821.9	Z-4
Muestra 8	Q1-N22-15	0.1	0.1	0.5	0.1	0.3	821.9	Z-4
Muestra 9	Q1-N22-18	0.1	0.2	0.5	0.1	0.3	821.9	Z-5
Muestra 10	Q1-N22-19	0.8	0.1	0.1	0.2	0.45	821.9	Z-5
Alabeo								
Nivel 30	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q1-N30-2	0.4	0.3	0.1	0.2	0.35	729.11	Z-1
Muestra 2	Q1-N30-3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	729.11	Z-1
Muestra 3	Q1-N30-5	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	729.11	Z-2
Muestra 4	Q1-N30-8	0.4	0.5	0.1	0.1	0.45	729.11	Z-2
Muestra 5	Q1-N30-10	0.5	0.1	0.1	0.1	0.3	729.11	Z-3
Muestra 6	Q1-N30-11	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	729.11	Z-3
Muestra 7	Q1-N30-14	0.1	0.1	0.3	0.4	0.35	729.11	Z-4
Muestra 8	Q1-N30-16	0.4	0.2	0.1	0.1	0.3	729.11	Z-4
Muestra 9	Q1-N30-18	0.1	0.2	0.1	0.3	0.2	729.11	Z-5

Muestra 10	Q1-N30-19	0.1	0.1	0.3	0.4	0.35	729.11	Z-5
Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas								
Nivel 1	Código de muestra	Alabeo					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)		
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N1-1	0.2	0.2	0.8	0.2	0.5	1060.19	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.3	1060.19	Z-1
Muestra 3	Q2-N1-6	0.2	0.2	0.8	0.6	0.7	1060.19	Z-2
Muestra 4	Q2-N1-8	0.2	0.2	0.2	0.6	0.4	1060.19	Z-2
Muestra 5	Q2-N1-9	0.7	0.4	0.4	0.1	0.55	1060.19	Z-3
Muestra 6	Q2-N1-10	0.2	0.4	0.6	0.8	0.7	1060.19	Z-3
Muestra 7	Q2-N1-14	0.2	0.8	0.4	0.5	0.5	1060.19	Z-4
Muestra 8	Q2-N1-16	0.4	0.2	0.1	0.4	0.3	1060.19	Z-4
Muestra 9	Q2-N1-18	0.8	0.7	0.2	0.2	0.75	1060.19	Z-5
Muestra 10	Q2-N1-19	0.8	0.2	0.2	0.6	0.5	1060.19	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Alabeo					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)		
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N3-2	0.2	0.1	0.8	0.6	0.7	1049	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-4	0.2	0.6	0.1	0.1	0.4	1049	Z-1
Muestra 3	Q2-N3-7	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	1049	Z-2
Muestra 4	Q2-N3-8	0.2	0.1	0.3	0.2	0.25	1049	Z-2
Muestra 5	Q2-N3-10	0.4	0.2	0.8	0.2	0.5	1049	Z-3
Muestra 6	Q2-N3-11	0.2	0.8	0.5	0.6	0.55	1049	Z-3
Muestra 7	Q2-N3-13	0.1	0.3	0.4	0.5	0.45	1049	Z-4
Muestra 8	Q2-N3-15	0.1	0.1	0.4	0.2	0.3	1049	Z-4
Muestra 9	Q2-N3-17	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	1049	Z-5
Muestra 10	Q2-N3-18	0.2	0.4	0.2	0.2	0.3	1049	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Alabeo					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)		
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N8-2	0.2	0.2	0.6	0.8	0.7	926.6	Z-1
Muestra 2	Q2-N8-3	0.4	0.1	0.2	0.2	0.25	926.6	Z-1
Muestra 3	Q2-N8-5	0.6	0.4	0.4	0.4	0.5	926.6	Z-2
Muestra 4	Q2-N8-6	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	926.6	Z-2
Muestra 5	Q2-N8-9	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	926.6	Z-3
Muestra 6	Q2-N8-10	0.8	1	0.4	0.1	0.9	926.6	Z-3
Muestra 7	Q2-N8-14	0.2	1	0.2	0.2	0.6	926.6	Z-4
Muestra 8	Q2-N8-15	0.6	0.8	0.6	1.2	0.9	926.6	Z-4
Muestra 9	Q2-N8-18	0.1	0.1	0.8	0.2	0.5	926.6	Z-5
Muestra 10	Q2-N8-20	0.2	0.2	0.6	0.6	0.6	926.6	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Alabeo					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)		
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N15-2	0.2	0.9	0.3	0.2	0.55	846.1	Z-1
Muestra 2	Q2-N15-4	0.4	0.2	0.4	0.4	0.4	846.1	Z-1
Muestra 3	Q2-N15-5	0.2	0.8	0.2	0.3	0.5	846.1	Z-2
Muestra 4	Q2-N15-7	0.2	0.2	0.4	0.1	0.25	846.1	Z-2
Muestra 5	Q2-N15-6	0.6	0.8	0.2	0.2	0.7	846.1	Z-2

Muestra 6	Q2-N15-10	0.5	0.4	0.8	0.7	0.75	846.1	Z-3
Muestra 7	Q2-N15-15	0.1	0.6	0.1	0.2	0.35	846.1	Z-4
Muestra 8	Q2-N15-16	0.2	0.1	0.8	0.5	0.65	846.1	Z-4
Muestra 9	Q2-N15-17	0.6	0.2	0.2	0.4	0.4	846.1	Z-5
Muestra 10	Q2-N15-18	0.6	0.4	0.3	0.2	0.5	846.1	Z-5

Alabeo

Nivel 21	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N21-2	0.2	0.4	0.2	0.6	0.4	854.4	Z-1
Muestra 2	Q2-N21-4	0.2	0.6	0.8	0.2	0.5	854.4	Z-1
Muestra 3	Q2-N21-6	0.8	0.4	0.1	0.4	0.6	854.4	Z-2
Muestra 4	Q2-N21-7	0.9	0.4	0.4	0.6	0.65	854.4	Z-2
Muestra 5	Q2-N21-10	0.2	1	0.2	0.5	0.6	854.4	Z-3
Muestra 6	Q2-N21-11	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	854.4	Z-3
Muestra 7	Q2-N21-14	0.2	0.2	0.2	0.6	0.4	854.4	Z-4
Muestra 8	Q2-N21-15	0.4	1.4	1	0.2	0.9	854.4	Z-4
Muestra 9	Q2-N21-17	1	0.2	0.4	0.4	0.6	854.4	Z-5
Muestra 10	Q2-N21-18	0.2	0.1	0.2	0.8	0.5	854.4	Z-5

Alabeo

Nivel 26	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q2-N26-2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.4	730	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.3	730	Z-1
Muestra 3	Q2-N26-6	0.2	0.2	0.8	0.4	0.6	730	Z-2
Muestra 4	Q2-N26-7	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	730	Z-2
Muestra 5	Q2-N26-11	0.2	0.1	0.3	0.4	0.35	730	Z-3
Muestra 6	Q2-N26-12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	730	Z-3
Muestra 7	Q2-N26-14	0.4	0.4	0.2	0.2	0.4	730	Z-4
Muestra 8	Q2-N26-15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	730	Z-4
Muestra 9	Q2-N26-18	0.4	0.5	0.4	0.2	0.45	730	Z-5
Muestra 10	Q2-N26-19	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	730	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Alabeo					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)		
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q3-N1-2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	954.2	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-3	0.2	0.4	0.2	0.1	0.3	954.2	Z-1
Muestra 3	Q3-N1-6	0.1	0.2	0.5	0.9	0.7	954.2	Z-2
Muestra 4	Q3-N1-8	0.3	0.1	0.4	0.4	0.4	954.2	Z-2
Muestra 5	Q3-N1-9	0.5	0.1	0.4	0.3	0.35	954.2	Z-3
Muestra 6	Q3-N1-12	0.4	0.5	0.1	0.6	0.45	954.2	Z-3
Muestra 7	Q3-N1-13	0.3	0.2	0.5	0.7	0.6	954.2	Z-4
Muestra 8	Q3-N1-15	0.5	0.4	0.1	0.1	0.45	954.2	Z-4
Muestra 9	Q3-N1-20	0.1	0.1	0.5	0.5	0.5	954.2	Z-5
Muestra 10	Q3-N1-18	0.3	0.4	0.1	0.1	0.35	954.2	Z-5

Alabeo

Nivel 3	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			

Muestra 1	Q3-N3-1	0.4	0.5	0.2	0.1	0.45	926.8	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-2	0.5	0.6	0.5	0.1	0.55	926.8	Z-1
Muestra 3	Q3-N3-5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.25	926.8	Z-2
Muestra 4	Q3-N3-6	0.1	0.1	0.3	0.2	0.25	926.8	Z-2
Muestra 5	Q3-N3-10	0.1	0.1	0.1	0.4	0.25	926.8	Z-3
Muestra 6	Q3-N3-11	0.1	0.1	0.1	0.4	0.25	926.8	Z-3
Muestra 7	Q3-N3-13	0.1	0.1	0.1	0.5	0.3	926.8	Z-4
Muestra 8	Q3-N3-14	0.5	0.3	0.1	0.1	0.4	926.8	Z-4
Muestra 9	Q3-N3-18	0.1	0.1	0.4	0.2	0.3	926.8	Z-5
Muestra 10	Q3-N3-19	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	926.8	Z-5
Alabeo								
Nivel 8	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1	D2	D1	D2			
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	
Muestra 1	Q3-N8-2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.15	869.9	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	869.9	Z-1
Muestra 3	Q3-N8-7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	869.9	Z-2
Muestra 4	Q3-N8-8	0.1	0.2	0.3	0.1	0.2	869.9	Z-2
Muestra 5	Q3-N8-9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.15	869.9	Z-3
Muestra 6	Q3-N8-12	0.1	0.1	0.1	0.2	0.15	869.9	Z-3
Muestra 7	Q3-N8-13	0.4	0.1	0.1	0.1	0.25	869.9	Z-4
Muestra 8	Q3-N8-15	0.4	0.1	0.1	0.1	0.25	869.9	Z-4
Muestra 9	Q3-N8-17	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	869.9	Z-5
Muestra 10	Q3-N8-18	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	869.9	Z-5
Alabeo								
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1	D2	D1	D2			
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	
Muestra 1	Q3-N15-2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	861.6	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	861.6	Z-1
Muestra 3	Q3-N15-5	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	861.6	Z-2
Muestra 4	Q3-N15-8	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2	861.6	Z-2
Muestra 5	Q3-N15-9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	861.6	Z-3
Muestra 6	Q3-N15-11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	861.6	Z-3
Muestra 7	Q3-N15-14	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	861.6	Z-4
Muestra 8	Q3-N15-16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	861.6	Z-4
Muestra 9	Q3-N15-18	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	861.6	Z-5
Muestra 10	Q3-N15-19	0.1	0.1	0.2	0.1	0.15	861.6	Z-5
Alabeo								
Nivel 22	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1	D2	D1	D2			
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	
Muestra 1	Q3-N22-1	0.1	0.5	0.1	0.1	0.3	753.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.15	753.5	Z-1
Muestra 3	Q3-N22-5	0.1	0.3	0.1	0.1	0.2	753.5	Z-2
Muestra 4	Q3-N22-7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	753.5	Z-2
Muestra 5	Q3-N22-9	0.2	0.1	0.1	0.1	0.15	753.5	Z-3
Muestra 6	Q3-N22-10	0.2	0.2	0.1	0.1	0.2	753.5	Z-3
Muestra 7	Q3-N22-14	0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	753.5	Z-4
Muestra 8	Q3-N22-15	0.1	0.1	0.5	0.1	0.3	753.5	Z-4
Muestra 9	Q3-N22-17	0.5	0.2	0.1	0.1	0.35	753.5	Z-5
Muestra 10	Q3-N22-18	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	753.5	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1	D2	D1	D2			
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(°C)	

		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	
Muestra 1	Q3-N30-2	0.1	0.1	0.1	0.7	0.4	686.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-3	0.5	0.1	0.4	0.1	0.3	686.5	Z-1
Muestra 3	Q3-N30-7	0.1	0.1	0.3	0.1	0.2	686.5	Z-2
Muestra 4	Q3-N30-8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.3	686.5	Z-2
Muestra 5	Q3-N30-10	0.1	0.5	0.1	0.1	0.3	686.5	Z-3
Muestra 6	Q3-N30-12	0.3	0.3	0.1	0.1	0.3	686.5	Z-3
Muestra 7	Q3-N30-15	0.2	0.1	0.3	0.1	0.2	686.5	Z-4
Muestra 8	Q3-N30-16	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	686.5	Z-4
Muestra 9	Q3-N30-17	0.5	0.1	0.1	0.2	0.3	686.5	Z-5
Muestra 10	Q3-N30-19	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	686.5	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas								
Nivel 1	Código de muestra	Alabeo				Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2				
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N1-3	0.7	0.8	0.8	0.5	0.75	970.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	970.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N1-5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	970.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N1-6	0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	970.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N1-9	0.1	0.2	0.2	0.4	0.3	970.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N1-11	0.8	0.1	0.2	0.4	0.45	970.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N1-13	0.8	0.8	1.2	0.1	0.8	970.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N1-16	1.6	0.2	0.8	0.6	0.9	970.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N1-17	0.2	0.6	0.2	0.4	0.4	970.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N1-20	0.6	0.2	0.4	0.2	0.4	970.7	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Alabeo				Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2				
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N3-2	1	0.4	0.8	0.8	0.8	957.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N3-4	1	0.6	0.8	0.2	0.8	957.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N3-5	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	957.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N3-8	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	957.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N3-9	0.6	0.1	0.1	0.2	0.35	957.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N3-12	0.8	0.4	0.6	0.4	0.6	957.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N3-15	0.1	0.2	0.8	0.2	0.5	957.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N3-16	1	0.8	0.6	0.2	0.9	957.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N3-18	0.6	1	0.8	0.8	0.8	957.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N3-19	0.6	0.6	0.6	0.4	0.6	957.7	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Alabeo				Alabeo (mm)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		Cara 1		Cara 2				
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N8-2	0.6	0.8	0.5	0.4	0.7	867.4	Z-1

Muestra 2	Q4-N8-3	0.4	0.6	0.1	0.1	0.5	867.4	Z-1
Muestra 3	Q4-N8-7	0.6	1	0.8	0.2	0.8	867.4	Z-2
Muestra 4	Q4-N8-8	0.2	0.2	0.4	0.2	0.3	867.4	Z-2
Muestra 5	Q4-N8-10	1	0.4	0.8	0.6	0.7	867.4	Z-3
Muestra 6	Q4-N8-11	0.4	0.2	0.5	0.2	0.35	867.4	Z-3
Muestra 7	Q4-N8-13	0.2	0.8	0.6	0.1	0.5	867.4	Z-4
Muestra 8	Q4-N8-14	0.6	0.4	1.4	0.1	0.75	867.4	Z-4
Muestra 9	Q4-N8-18	0.4	0.4	0.1	0.2	0.4	867.4	Z-5
Muestra 10	Q4-N8-20	0.4	0.2	0.8	0.8	0.8	867.4	Z-5
Alabeo								
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N15-3	0.8	0.6	0.6	0.1	0.7	789	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-4	1	0.9	0.2	2	1.1	789	Z-1
Muestra 3	Q4-N15-5	0.4	0.6	0.4	0.8	0.6	789	Z-2
Muestra 4	Q4-N15-6	0.2	0.8	0.9	0.6	0.75	789	Z-2
Muestra 5	Q4-N15-10	1.6	0.2	1	0.2	0.9	789	Z-3
Muestra 6	Q4-N15-11	0.2	0.9	1	0.8	0.9	789	Z-3
Muestra 7	Q4-N15-14	0.2	0.2	0.2	0.4	0.3	789	Z-4
Muestra 8	Q4-N15-15	0.2	0.6	0.4	0.1	0.4	789	Z-4
Muestra 9	Q4-N15-18	0.4	0.2	0.2	0.8	0.5	789	Z-5
Muestra 10	Q4-N15-19	0.6	0.8	0.2	0.2	0.7	789	Z-5
Alabeo								
Nivel 21	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N21-2	0.7	0.2	0.6	0.2	0.45	779.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-3	0.2	0.8	0.2	0.2	0.5	779.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N21-6	0.6	0.4	1.2	0.2	0.7	779.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N21-7	0.2	0.4	0.2	0.4	0.3	779.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N21-10	0.1	0.5	0.4	0.4	0.4	779.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N21-11	0.5	0.5	0.8	0.2	0.5	779.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N21-14	0.2	1	0.4	0.6	0.6	779.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N21-16	0.6	1	0.8	0.2	0.8	779.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N21-17	0.2	0.1	0.4	0.1	0.25	779.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N21-19	0.6	0.6	0.6	0.1	0.6	779.7	Z-5
Alabeo								
Nivel 26	Código de muestra	Cara 1		Cara 2		Alabeo	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
		D1 (mm)	D2 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)			
Muestra 1	Q4-N26-3	1	0.1	1	0.8	0.9	692.9	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-4	1	0.2	0.9	0.8	0.85	692.9	Z-1
Muestra 3	Q4-N26-7	0.2	0.8	0.1	0.6	0.5	692.9	Z-2
Muestra 4	Q4-N26-8	0.9	0.9	0.2	0.1	0.9	692.9	Z-2
Muestra 5	Q4-N26-10	2	0.5	0.2	0.2	1.25	692.9	Z-3
Muestra 6	Q4-N26-11	1.2	1.4	0.8	0.6	1.3	692.9	Z-3
Muestra 7	Q4-N26-14	1	0.5	0.8	0.8	0.8	692.9	Z-4
Muestra 8	Q4-N26-16	1	0.3	0.4	0.6	0.65	692.9	Z-4
Muestra 9	Q4-N26-17	1	0.2	0.2	1.4	0.8	692.9	Z-5
Muestra 10	Q4-N26-20	0.9	0.8	0.6	1	0.85	692.9	Z-5

Anexo J Tablas de toma y procesado de datos de variación dimensional en Largo, Ancho y Altura para las 4 quemas.

$$\text{Promedio (cm)} = \frac{\text{Cara 1 (cm)} + \dots + \text{Cara 2 (cm)}}{6}$$

$$\text{Variación dimensional (\%)} = \frac{\text{DN(cm)} - \text{Promedio (cm)}}{\text{DN(cm)}}$$

$$\text{Variación dimensional (mm)} = \text{DN(cm)} - \text{Promedio (cm)}$$

$$\text{DN(cm)} = 24 \text{ cm}$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q1-N1-4	23.7	23.7	23.8	23.5	23.2	23.6	23.58	2.83	1.2%	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-2	23.6	23.8	23.8	23.8	23.8	23.6	23.73	3.33	1.4%	Z-1
Muestra 3	Q1-N1-7	23.7	23.8	23.7	23.7	23.5	23.6	23.67	4.50	1.9%	Z-2
Muestra 4	Q1-N1-6	23.8	23.8	23.7	23.8	23.9	23.6	23.77	5.42	2.3%	Z-2
Muestra 5	Q1-N1-11	23.6	23.5	23.6	23.4	23.4	23.5	23.50	4.50	1.9%	Z-3
Muestra 6	Q1-N1-10	23.7	23.5	23.6	23.65	23.65	23.5	23.60	3.58	1.5%	Z-3
Muestra 7	Q1-N1-14	23.6	23.65	23.7	23.6	23.55	23.6	23.62	4.92	2.0%	Z-4
Muestra 8	Q1-N1-15	23.15	23.7	23.45	23.6	23.6	23.8	23.55	3.33	1.4%	Z-4
Muestra 9	Q1-N1-18	23.6	23.4	23.8	23.7	23.45	23.5	23.58	3.75	1.6%	Z-5
Muestra 10	Q1-N1-19	23.6	23.7	23.6	23.7	23.45	23.3	23.56	2.67	1.1%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q1-N3-2	23.5	23.75	23.65	23.45	23.55	23.45	23.56	4.42	1.8%	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-3	23.85	23.5	23.6	23.5	23.75	23.65	23.64	3.58	1.5%	Z-1
Muestra 3	Q1-N3-6	23.6	23.75	23.6	23.5	23.75	23.65	23.64	3.58	1.5%	Z-2
Muestra 4	Q1-N3-7	23.4	23.45	23.55	23.45	23.7	23.75	23.55	4.50	1.9%	Z-2
Muestra 5	Q1-N3-10	23.65	23.9	23.85	23.65	23.75	23.75	23.76	2.42	1.0%	Z-3
Muestra 6	Q1-N3-11	23.3	23.3	23.45	23.55	23.6	23.7	23.48	5.17	2.2%	Z-3
Muestra 7	Q1-N3-14	23.5	23.65	23.65	23.65	23.75	23.8	23.67	3.33	1.4%	Z-4
Muestra 8	Q1-N3-15	23.85	23.75	23.7	23.85	23.75	23.95	23.81	1.92	0.8%	Z-4
Muestra 9	Q1-N3-17	23.4	23.65	23.7	23.6	23.75	23.85	23.66	3.42	1.4%	Z-5
Muestra 10	Q1-N3-19	23.65	23.85	23.7	23.75	23.65	23.9	23.75	2.50	1.0%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q1-N8-2	23.75	23.70	23.70	23.55	23.45	23.75	23.65	3.50	1.5%	Z-1
Muestra 2	Q1-N8-3	23.65	23.75	23.85	23.65	23.80	23.80	23.75	2.50	1.0%	Z-1
Muestra 3	Q1-N8-14	23.80	23.75	23.75	23.75	24.00	23.75	23.80	2.00	0.8%	Z-4

Muestra 4	Q1-N8-15	23.50	23.30	23.70	23.60	23.70	23.80	23.60	4.00	1.7%	Z-4
Muestra 5	Q1-N8-18	23.65	23.65	23.60	23.50	23.75	23.65	23.63	3.67	1.5%	Z-5
Muestra 6	Q1-N8-19	23.35	23.60	23.45	23.75	23.75	23.70	23.60	4.00	1.7%	Z-5
Muestra 7	Q1-N8-6	24.00	24.10	24.20	24.10	24.10	23.95	24.08	-0.75	-0.3%	Z-2
Muestra 8	Q1-N8-7	23.70	23.70	23.75	23.65	23.65	23.75	23.70	3.00	1.2%	Z-2
Muestra 9	Q1-N8-10	23.55	23.50	23.60	23.50	23.60	23.60	23.56	4.42	1.8%	Z-3
Muestra 10	Q1-N8-11	23.50	23.65	23.70	23.60	23.70	23.70	23.64	3.58	1.5%	Z-3
Nivel 15	Código de muestra	Largo						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 1	Q1-N15-2	23.65	23.60	23.65	23.50	23.60	23.70	23.62	3.83	1.6%	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-3	23.75	23.80	23.75	23.90	23.90	23.90	23.83	1.67	0.7%	Z-1
Muestra 3	Q1-N15-14	23.50	23.30	23.90	23.65	23.70	23.00	23.51	4.92	2.0%	Z-4
Muestra 4	Q1-N15-15	23.70	23.70	23.90	23.70	23.85	23.60	23.74	2.58	1.1%	Z-4
Muestra 5	Q1-N15-17	23.80	23.70	23.80	23.75	23.65	23.65	23.73	2.75	1.1%	Z-5
Muestra 6	Q1-N15-19	23.65	23.50	23.50	23.75	23.75	23.75	23.65	3.50	1.5%	Z-5
Muestra 7	Q1-N15-10	23.60	23.75	23.60	23.60	23.60	23.70	23.64	3.58	1.5%	Z-3
Muestra 8	Q1-N15-11	23.50	23.45	23.35	23.35	23.40	23.45	23.42	5.83	2.4%	Z-3
Muestra 9	Q1-N15-6	23.60	23.75	23.70	23.75	23.70	23.60	23.68	3.17	1.3%	Z-2
Muestra 10	Q1-N15-7	23.70	23.60	23.70	23.70	23.65	23.40	23.63	3.75	1.6%	Z-2
Nivel 22	Código de muestra	Largo						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 1	Q1-N22-2	23.60	23.70	23.75	23.70	23.75	23.80	23.72	2.83	1.2%	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-3	23.65	23.70	23.60	23.50	23.75	23.80	23.67	3.33	1.4%	Z-1
Muestra 3	Q1-N22-14	23.75	23.55	23.55	23.45	23.50	23.50	23.55	4.50	1.9%	Z-4
Muestra 4	Q1-N22-15	23.65	23.50	23.45	23.50	23.55	23.10	23.46	5.42	2.3%	Z-4
Muestra 5	Q1-N22-18	23.40	23.50	23.60	23.60	23.65	23.55	23.55	4.50	1.9%	Z-5
Muestra 6	Q1-N22-19	23.50	23.70	23.80	23.50	23.80	23.55	23.64	3.58	1.5%	Z-5
Muestra 7	Q1-N22-10	23.30	23.40	23.55	23.70	23.60	23.50	23.51	4.92	2.0%	Z-3
Muestra 8	Q1-N22-11	23.60	23.70	23.85	23.60	23.65	23.60	23.67	3.33	1.4%	Z-3
Muestra 9	Q1-N22-7	23.70	23.80	23.60	23.70	23.45	23.50	23.63	3.75	1.6%	Z-2
Muestra 10	Q1-N22-8	23.80	23.80	23.50	23.80	23.90	23.60	23.73	2.67	1.1%	Z-2
Nivel 30	Código de muestra	Largo						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 1	Q1-N30-19	23.85	23.90	23.90	23.85	23.90	23.85	23.88	1.25	0.5%	Z-5
Muestra 2	Q1-N30-17	23.80	23.75	23.80	23.75	23.75	23.65	23.75	2.50	1.0%	Z-5
Muestra 3	Q1-N30-14	23.85	23.75	23.90	23.80	23.80	23.75	23.81	1.92	0.8%	Z-4
Muestra 4	Q1-N30-16	23.90	23.80	23.70	23.80	23.80	23.80	23.80	2.00	0.8%	Z-4
Muestra 5	Q1-N30-11	23.60	23.70	23.35	23.95	23.75	23.80	23.69	3.08	1.3%	Z-3
Muestra 6	Q1-N30-10	23.70	23.70	23.70	23.80	23.70	23.75	23.73	2.75	1.1%	Z-3

Muestra 7	Q1-N30-6	23.75	23.80	23.85	23.90	23.90	23.95	23.86	1.42	0.6%	Z-2
Muestra 8	Q1-N30-7	23.70	23.70	23.80	23.75	23.85	23.75	23.76	2.42	1.0%	Z-2
Muestra 9	Q1-N30-3	23.85	23.85	24.00	23.75	23.70	23.75	23.82	1.83	0.8%	Z-1
Muestra 10	Q1-N30-2	23.85	23.90	23.95	23.90	23.85	23.85	23.88	1.17	0.5%	Z-1

$$\text{Promedio (cm)} = \frac{\text{Cara 1 (cm)} + \dots + \text{Cara 2 (cm)}}{6}$$

$$\text{Variación dimensional (\%)} = \frac{\text{DN(cm)} - \text{Promedio (cm)}}{\text{DN(cm)}}$$

$$\text{Variación dimensional (mm)} = \text{DN(cm)} - \text{Promedio (cm)}$$

$$\text{DN(cm)} = 14 \text{ cm para ladrillo de } 14 \times 9 \times 24$$

$$\text{DN(cm)} = 12 \text{ cm para ladrillo de } 12 \times 9 \times 24$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N1-4	12.20	12.22	11.98	12.18	12.21	12.01	12.13	-1.33	-1.1%	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-2	12.22	12.23	12.08	12.07	12.19	12.03	12.14	-1.36	-1.1%	Z-1
Muestra 3	Q1-N1-7	12.13	12.17	12.07	12.05	12.09	11.98	12.08	-0.82	-0.7%	Z-2
Muestra 4	Q1-N1-6	12.05	12.20	11.98	11.91	12.13	11.88	12.02	-0.23	-0.2%	Z-2
Muestra 5	Q1-N1-11	12.07	12.16	11.99	12.10	12.19	12.05	12.09	-0.94	-0.8%	Z-3
Muestra 6	Q1-N1-10	12.14	12.18	11.94	11.98	12.17	12.10	12.09	-0.85	-0.7%	Z-3
Muestra 7	Q1-N1-14	12.20	12.21	12.13	12.07	12.28	12.04	12.16	-1.56	-1.3%	Z-4
Muestra 8	Q1-N1-15	12.11	12.23	12.10	12.12	12.16	12.03	12.12	-1.24	-1.0%	Z-4
Muestra 9	Q1-N1-18	11.89	12.20	11.94	12.15	12.14	12.03	12.06	-0.58	-0.5%	Z-5
Muestra 10	Q1-N1-19	12.08	12.09	12.06	12.15	12.17	12.00	12.09	-0.90	-0.8%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N3-2	12.12	12.17	12.05	12.02	12.22	12.16	12.12	-1.24	-1.0%	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-3	12.21	12.21	12.09	12.06	12.23	11.97	12.13	-1.29	-1.1%	Z-1
Muestra 3	Q1-N3-6	12.04	12.15	11.92	12.01	12.14	11.90	12.03	-0.26	-0.2%	Z-2
Muestra 4	Q1-N3-7	11.86	12.10	11.93	12.11	12.17	11.98	12.02	-0.25	-0.2%	Z-2
Muestra 5	Q1-N3-10	12.00	12.22	12.08	12.02	12.16	11.80	12.05	-0.47	-0.4%	Z-3
Muestra 6	Q1-N3-11	12.10	12.20	12.12	12.07	12.12	12.11	12.12	-1.20	-1.0%	Z-3
Muestra 7	Q1-N3-14	11.95	12.23	11.99	12.10	12.19	12.00	12.08	-0.76	-0.6%	Z-4
Muestra 8	Q1-N3-15	12.09	12.24	12.21	12.12	12.20	12.11	12.16	-1.62	-1.4%	Z-4
Muestra 9	Q1-N3-17	11.86	12.20	12.07	12.12	12.18	12.05	12.08	-0.79	-0.7%	Z-5
Muestra 10	Q1-N3-19	12.13	12.22	11.97	12.15	12.26	12.06	12.13	-1.30	-1.1%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N8-2	12.09	12.18	12.18	12.13	12.22	12.16	12.16	-1.61	-1.3%	Z-1

Muestra 2	Q1-N8-3	12.17	12.20	12.16	12.21	12.10	12.25	12.18	-1.81	-1.5%	Z-1
Muestra 3	Q1-N8-14	12.17	12.17	12.02	12.16	12.25	12.26	12.17	-1.70	-1.4%	Z-4
Muestra 4	Q1-N8-15	12.11	12.23	12.13	12.13	12.24	12.18	12.17	-1.70	-1.4%	Z-4
Muestra 5	Q1-N8-18	12.13	12.18	12.10	12.10	12.19	12.11	12.13	-1.34	-1.1%	Z-5
Muestra 6	Q1-N8-19	12.02	12.12	12.11	12.08	12.18	12.19	12.11	-1.14	-1.0%	Z-5
Muestra 7	Q1-N8-6	12.20	12.49	12.32	12.21	12.45	12.30	12.33	-3.29	-2.7%	Z-2
Muestra 8	Q1-N8-7	12.11	12.25	12.11	12.13	12.20	12.05	12.14	-1.43	-1.2%	Z-2
Muestra 9	Q1-N8-10	11.95	12.19	12.11	12.07	12.13	11.87	12.05	-0.53	-0.4%	Z-3
Muestra 10	Q1-N8-11	12.07	12.23	12.06	12.06	12.25	12.00	12.11	-1.10	-0.9%	Z-3
Nivel 15	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N15-2	12.09	12.19	12.18	12.14	12.13	12.19	12.15	-1.51	-1.3%	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-3	12.10	12.20	12.17	12.18	12.26	12.11	12.17	-1.71	-1.4%	Z-1
Muestra 3	Q1-N15-14	12.19	12.27	12.25	12.20	12.32	12.17	12.23	-2.31	-1.9%	Z-4
Muestra 4	Q1-N15-15	12.22	12.25	12.15	12.12	12.23	12.20	12.19	-1.95	-1.6%	Z-4
Muestra 5	Q1-N15-17	12.13	12.09	12.28	12.09	12.09	12.20	12.15	-1.46	-1.2%	Z-5
Muestra 6	Q1-N15-19	12.05	12.21	12.07	11.89	12.12	12.04	12.06	-0.63	-0.5%	Z-5
Muestra 7	Q1-N15-10	12.05	12.19	11.99	12.08	12.38	12.09	12.13	-1.29	-1.1%	Z-3
Muestra 8	Q1-N15-11	11.94	12.25	12.11	11.99	12.13	12.07	12.08	-0.82	-0.7%	Z-3
Muestra 9	Q1-N15-6	12.05	12.18	11.96	12.01	12.22	12.16	12.10	-0.97	-0.8%	Z-2
Muestra 10	Q1-N15-7	11.90	12.06	11.87	11.99	12.23	12.10	12.03	-0.25	-0.2%	Z-2
Nivel 22	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N22-2	12.00	12.17	12.02	12.06	12.22	12.18	12.11	-1.08	-0.9%	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-3	12.04	12.18	12.12	12.11	12.21	12.05	12.12	-1.19	-1.0%	Z-1
Muestra 3	Q1-N22-14	11.81	12.07	11.93	11.90	12.06	12.07	11.97	0.28	0.2%	Z-4
Muestra 4	Q1-N22-15	12.09	12.14	12.15	12.06	12.14	12.06	12.11	-1.05	-0.9%	Z-4
Muestra 5	Q1-N22-18	12.10	12.19	12.13	12.00	12.14	12.09	12.11	-1.07	-0.9%	Z-5
Muestra 6	Q1-N22-19	11.98	12.12	12.06	12.09	12.13	12.05	12.07	-0.73	-0.6%	Z-5
Muestra 7	Q1-N22-10	12.03	12.34	12.08	12.05	12.14	11.95	12.10	-0.99	-0.8%	Z-3
Muestra 8	Q1-N22-11	11.97	12.15	11.81	12.01	12.19	12.10	12.04	-0.37	-0.3%	Z-3
Muestra 9	Q1-N22-7	12.13	12.21	12.30	12.22	12.19	12.25	12.22	-2.16	-1.8%	Z-2
Muestra 10	Q1-N22-8	12.13	12.15	12.32	12.19	12.20	12.30	12.21	-2.14	-1.8%	Z-2
Nivel 30	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q1-N30-19	12.13	12.25	12.17	12.14	12.28	12.08	12.17	-1.74	-1.4%	Z-5
Muestra 2	Q1-N30-17	12.27	12.26	12.15	12.16	12.27	12.14	12.21	-2.09	-1.7%	Z-5
Muestra 3	Q1-N30-14	12.24	12.20	12.07	12.16	12.22	12.10	12.17	-1.65	-1.4%	Z-4
Muestra 4	Q1-N30-16	12.01	12.04	12.22	12.08	12.16	12.26	12.13	-1.30	-1.1%	Z-4

Muestra 5	Q1-N30-11	12.15	12.25	12.26	12.23	12.28	12.14	12.22	-2.19	-1.8%	Z-3
Muestra 6	Q1-N30-10	12.20	12.30	12.20	12.19	12.29	12.21	12.23	-2.31	-1.9%	Z-3
Muestra 7	Q1-N30-6	12.18	12.21	12.30	12.19	12.19	12.29	12.23	-2.25	-1.9%	Z-2
Muestra 8	Q1-N30-7	12.19	12.26	12.23	12.21	12.26	12.22	12.23	-2.27	-1.9%	Z-2
Muestra 9	Q1-N30-3	12.14	12.30	12.26	12.20	12.42	12.25	12.26	-2.59	-2.2%	Z-1
Muestra 10	Q1-N30-2	12.16	12.25	12.23	12.23	12.30	12.24	12.23	-2.33	-1.9%	Z-1

$$\text{Promedio (cm)} = \frac{h1 \text{ (cm)} + \dots + h8 \text{ (cm)}}{8}$$

$$\text{Variación dimensional (\%)} = \frac{DN(\text{cm}) - \text{Promedio (cm)}}{DN(\text{cm})}$$

$$\text{Variación dimensional (mm)} = DN(\text{cm}) - \text{Promedio (cm)}$$

$$DN(\text{cm}) = 9 \text{ cm para los dos ladrillos}$$

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q1-N1-4	9.01	9.17	9.01	8.98	8.93	9.11	8.98	8.92	9.02	-0.15	-0.2%	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-2	8.90	9.05	8.95	8.93	8.99	8.96	8.82	8.84	8.93	0.69	0.8%	Z-1
Muestra 3	Q1-N1-7	9.11	9.17	9.02	8.95	8.95	9.11	9.09	9.02	9.05	-0.51	-0.6%	Z-2
Muestra 4	Q1-N1-6	8.86	8.97	8.93	8.99	9.03	8.98	8.85	8.94	8.94	0.55	0.6%	Z-2
Muestra 5	Q1-N1-11	8.90	8.97	8.90	8.85	8.90	8.92	9.01	8.89	8.92	0.82	0.9%	Z-3
Muestra 6	Q1-N1-10	9.02	9.02	9.09	9.06	8.98	9.15	9.02	9.01	9.04	-0.44	-0.5%	Z-3
Muestra 7	Q1-N1-14	8.99	8.97	9.02	9.10	8.99	9.08	8.96	8.94	9.01	-0.06	-0.1%	Z-4
Muestra 8	Q1-N1-15	9.02	9.08	8.91	8.90	8.95	9.01	9.10	9.08	9.01	-0.06	-0.1%	Z-4
Muestra 9	Q1-N1-18	9.07	9.09	9.98	8.94	9.03	9.06	9.09	9.20	9.18	-1.81	-2.0%	Z-5
Muestra 10	Q1-N1-19	8.93	8.92	9.02	8.85	8.95	8.88	8.84	8.92	8.91	0.88	1.0%	Z-5

Nivel 3	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q1-N3-2	9.01	9.06	9.04	9.02	9.04	9.21	9.10	9.08	9.07	-0.69	-0.8%	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-3	8.92	9.19	9.17	9.16	9.23	9.02	8.81	8.82	9.04	-0.38	-0.4%	Z-1
Muestra 3	Q1-N3-6	8.96	9.15	8.94	9.13	9.00	9.06	8.89	9.00	9.01	-0.13	-0.1%	Z-2
Muestra 4	Q1-N3-7	8.92	8.97	8.99	8.99	8.93	9.00	9.01	8.94	8.97	0.31	0.3%	Z-2
Muestra 5	Q1-N3-10	8.69	8.86	8.84	9.06	8.89	8.91	8.75	8.75	8.84	1.57	1.7%	Z-3
Muestra 6	Q1-N3-11	8.92	8.92	8.80	8.91	8.92	9.03	8.93	8.95	8.92	0.79	0.9%	Z-3
Muestra 7	Q1-N3-14	8.95	9.05	8.99	8.93	8.92	9.00	9.03	8.97	8.98	0.21	0.2%	Z-4
Muestra 8	Q1-N3-15	8.97	9.07	8.99	9.07	8.99	9.12	8.99	9.03	9.03	-0.30	-0.3%	Z-4

Muestra 9	Q1-N3-17	9.02	9.22	8.99	9.02	8.98	9.04	9.09	9.08	9.05	-0.54	-0.6%	Z-5	
Muestra 10	Q1-N3-19	8.98	9.21	9.07	9.02	8.96	9.02	9.02	9.03	9.04	-0.39	-0.4%	Z-5	
Nivel 8	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	(cm)				
Muestra 1	Q1-N8-2	8.97	9.02	8.88	8.91	8.92	8.98	9.00	9.09	8.97	0.28	0.3%	Z-1	
Muestra 2	Q1-N8-3	9.05	9.07	9.03	8.99	8.94	9.01	9.08	9.02	9.02	-0.22	-0.2%	Z-1	
Muestra 3	Q1-N8-14	9.03	9.08	9.07	9.15	9.17	9.11	8.46	8.87	8.99	0.09	0.1%	Z-4	
Muestra 4	Q1-N8-15	9.15	9.10	9.02	9.00	8.96	9.09	9.11	9.19	9.08	-0.77	-0.9%	Z-4	
Muestra 5	Q1-N8-18	8.91	9.04	8.98	9.09	8.97	9.05	8.87	8.95	8.98	0.17	0.2%	Z-5	
Muestra 6	Q1-N8-19	9.06	9.11	9.19	9.02	9.14	8.96	9.01	8.94	9.05	-0.53	-0.6%	Z-5	
Muestra 7	Q1-N8-6	9.09	9.14	9.15	9.19	9.17	9.18	9.22	9.18	9.16	-1.64	-1.8%	Z-2	
Muestra 8	Q1-N8-7	8.95	9.16	8.91	8.95	9.97	9.17	8.95	9.12	9.15	-1.46	-1.6%	Z-2	
Muestra 9	Q1-N8-10	8.98	8.96	8.93	8.95	8.99	9.12	8.95	8.95	8.98	0.23	0.3%	Z-3	
Muestra 10	Q1-N8-11	8.95	9.12	8.92	8.95	8.88	8.99	9.02	9.08	8.99	0.12	0.1%	Z-3	
Nivel 15	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	(cm)				
Muestra 1	Q1-N15-2	9.08	9.17	9.14	9.14	9.14	9.12	9.01	8.92	9.09	-0.91	-1.0%	Z-1	
Muestra 2	Q1-N15-3	8.97	9.01	8.96	9.07	9.01	9.17	8.92	8.95	9.01	-0.09	-0.1%	Z-1	
Muestra 3	Q1-N15-14	8.97	9.02	8.96	9.05	9.01	9.14	9.04	9.03	9.03	-0.28	-0.3%	Z-4	
Muestra 4	Q1-N15-15	9.09	9.15	9.03	8.97	9.01	9.14	9.02	9.05	9.06	-0.58	-0.6%	Z-4	
Muestra 5	Q1-N15-17	8.86	9.04	8.93	8.95	8.82	8.82	8.81	8.86	8.89	1.14	1.3%	Z-5	
Muestra 6	Q1-N15-19	8.89	8.99	8.99	9.13	9.04	9.15	8.95	8.98	9.02	-0.16	-0.2%	Z-5	
Muestra 7	Q1-N15-10	8.88	9.08	8.96	9.03	8.87	9.04	8.94	9.03	8.98	0.23	0.3%	Z-3	
Muestra 8	Q1-N15-11	8.94	8.88	8.82	8.89	8.93	9.03	8.96	9.12	8.94	0.55	0.6%	Z-3	
Muestra 9	Q1-N15-6	8.84	8.94	8.89	8.97	8.90	9.03	8.82	8.85	8.91	0.95	1.1%	Z-2	
Muestra 10	Q1-N15-7	8.98	9.09	9.36	9.15	9.01	9.18	9.04	8.98	9.10	-0.96	-1.1%	Z-2	
Nivel 22	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	(cm)				
Muestra 1	Q1-N22-2	8.87	8.94	8.95	8.92	9.02	9.05	8.95	8.89	8.95	0.52	0.6%	Z-1	
Muestra 2	Q1-N22-3	8.94	8.97	8.95	8.96	8.82	8.88	8.85	8.87	8.91	0.95	1.1%	Z-1	
Muestra 3	Q1-N22-14	8.98	9.11	8.98	9.04	8.91	8.88	8.87	9.09	8.98	0.17	0.2%	Z-4	
Muestra 4	Q1-N22-15	8.95	9.03	8.96	8.96	8.87	8.98	8.99	8.96	8.96	0.39	0.4%	Z-4	
Muestra 5	Q1-N22-18	9.02	8.98	9.06	9.00	9.00	9.14	8.97	9.06	9.03	-0.31	-0.3%	Z-5	

Muestra	Código de muestra	Alturas									Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	Promedio (cm)			
Muestra 6	Q1-N22-19	8.93	8.97	9.03	9.08	9.13	9.12	9.01	8.98	9.03	-0.31	-0.3%	Z-5
Muestra 7	Q1-N22-10	9.17	9.16	9.01	9.00	9.08	8.98	8.99	9.04	9.05	-0.54	-0.6%	Z-3
Muestra 8	Q1-N22-11	8.76	8.86	9.01	9.04	8.98	9.02	8.94	8.90	8.94	0.62	0.7%	Z-3
Muestra 9	Q1-N22-7	9.10	9.11	9.14	9.01	9.12	9.12	9.13	9.00	9.09	-0.90	-1.0%	Z-2
Muestra 10	Q1-N22-8	9.05	9.12	9.07	9.10	9.03	9.05	9.00	9.02	9.06	-0.56	-0.6%	Z-2
Nivel 30	Código de muestra	Alturas									Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	Promedio (cm)			
Muestra 1	Q1-N30-19	9.08	8.93	9.08	9.04	9.16	9.17	9.08	9.18	9.09	-0.90	-1.0%	Z-5
Muestra 2	Q1-N30-17	9.16	9.25	9.06	9.01	8.92	9.02	9.09	9.16	9.08	-0.84	-0.9%	Z-5
Muestra 3	Q1-N30-14	9.03	9.16	9.14	8.97	8.99	8.07	9.13	9.11	8.95	0.51	0.6%	Z-4
Muestra 4	Q1-N30-16	9.09	9.15	9.02	9.00	8.90	8.91	9.02	9.02	9.01	-0.12	-0.1%	Z-4
Muestra 5	Q1-N30-11	9.06	9.03	9.03	8.97	9.02	9.10	9.00	9.02	9.03	-0.28	-0.3%	Z-3
Muestra 6	Q1-N30-10	9.09	9.12	9.03	9.05	9.01	9.04	9.16	9.07	9.07	-0.71	-0.8%	Z-3
Muestra 7	Q1-N30-6	9.07	9.09	9.14	9.12	9.09	9.06	9.07	9.02	9.08	-0.82	-0.9%	Z-2
Muestra 8	Q1-N30-7	8.92	9.00	9.01	9.03	9.09	9.10	9.02	9.06	9.03	-0.26	-0.3%	Z-2
Muestra 9	Q1-N30-3	9.10	9.16	9.15	9.06	9.17	9.18	9.07	9.06	9.12	-1.18	-1.3%	Z-1
Muestra 10	Q1-N30-2	9.10	9.06	9.03	8.93	9.08	9.05	9.17	9.11	9.07	-0.65	-0.7%	Z-1

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas											
Nivel	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q2-N1-4	24	24.05	24.25	24.25	24.25	24.15	24.16	-1.58	-0.7%	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-2	23.8	23.85	23.8	23.9	24	23.9	23.88	1.25	0.5%	Z-1
Muestra 3	Q2-N1-7	24.25	24.05	24	23.9	24.05	24.2	24.08	-0.75	-0.3%	Z-2
Muestra 4	Q2-N1-5	24.05	24	24	24	24.05	24	24.02	-0.17	-0.1%	Z-2
Muestra 5	Q2-N1-11	24	24.1	24	23.9	24	23.9	23.98	0.17	0.1%	Z-3
Muestra 6	Q2-N1-9	24	23.95	23.7	24	24.15	24.1	23.98	0.17	0.1%	Z-3
Muestra 7	Q2-N1-16	24.1	24.1	24.2	24.1	24.05	24.05	24.10	-1.00	-0.4%	Z-4
Muestra 8	Q2-N1-14	24	24.05	24.2	24.2	24.15	24.05	24.11	-1.08	-0.5%	Z-4
Muestra 9	Q2-N1-20	24.05	24.05	24	23.9	24	24.1	24.02	-0.17	-0.1%	Z-5
Muestra 10	Q2-N1-18	24.1	24.2	24.15	24	24.05	23.95	24.08	-0.75	-0.3%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q2-N3-4	23.9	24.05	24.1	24.1	24.05	23.9	24.02	-0.17	-0.1%	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-2	24.15	24.15	23.85	23.75	23.95	24	23.98	0.25	0.1%	Z-1

Muestra 3	Q2-N3-7	23.9	24.1	24.1	24	24	23.8	23.98	0.17	0.1%	Z-2
Muestra 4	Q2-N3-5	24.05	24.1	24	23.9	24	24.2	24.04	-0.42	-0.2%	Z-2
Muestra 5	Q2-N3-11	24.1	24.1	24.1	24.15	23.1	24.1	23.94	0.58	0.2%	Z-3
Muestra 6	Q2-N3-9	23.85	24.05	24.15	23.85	24.1	24.15	24.03	-0.25	-0.1%	Z-3
Muestra 7	Q2-N3-16	23.95	24.15	24.2	24.15	24.1	23.85	24.07	-0.67	-0.3%	Z-4
Muestra 8	Q2-N3-14	23.95	24.1	24.25	24.1	24.05	23.9	24.06	-0.58	-0.2%	Z-4
Muestra 9	Q2-N3-20	23.9	24	23.95	23.85	23.9	24.05	23.94	0.58	0.2%	Z-5
Muestra 10	Q2-N3-18	24	24	24	24.25	24.15	24.4	24.13	-1.33	-0.6%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N8-13	23.9	24	24.1	24.1	24.05	23.95	24.02	-0.17	-0.1%	Z-4
Muestra 2	Q2-N8-14	24	24.05	23.85	23.9	24.2	24.2	24.03	-0.33	-0.1%	Z-4
Muestra 3	Q2-N8-18	23.9	24.05	23.95	24.05	24.1	24	24.01	-0.08	0.0%	Z-5
Muestra 4	Q2-N8-19	24.15	24.2	24.2	24.05	24	24.15	24.13	-1.25	-0.5%	Z-5
Muestra 5	Q2-N8-2	23.95	24.1	24	23.85	24	24.15	24.01	-0.08	0.0%	Z-1
Muestra 6	Q2-N8-3	23.8	24.05	23.85	23.95	24	24.1	23.96	0.42	0.2%	Z-1
Muestra 7	Q2-N8-12	23.95	24.05	24.1	24	23.95	23.95	24.00	0.00	0.0%	Z-3
Muestra 8	Q2-N8-10	23.9	24.15	24.05	24.1	24.2	23.95	24.06	-0.58	-0.2%	Z-3
Muestra 9	Q2-N8-8	24.05	24.15	24.1	23.95	24.1	24	24.06	-0.58	-0.2%	Z-2
Muestra 10	Q2-N8-6	24.1	24.1	23.95	24	24.15	24.1	24.07	-0.67	-0.3%	Z-2
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N15-13	24.1	24.1	24.1	24.05	24.2	24.2	24.13	-1.25	-0.5%	Z-4
Muestra 2	Q2-N15-14	23.9	24.1	24.1	23.95	24	23.95	24.00	0.00	0.0%	Z-4
Muestra 3	Q2-N15-18	24.05	24.2	24.1	24.25	24.2	23.95	24.13	-1.25	-0.5%	Z-5
Muestra 4	Q2-N15-19	24.05	24.15	24	23.95	24.15	24.1	24.07	-0.67	-0.3%	Z-5
Muestra 5	Q2-N15-2	24.25	24.25	24.2	24.1	24.25	24.2	24.21	-2.08	-0.9%	Z-1
Muestra 6	Q2-N15-3	24.4	24.4	24.3	24.3	24.35	24.35	24.35	-3.50	-1.5%	Z-1
Muestra 7	Q2-N15-6	24.25	24.25	24.25	24.1	24.35	24.35	24.26	-2.58	-1.1%	Z-2
Muestra 8	Q2-N15-7	24.1	24	24.05	24.1	24.25	24.2	24.12	-1.17	-0.5%	Z-2
Muestra 9	Q2-N15-12	24.2	24.1	24	24	24.1	24.4	24.13	-1.33	-0.6%	Z-3
Muestra 10	Q2-N15-10	24	24.15	24.3	24.15	24.1	24	24.12	-1.17	-0.5%	Z-3
Nivel 21	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N21-14	23.95	24.2	24.3	24.2	24.05	23.9	24.10	-1.00	-0.4%	Z-4
Muestra 2	Q2-N21-15	24.3	24.15	24.2	24.1	24.2	24.4	24.23	-2.25	-0.9%	Z-4
Muestra 3	Q2-N21-17	24.05	24.15	24.1	24.1	24.15	24	24.09	-0.92	-0.4%	Z-5
Muestra 4	Q2-N21-18	24.05	24.2	24.25	24.2	24.25	24	24.16	-1.58	-0.7%	Z-5
Muestra 5	Q2-N21-2	24.35	24.25	24.2	24.2	24.25	24.35	24.27	-2.67	-1.1%	Z-1

Muestra 6	Q2-N21-3	24.3	24.15	24.1	24.3	24.3	24.15	24.22	-2.17	-0.9%	Z-1
Muestra 7	Q2-N21-6	24.2	24.3	24.2	24.15	24.2	24.15	24.20	-2.00	-0.8%	Z-2
Muestra 8	Q2-N21-7	24.15	24.25	24.2	24.2	24.2	24.35	24.23	-2.25	-0.9%	Z-2
Muestra 9	Q2-N21-12	24.15	24.2	24.35	24.35	24.15	24.1	24.22	-2.17	-0.9%	Z-3
Muestra 10	Q2-N21-11	24.05	24.2	24.25	24.15	24.2	24.05	24.15	-1.50	-0.6%	Z-3
Nivel 26	Código de muestra	Largo						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 1	Q2-N26-3	24.05	24.02	24.35	24.25	24.3	24.05	24.17	-1.70	-0.7%	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-4	24.15	24.15	24.3	24.2	24.2	24.05	24.18	-1.75	-0.7%	Z-1
Muestra 3	Q2-N26-7	24.05	24.2	24.1	24.15	24.3	24.3	24.18	-1.83	-0.8%	Z-2
Muestra 4	Q2-N26-8	24	24.2	24.3	24.3	24.2	24.05	24.18	-1.75	-0.7%	Z-2
Muestra 5	Q2-N26-10	24.1	24.15	24.1	23.95	24.05	24.25	24.10	-1.00	-0.4%	Z-3
Muestra 6	Q2-N26-11	23.95	24.1	24.2	24.2	24	24	24.08	-0.75	-0.3%	Z-3
Muestra 7	Q2-N26-14	24.25	24.1	24.1	24	24.25	24.15	24.14	-1.42	-0.6%	Z-4
Muestra 8	Q2-N26-15	24.05	24.05	24.1	23.95	24.05	24.05	24.04	-0.42	-0.2%	Z-4
Muestra 9	Q2-N26-18	24.4	24.2	24	24.1	24.25	24.35	24.22	-2.17	-0.9%	Z-5
Muestra 10	Q2-N26-19	24	24.15	24.2	24.1	24.05	24.15	24.11	-1.08	-0.5%	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q2-N1-4	14.11	14.10	14.01	14.04	14.08	14.06	14.07	-0.66	-0.5%	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-2	14.11	14.01	13.94	14.18	14.07	14.06	14.06	-0.62	-0.4%	Z-1
Muestra 3	Q2-N1-7	14.05	14.09	14.06	14.10	14.10	14.09	14.08	-0.83	-0.6%	Z-2
Muestra 4	Q2-N1-5	14.09	14.03	14.00	14.05	14.10	13.98	14.04	-0.42	-0.3%	Z-2
Muestra 5	Q2-N1-11	14.13	14.12	14.02	14.02	14.10	14.01	14.07	-0.67	-0.5%	Z-3
Muestra 6	Q2-N1-9	14.14	14.12	14.05	14.23	14.08	14.06	14.11	-1.13	-0.8%	Z-3
Muestra 7	Q2-N1-16	14.01	14.09	14.02	14.12	14.05	14.02	14.05	-0.51	-0.4%	Z-4
Muestra 8	Q2-N1-14	14.15	14.13	14.06	14.14	14.13	14.03	14.11	-1.07	-0.8%	Z-4
Muestra 9	Q2-N1-20	14.07	14.02	14.03	14.02	14.09	14.13	14.06	-0.57	-0.4%	Z-5
Muestra 10	Q2-N1-18	13.97	14.05	14.07	14.02	14.02	14.09	14.04	-0.36	-0.3%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q2-N3-4	14.00	14.13	13.97	13.92	14.05	14.05	14.02	-0.20	-0.1%	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-2	13.94	13.98	13.99	13.89	13.97	13.96	13.95	0.45	0.3%	Z-1
Muestra 3	Q2-N3-7	14.02	14.02	14.03	14.08	14.11	14.11	14.06	-0.63	-0.5%	Z-2
Muestra 4	Q2-N3-5	14.05	14.05	14.02	14.19	14.12	14.13	14.09	-0.93	-0.7%	Z-2
Muestra 5	Q2-N3-11	14.06	14.03	14.09	14.06	14.12	13.99	14.06	-0.59	-0.4%	Z-3
Muestra 6	Q2-N3-9	13.92	13.96	14.15	14.11	14.08	14.02	14.04	-0.40	-0.3%	Z-3

Muestra 7	Q2-N3-16	14.05	13.96	14.12	14.12	14.03	13.91	14.03	-0.30	-0.2%	Z-4
Muestra 8	Q2-N3-14	14.03	13.99	14.00	14.07	14.05	14.07	14.04	-0.35	-0.3%	Z-4
Muestra 9	Q2-N3-20	14.02	14.04	14.05	14.05	14.09	14.01	14.04	-0.44	-0.3%	Z-5
Muestra 10	Q2-N3-18	13.95	13.93	14.09	14.00	13.92	13.96	13.97	0.25	0.2%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Ancho Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N8-13	14.08	13.99	14.05	14.04	14.05	14.08	14.05	-0.48	-0.3%	Z-4
Muestra 2	Q2-N8-14	13.85	14.04	14.06	14.01	14.06	14.13	14.02	-0.24	-0.2%	Z-4
Muestra 3	Q2-N8-18	13.98	14.04	14.10	13.97	14.03	14.03	14.02	-0.24	-0.2%	Z-5
Muestra 4	Q2-N8-19	14.07	14.08	14.05	14.05	14.09	14.02	14.06	-0.62	-0.4%	Z-5
Muestra 5	Q2-N8-2	14.10	13.98	13.92	13.99	14.05	13.89	13.99	0.12	0.1%	Z-1
Muestra 6	Q2-N8-3	14.08	13.99	13.93	14.07	13.97	13.86	13.98	0.19	0.1%	Z-1
Muestra 7	Q2-N8-12	13.92	14.05	14.02	14.11	14.06	14.06	14.04	-0.36	-0.3%	Z-3
Muestra 8	Q2-N8-10	14.09	14.02	14.05	14.02	13.99	14.09	14.04	-0.43	-0.3%	Z-3
Muestra 9	Q2-N8-8	14.11	14.09	14.19	14.14	14.10	14.14	14.13	-1.29	-0.9%	Z-2
Muestra 10	Q2-N8-6	14.02	13.95	13.98	14.05	14.06	13.98	14.01	-0.06	0.0%	Z-2
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Ancho Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N15-13	14.06	14.04	14.16	14.15	14.17	14.07	14.11	-1.10	-0.8%	Z-4
Muestra 2	Q2-N15-14	14.09	14.07	14.10	14.05	14.06	14.15	14.09	-0.88	-0.6%	Z-4
Muestra 3	Q2-N15-18	14.10	14.01	14.08	14.11	14.07	14.04	14.07	-0.69	-0.5%	Z-5
Muestra 4	Q2-N15-19	14.06	14.11	14.04	13.92	14.06	13.92	14.02	-0.17	-0.1%	Z-5
Muestra 5	Q2-N15-2	14.14	14.22	14.18	14.09	14.19	13.85	14.11	-1.09	-0.8%	Z-1
Muestra 6	Q2-N15-3	14.05	14.29	14.20	14.15	14.22	14.26	14.19	-1.95	-1.4%	Z-1
Muestra 7	Q2-N15-6	13.96	14.20	14.18	14.03	14.14	14.24	14.12	-1.22	-0.9%	Z-2
Muestra 8	Q2-N15-7	14.03	14.13	14.10	14.03	14.10	14.23	14.10	-1.03	-0.7%	Z-2
Muestra 9	Q2-N15-12	14.12	14.11	14.09	14.10	14.09	14.13	14.11	-1.05	-0.8%	Z-3
Muestra 10	Q2-N15-10	14.04	14.02	14.06	14.11	14.14	14.08	14.07	-0.75	-0.5%	Z-3
Nivel 21	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Ancho Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q2-N21-14	14.06	14.17	14.23	14.12	14.08	14.09	14.12	-1.25	-0.9%	Z-4
Muestra 2	Q2-N21-15	13.99	14.17	14.12	14.16	14.16	14.04	14.11	-1.09	-0.8%	Z-4
Muestra 3	Q2-N21-17	14.11	14.05	14.03	14.09	14.08	14.18	14.09	-0.90	-0.6%	Z-5
Muestra 4	Q2-N21-18	14.07	14.06	14.15	14.13	14.09	14.07	14.10	-0.96	-0.7%	Z-5
Muestra 5	Q2-N21-2	14.10	14.20	14.17	14.10	14.11	14.09	14.13	-1.27	-0.9%	Z-1
Muestra 6	Q2-N21-3	14.16	14.19	14.13	14.16	14.19	14.13	14.16	-1.60	-1.1%	Z-1
Muestra 7	Q2-N21-6	14.09	14.09	14.06	14.16	14.13	14.09	14.10	-1.03	-0.7%	Z-2
Muestra 8	Q2-N21-7	14.21	14.18	14.01	14.01	14.17	14.02	14.10	-1.01	-0.7%	Z-2
Muestra 9	Q2-N21-12	14.23	14.18	14.15	14.11	14.20	14.14	14.17	-1.69	-1.2%	Z-3

Muestra	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 10	Q2-N21-11	14.10	14.07	14.11	14.11	14.10	14.11	14.10	-0.98	-0.7%	Z-3
Muestra 1	Q2-N26-3	14.17	14.20	14.04	14.13	14.10	14.10	14.12	-1.23	-0.9%	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-4	14.13	14.09	14.12	14.02	14.11	14.01	14.08	-0.78	-0.6%	Z-1
Muestra 3	Q2-N26-7	14.09	14.25	14.25	14.14	14.23	14.14	14.18	-1.82	-1.3%	Z-2
Muestra 4	Q2-N26-8	14.14	14.15	14.26	14.16	14.20	14.23	14.19	-1.88	-1.3%	Z-2
Muestra 5	Q2-N26-10	14.12	14.11	14.14	14.11	14.12	14.19	14.13	-1.32	-0.9%	Z-3
Muestra 6	Q2-N26-11	14.02	14.07	14.12	14.14	14.09	14.00	14.07	-0.72	-0.5%	Z-3
Muestra 7	Q2-N26-14	14.17	14.10	14.06	14.09	14.14	14.14	14.12	-1.16	-0.8%	Z-4
Muestra 8	Q2-N26-15	14.03	14.11	14.13	14.01	14.09	14.10	14.08	-0.79	-0.6%	Z-4
Muestra 9	Q2-N26-18	14.18	14.15	14.05	14.13	14.13	14.04	14.11	-1.11	-0.8%	Z-5
Muestra 10	Q2-N26-19	14.05	14.11	14.15	14.04	14.14	14.22	14.11	-1.15	-0.8%	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas

Nivel	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q2-N1-4	8.95	9.09	9.07	8.94	8.98	8.92	8.87	8.83	8.96	0.44	0.5%	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-2	9.19	9.01	9.12	8.86	8.95	9.02	9.06	9.09	9.04	-0.37	-0.4%	Z-1
Muestra 3	Q2-N1-7	8.88	9.15	9.03	8.96	9.12	9.09	8.95	8.85	9.00	-0.05	-0.1%	Z-2
Muestra 4	Q2-N1-5	9.15	9.16	9.06	8.97	8.95	9.16	9.06	8.95	9.06	-0.56	-0.6%	Z-2
Muestra 5	Q2-N1-11	9.07	9.02	8.96	8.89	9.02	9.13	9.39	9.12	9.07	-0.75	-0.8%	Z-3
Muestra 6	Q2-N1-9	9.05	9.19	9.19	8.85	9.05	9.04	8.94	8.83	9.02	-0.18	-0.2%	Z-3
Muestra 7	Q2-N1-16	9.09	9.02	9.10	8.88	9.11	9.12	9.20	8.99	9.06	-0.63	-0.7%	Z-4
Muestra 8	Q2-N1-14	9.11	9.06	8.99	8.82	9.01	9.11	9.21	8.89	9.02	-0.24	-0.3%	Z-4
Muestra 9	Q2-N1-20	9.09	9.05	8.86	8.82	8.84	8.99	9.04	8.98	8.96	0.42	0.5%	Z-5
Muestra 10	Q2-N1-18	9.05	9.09	8.94	8.87	9.11	9.11	9.18	8.93	9.03	-0.34	-0.4%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)						
Muestra 1	Q2-N3-4	9.06	8.93	8.91	8.81	9.03	9.13	9.12	9.00	9.00	0.01	0.0%	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-2	8.92	8.91	8.81	8.81	9.02	9.19	8.91	8.80	8.92	0.79	0.9%	Z-1
Muestra 3	Q2-N3-7	9.06	8.96	8.99	8.95	9.02	9.11	9.20	8.93	9.03	-0.28	-0.3%	Z-2
Muestra 4	Q2-N3-5	9.05	9.19	9.05	9.20	9.10	8.96	8.80	8.80	9.02	-0.18	-0.2%	Z-2
Muestra 5	Q2-N3-11	9.20	9.21	9.20	8.87	8.99	8.92	9.17	9.10	9.08	-0.84	-0.9%	Z-3
Muestra 6	Q2-N3-9	9.16	9.16	8.97	8.90	9.13	9.09	9.06	9.12	9.07	-0.72	-0.8%	Z-3

Muestra 7	Q2-N3-16	9.19	9.20	8.89	8.96	8.95	9.04	9.08	9.11	9.05	-0.52	-0.6%	Z-4	
Muestra 8	Q2-N3-14	9.05	9.09	8.89	8.78	8.85	8.96	8.94	8.95	8.94	0.61	0.7%	Z-4	
Muestra 9	Q2-N3-20	9.00	9.04	9.22	9.08	9.26	9.19	9.02	8.87	9.08	-0.84	-0.9%	Z-5	
Muestra 10	Q2-N3-18	9.32	9.21	9.08	8.93	9.00	9.08	9.05	9.16	9.10	-1.03	-1.1%	Z-5	
Nivel 8	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
Muestra 1	Q2-N8-13	9.11	8.99	8.89	8.86	9.03	9.07	9.11	8.90	8.99	0.05	0.1%	Z-4	
Muestra 2	Q2-N8-14	9.02	9.07	9.13	9.15	9.22	9.20	8.98	8.94	9.09	-0.88	-1.0%	Z-4	
Muestra 3	Q2-N8-18	8.91	9.07	9.07	9.03	8.92	9.15	9.20	9.08	9.05	-0.53	-0.6%	Z-5	
Muestra 4	Q2-N8-19	9.05	9.07	8.93	8.89	9.02	9.23	9.16	8.98	9.04	-0.40	-0.4%	Z-5	
Muestra 5	Q2-N8-2	9.13	9.07	8.85	8.83	8.89	9.03	9.17	9.13	9.01	-0.11	-0.1%	Z-1	
Muestra 6	Q2-N8-3	9.10	9.12	8.98	8.84	8.84	8.94	9.29	9.03	9.02	-0.17	-0.2%	Z-1	
Muestra 7	Q2-N8-12	8.95	8.98	8.95	8.85	9.04	9.05	9.06	8.79	8.96	0.41	0.5%	Z-3	
Muestra 8	Q2-N8-10	9.23	9.24	9.08	8.88	8.93	9.03	9.09	8.93	9.05	-0.50	-0.6%	Z-3	
Muestra 9	Q2-N8-8	9.07	9.15	9.10	8.98	9.20	9.13	9.10	8.92	9.08	-0.82	-0.9%	Z-2	
Muestra 10	Q2-N8-6	8.95	9.21	9.13	9.12	9.28	9.20	9.08	9.04	9.13	-1.26	-1.4%	Z-2	
Nivel 15	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
Muestra 1	Q2-N15-13	9.09	9.10	9.12	8.92	9.05	9.17	9.19	9.02	9.08	-0.83	-0.9%	Z-4	
Muestra 2	Q2-N15-14	8.85	9.03	9.04	8.93	9.09	9.10	8.96	9.91	9.11	-1.14	-1.3%	Z-4	
Muestra 3	Q2-N15-18	8.94	9.13	9.20	9.02	8.91	9.04	8.96	8.86	9.01	-0.07	-0.1%	Z-5	
Muestra 4	Q2-N15-19	9.03	9.01	8.92	8.91	9.10	9.12	9.12	9.02	9.03	-0.27	-0.3%	Z-5	
Muestra 5	Q2-N15-2	9.00	9.00	8.96	8.95	9.28	9.15	9.22	9.02	9.07	-0.72	-0.8%	Z-1	
Muestra 6	Q2-N15-3	9.16	9.12	9.03	9.04	9.10	9.27	9.21	9.07	9.12	-1.24	-1.4%	Z-1	
Muestra 7	Q2-N15-6	9.15	9.12	9.08	9.00	9.09	9.26	9.28	9.06	9.13	-1.31	-1.5%	Z-2	
Muestra 8	Q2-N15-7	9.15	9.02	8.94	8.95	9.08	9.24	9.19	9.14	9.09	-0.87	-1.0%	Z-2	
Muestra 9	Q2-N15-12	9.03	9.16	9.16	9.07	9.21	9.16	9.02	8.95	9.09	-0.94	-1.0%	Z-3	
Muestra 10	Q2-N15-10	9.09	8.90	8.94	8.89	8.96	9.02	9.02	8.98	8.97	0.26	0.3%	Z-3	
Nivel 21	Código de muestra	Alturas									Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)				
Muestra 1	Q2-N21-14	8.97	9.06	9.04	9.02	9.16	9.17	9.09	8.87	9.05	-0.47	-0.5%	Z-4	
Muestra 2	Q2-N21-15	9.26	9.10	9.25	9.19	9.00	8.86	9.01	9.13	9.10	-1.00	-1.1%	Z-4	
Muestra 3	Q2-N21-17	8.95	9.01	9.08	8.94	9.18	9.18	9.02	8.93	9.03	-0.33	-0.4%	Z-5	

Muestra	Código de muestra	Alturas									Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	Promedio (cm)			
Muestra 4	Q2-N21-18	9.11	9.22	9.13	9.06	8.98	9.00	8.97	8.97	9.05	-0.54	-0.6%	Z-5
Muestra 5	Q2-N21-2	9.13	9.11	9.01	8.98	9.03	9.18	9.23	9.13	9.10	-1.01	-1.1%	Z-1
Muestra 6	Q2-N21-3	9.02	9.26	9.46	9.08	9.12	9.13	8.96	8.88	9.11	-1.12	-1.2%	Z-1
Muestra 7	Q2-N21-6	9.15	9.17	9.02	8.86	8.88	8.89	9.11	9.12	9.02	-0.24	-0.3%	Z-2
Muestra 8	Q2-N21-7	9.24	9.14	8.98	8.90	9.01	9.03	9.23	9.05	9.07	-0.71	-0.8%	Z-2
Muestra 9	Q2-N21-12	9.22	9.19	9.09	8.94	8.90	9.04	9.07	9.05	9.06	-0.62	-0.7%	Z-3
Muestra 10	Q2-N21-11	9.08	8.95	8.94	8.97	9.03	9.15	9.23	8.97	9.04	-0.39	-0.4%	Z-3
Nivel 26	Código de muestra	Alturas									Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)	Promedio (cm)			
Muestra 1	Q2-N26-3	8.97	9.09	9.11	9.08	9.29	9.23	9.25	9.05	9.13	-1.32	-1.5%	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-4	9.01	9.21	9.21	9.07	9.04	9.01	8.91	8.88	9.04	-0.40	-0.4%	Z-1
Muestra 3	Q2-N26-7	9.04	9.08	9.05	9.06	9.16	9.16	9.05	9.00	9.07	-0.74	-0.8%	Z-2
Muestra 4	Q2-N26-8	9.01	9.17	9.20	9.12	9.19	9.15	9.05	8.87	9.10	-0.95	-1.1%	Z-2
Muestra 5	Q2-N26-10	9.04	9.04	8.92	8.97	8.97	9.15	9.13	8.93	9.02	-0.18	-0.2%	Z-3
Muestra 6	Q2-N26-11	8.94	9.10	9.11	9.06	9.26	9.21	9.07	8.99	9.09	-0.90	-1.0%	Z-3
Muestra 7	Q2-N26-14	9.24	9.27	9.04	8.99	9.00	9.04	9.05	8.87	9.06	-0.62	-0.7%	Z-4
Muestra 8	Q2-N26-15	9.05	9.07	9.12	8.89	9.13	9.10	8.98	8.99	9.04	-0.40	-0.4%	Z-4
Muestra 9	Q2-N26-18	9.17	9.14	8.99	8.96	9.02	9.03	9.11	9.01	9.05	-0.52	-0.6%	Z-5
Muestra 10	Q2-N26-19	8.91	9.17	9.14	9.21	9.10	9.15	9.05	8.87	9.07	-0.73	-0.8%	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q3-N1-1	23.5	23.6	23.6	23.8	23.7	23.7	23.65	3.50	1.5%	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-3	23.4	23.6	23.8	23.7	23.6	23.7	23.63	3.67	1.5%	Z-1
Muestra 3	Q3-N1-6	23.2	23.3	23.4	23.4	23.6	23.6	23.42	5.83	2.4%	Z-2
Muestra 4	Q3-N1-7	23.6	23.6	23.5	23.5	23.6	23.8	23.60	4.00	1.7%	Z-2
Muestra 5	Q3-N1-9	23.2	23.3	23.4	23.7	23.6	23.6	23.47	5.33	2.2%	Z-3
Muestra 6	Q3-N1-11	23.7	23.6	23.7	23.8	23.7	23.7	23.70	3.00	1.3%	Z-3
Muestra 7	Q3-N1-13	23.5	23.4	23.4	23.6	23.7	23.5	23.52	4.83	2.0%	Z-4
Muestra 8	Q3-N1-14	23.7	23.7	22.5	22.6	22.8	22.7	23.00	10.00	4.2%	Z-4
Muestra 9	Q3-N1-17	23.7	23.6	23.7	23.8	23.7	23.6	23.68	3.17	1.3%	Z-5
Muestra 10	Q3-N1-18	23.6	23.7	23.8	23.7	23.8	23.7	23.72	2.83	1.2%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					

Muestra 1	Q3-N3-2	23.50	23.40	23.60	23.50	23.50	23.60	23.52	4.83	2.0%	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-3	23.50	23.20	23.20	23.30	23.20	23.40	23.30	7.00	2.9%	Z-1
Muestra 3	Q3-N3-6	23.50	23.40	23.60	23.60	23.40	23.40	23.48	5.17	2.2%	Z-2
Muestra 4	Q3-N3-8	23.60	23.40	23.70	23.60	23.40	23.60	23.55	4.50	1.9%	Z-2
Muestra 5	Q3-N3-11	23.60	23.60	23.70	23.50	23.40	23.30	23.52	4.83	2.0%	Z-3
Muestra 6	Q3-N3-12	23.60	23.60	22.50	23.40	23.50	23.60	23.37	6.33	2.6%	Z-3
Muestra 7	Q3-N3-13	23.50	23.60	23.60	23.70	23.50	23.50	23.57	4.33	1.8%	Z-4
Muestra 8	Q3-N3-15	23.50	23.60	22.50	23.50	23.50	23.50	23.35	6.50	2.7%	Z-4
Muestra 9	Q3-N3-18	23.60	23.50	23.60	23.40	23.40	23.40	23.48	5.17	2.2%	Z-5
Muestra 10	Q3-N3-20	23.30	23.20	23.20	23.50	23.40	23.40	23.33	6.67	2.8%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q3-N8-2	23.60	23.60	23.50	23.50	23.70	23.60	23.58	4.17	1.7%	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-3	23.70	23.70	23.60	23.60	23.70	23.70	23.67	3.33	1.4%	Z-1
Muestra 3	Q3-N8-6	23.70	23.70	23.60	23.80	23.70	23.60	23.68	3.17	1.3%	Z-2
Muestra 4	Q3-N8-7	23.70	23.80	24.00	23.80	23.80	23.70	23.80	2.00	0.8%	Z-2
Muestra 5	Q3-N8-9	23.70	23.70	23.60	23.60	23.70	23.80	23.68	3.17	1.3%	Z-3
Muestra 6	Q3-N8-10	23.70	23.70	23.50	23.50	23.60	23.70	23.62	3.83	1.6%	Z-3
Muestra 7	Q3-N8-13	23.70	23.50	23.50	23.40	23.50	23.60	23.53	4.67	1.9%	Z-4
Muestra 8	Q3-N8-14	23.60	23.50	23.70	23.60	23.50	23.50	23.57	4.33	1.8%	Z-4
Muestra 9	Q3-N8-18	23.60	23.60	23.40	23.70	23.60	23.50	23.57	4.33	1.8%	Z-5
Muestra 10	Q3-N8-20	23.80	23.70	23.60	23.50	23.50	23.50	23.60	4.00	1.7%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q3-N15-3	23.60	23.60	23.70	23.70	23.70	23.80	23.68	3.17	1.3%	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-4	23.60	23.70	23.80	23.70	23.80	23.60	23.70	3.00	1.3%	Z-1
Muestra 3	Q3-N15-5	23.50	23.50	22.70	23.50	23.40	23.40	23.33	6.67	2.8%	Z-2
Muestra 4	Q3-N15-6	23.70	23.60	23.70	23.60	23.60	23.50	23.62	3.83	1.6%	Z-2
Muestra 5	Q3-N15-9	23.80	23.80	23.70	23.90	23.70	23.90	23.80	2.00	0.8%	Z-3
Muestra 6	Q3-N15-10	23.90	23.90	23.70	23.70	23.80	23.80	23.80	2.00	0.8%	Z-3
Muestra 7	Q3-N15-14	23.30	23.40	23.50	23.80	23.70	23.80	23.58	4.17	1.7%	Z-4
Muestra 8	Q3-N15-15	23.80	23.70	23.50	23.50	23.30	23.40	23.53	4.67	1.9%	Z-4
Muestra 9	Q3-N15-19	23.50	23.40	23.50	23.70	23.50	23.50	23.52	4.83	2.0%	Z-5
Muestra 10	Q3-N15-20	23.70	23.60	23.80	23.50	23.70	23.80	23.68	3.17	1.3%	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo Cara 2 (cm)		Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción		
Muestra 1	Q3-N22-1	23.70	23.60	23.60	23.70	23.60	23.70	23.65	3.50	1.5%	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-4	23.80	23.80	23.90	23.70	23.60	23.50	23.72	2.83	1.2%	Z-1
Muestra 3	Q3-N22-5	23.80	23.80	23.90	24.00	23.80	23.90	23.87	1.33	0.6%	Z-2

Muestra 4	Q3-N22-6	23.50	23.00	23.20	23.50	23.60	23.90	23.45	5.50	2.3%	Z-2
Muestra 5	Q3-N22-10	24.00	23.90	23.90	23.70	23.60	23.80	23.82	1.83	0.8%	Z-3
Muestra 6	Q3-N22-11	23.80	23.90	23.90	24.00	23.70	23.80	23.85	1.50	0.6%	Z-3
Muestra 7	Q3-N22-15	23.80	23.80	23.70	23.70	23.80	23.80	23.77	2.33	1.0%	Z-4
Muestra 8	Q3-N22-16	23.70	23.70	23.60	23.70	23.80	23.80	23.72	2.83	1.2%	Z-4
Muestra 9	Q3-N22-19	23.70	23.80	23.80	23.70	23.70	23.60	23.72	2.83	1.2%	Z-5
Muestra 10	Q3-N22-20	23.90	23.70	23.80	23.80	23.80	23.90	23.82	1.83	0.8%	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Largo						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)						
Muestra 1	Q3-N30-3	23.80	23.80	23.60	23.70	23.90	23.80	23.77	2.33	1.0%	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-4	23.90	23.80	23.90	23.80	23.90	23.70	23.83	1.67	0.7%	Z-1
Muestra 3	Q3-N30-6	23.80	23.70	23.80	23.70	23.60	23.80	23.73	2.67	1.1%	Z-2
Muestra 4	Q3-N30-7	23.60	23.70	23.80	23.70	23.80	23.70	23.72	2.83	1.2%	Z-2
Muestra 5	Q3-N30-11	23.60	23.50	23.60	23.60	23.50	23.60	23.57	4.33	1.8%	Z-3
Muestra 6	Q3-N30-12	23.60	23.50	23.40	23.60	23.70	23.70	23.58	4.17	1.7%	Z-3
Muestra 7	Q3-N30-15	23.50	23.60	23.70	24.00	23.90	23.70	23.73	2.67	1.1%	Z-4
Muestra 8	Q3-N30-16	23.90	23.70	23.90	23.70	23.80	23.90	23.82	1.83	0.8%	Z-4
Muestra 9	Q3-N30-19	24.00	23.70	23.90	23.70	23.80	23.80	23.82	1.83	0.8%	Z-5
Muestra 10	Q3-N30-20	23.70	23.80	23.90	23.80	23.80	23.90	23.82	1.83	0.8%	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q3-N1-1	11.93	12.01	12.11	12.01	12.23	11.95	12.04	-0.40	-0.3%	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-3	12.14	12.23	12.07	12.23	12.25	12.14	12.18	-1.77	-1.5%	Z-1
Muestra 3	Q3-N1-6	12.28	12.19	12.18	12.21	12.19	12.19	12.21	-2.07	-1.7%	Z-2
Muestra 4	Q3-N1-7	12.19	12.18	12.10	12.09	12.10	12.15	12.14	-1.35	-1.1%	Z-2
Muestra 5	Q3-N1-9	12.05	12.22	11.97	12.13	12.22	12.12	12.12	-1.18	-1.0%	Z-3
Muestra 6	Q3-N1-11	12.09	12.25	12.23	12.27	12.27	12.27	12.23	-2.30	-1.9%	Z-3
Muestra 7	Q3-N1-13	12.08	12.12	11.97	12.03	12.07	11.93	12.03	-0.33	-0.3%	Z-4
Muestra 8	Q3-N1-14	12.19	12.14	12.16	12.17	12.21	12.15	12.17	-1.70	-1.4%	Z-4
Muestra 9	Q3-N1-17	12.20	12.18	12.18	12.18	12.21	12.10	12.18	-1.75	-1.5%	Z-5
Muestra 10	Q3-N1-18	12.15	12.15	12.13	12.18	12.18	12.12	12.15	-1.52	-1.3%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q3-N3-2	11.94	12.23	11.96	11.97	12.12	12.08	12.05	-0.50	-0.4%	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-3	11.97	11.97	11.91	11.84	11.93	12.06	11.95	0.53	0.4%	Z-1
Muestra 3	Q3-N3-6	12.13	12.23	12.11	12.06	12.18	12.07	12.13	-1.30	-1.1%	Z-2
Muestra 4	Q3-N3-8	12.08	12.14	12.03	12.09	12.25	12.08	12.11	-1.12	-0.9%	Z-2

Muestra 5	Q3-N3-11	12.16	12.14	12.07	12.09	12.13	12.03	12.10	-1.03	-0.9%	Z-3
Muestra 6	Q3-N3-12	11.78	12.00	12.01	11.96	12.09	11.98	11.97	0.30	0.2%	Z-3
Muestra 7	Q3-N3-13	12.05	12.13	11.97	12.12	12.08	11.91	12.04	-0.43	-0.4%	Z-4
Muestra 8	Q3-N3-15	12.02	12.17	12.02	12.02	12.09	12.07	12.07	-0.65	-0.5%	Z-4
Muestra 9	Q3-N3-18	12.09	12.08	12.06	12.12	12.12	11.99	12.08	-0.77	-0.6%	Z-5
Muestra 10	Q3-N3-20	12.11	12.12	12.01	12.15	12.14	12.11	12.11	-1.07	-0.9%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q3-N8-2	12.16	12.20	12.09	12.22	12.06	12.18	12.15	-1.52	-1.3%	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-3	11.99	12.15	12.12	12.04	12.24	12.05	12.10	-0.98	-0.8%	Z-1
Muestra 3	Q3-N8-6	12.16	12.21	12.22	12.20	12.20	12.21	12.20	-2.00	-1.7%	Z-2
Muestra 4	Q3-N8-7	12.61	12.33	12.14	12.17	12.21	12.08	12.26	-2.57	-2.1%	Z-2
Muestra 5	Q3-N8-9	12.15	12.26	12.08	12.17	12.25	12.09	12.17	-1.67	-1.4%	Z-3
Muestra 6	Q3-N8-10	12.16	12.32	12.22	12.15	12.28	12.19	12.22	-2.20	-1.8%	Z-3
Muestra 7	Q3-N8-13	12.07	12.16	12.02	12.05	12.13	12.14	12.10	-0.95	-0.8%	Z-4
Muestra 8	Q3-N8-14	12.09	12.16	11.96	12.13	12.20	12.12	12.11	-1.10	-0.9%	Z-4
Muestra 9	Q3-N8-18	12.07	12.16	12.13	12.05	12.17	12.03	12.10	-1.02	-0.8%	Z-5
Muestra 10	Q3-N8-20	12.14	12.23	12.07	12.07	12.18	12.05	12.12	-1.23	-1.0%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q3-N15-3	12.15	12.28	12.18	12.06	12.25	12.23	12.19	-1.92	-1.6%	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-4	12.11	12.23	12.15	12.20	12.35	12.14	12.20	-1.97	-1.6%	Z-1
Muestra 3	Q3-N15-5	12.04	12.09	12.12	11.92	12.02	11.84	12.01	-0.05	0.0%	Z-2
Muestra 4	Q3-N15-6	12.17	12.29	12.19	12.14	12.24	12.22	12.21	-2.08	-1.7%	Z-2
Muestra 5	Q3-N15-9	12.06	12.27	12.14	12.14	12.25	12.13	12.17	-1.65	-1.4%	Z-3
Muestra 6	Q3-N15-10	12.02	12.29	12.13	12.03	12.25	12.08	12.13	-1.33	-1.1%	Z-3
Muestra 7	Q3-N15-14	12.21	12.24	12.21	12.29	12.25	12.11	12.22	-2.18	-1.8%	Z-4
Muestra 8	Q3-N15-15	12.21	12.25	12.08	12.13	12.26	12.01	12.16	-1.57	-1.3%	Z-4
Muestra 9	Q3-N15-19	12.12	12.22	12.09	12.09	12.27	11.97	12.13	-1.27	-1.1%	Z-5
Muestra 10	Q3-N15-20	12.03	12.18	12.21	12.18	12.23	12.08	12.15	-1.52	-1.3%	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q3-N22-1	12.17	12.33	12.22	12.14	12.23	12.16	12.21	-2.08	-1.7%	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-4	12.15	12.23	12.22	12.17	12.28	12.25	12.22	-2.17	-1.8%	Z-1
Muestra 3	Q3-N22-5	12.31	12.27	12.19	12.26	12.31	12.18	12.25	-2.53	-2.1%	Z-2
Muestra 4	Q3-N22-6	12.25	12.24	12.23	12.16	12.26	12.22	12.23	-2.27	-1.9%	Z-2
Muestra 5	Q3-N22-10	12.26	12.14	12.12	12.22	12.28	12.15	12.20	-1.95	-1.6%	Z-3
Muestra 6	Q3-N22-11	12.19	12.25	12.19	12.25	12.28	12.17	12.22	-2.22	-1.8%	Z-3
Muestra 7	Q3-N22-15	12.14	12.22	12.07	12.18	12.30	12.13	12.17	-1.73	-1.4%	Z-4

Muestra	Código de muestra	Ancho								Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)				Cara 2 (cm)							
Muestra 8	Q3-N22-16	12.03	12.17	12.15	12.17	12.25	12.06		12.14	-1.38	-1.2%	Z-4	
Muestra 9	Q3-N22-19	12.26	12.37	12.26	12.22	12.38	12.19		12.28	-2.80	-2.3%	Z-5	
Muestra 10	Q3-N22-20	12.21	12.32	12.19	12.28	12.28	12.20		12.25	-2.47	-2.1%	Z-5	
Nivel 30	Código de muestra	Cara 1 (cm)				Cara 2 (cm)				Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N30-3	12.10	12.24	12.18	12.16	12.33	12.24		12.21	-2.08	-1.7%	Z-1	
Muestra 2	Q3-N30-4	12.10	12.27	12.24	12.10	12.29	12.15		12.19	-1.92	-1.6%	Z-1	
Muestra 3	Q3-N30-6	12.14	12.26	12.16	12.19	12.21	12.21		12.20	-1.95	-1.6%	Z-2	
Muestra 4	Q3-N30-7	12.12	12.25	12.24	12.16	12.30	12.23		12.22	-2.17	-1.8%	Z-2	
Muestra 5	Q3-N30-11	12.09	12.21	12.19	12.18	12.23	12.18		12.18	-1.80	-1.5%	Z-3	
Muestra 6	Q3-N30-12	12.10	12.03	11.91	12.12	12.23	12.15		12.09	-0.90	-0.8%	Z-3	
Muestra 7	Q3-N30-15	12.28	12.35	12.30	12.18	12.38	12.29		12.30	-2.97	-2.5%	Z-4	
Muestra 8	Q3-N30-16	12.18	12.30	12.19	12.24	12.29	12.16		12.23	-2.27	-1.9%	Z-4	
Muestra 9	Q3-N30-19	12.14	12.27	12.23	12.21	12.29	12.13		12.21	-2.12	-1.8%	Z-5	
Muestra 10	Q3-N30-20	12.15	12.29	12.12	12.14	12.25	12.04		12.17	-1.65	-1.4%	Z-5	

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Muestra	Código de muestra	Alturas								Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q3-N1-1	8.92	9.06	9.01	9.01	8.88	8.87	8.86	8.86	8.93	0.66	0.7%	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-3	9.03	8.86	9.07	9.17	9.09	8.87	8.93	9.00	9.00	-0.02	0.0%	Z-1
Muestra 3	Q3-N1-6	9.11	9.08	9.06	9.16	9.16	9.06	8.96	9.04	9.08	-0.79	-0.9%	Z-2
Muestra 4	Q3-N1-7	9.09	9.09	9.01	9.14	9.24	9.07	8.99	9.00	9.08	-0.79	-0.9%	Z-2
Muestra 5	Q3-N1-9	9.05	8.90	8.91	8.91	9.07	9.07	8.98	8.94	8.98	0.21	0.2%	Z-3
Muestra 6	Q3-N1-11	9.25	9.25	9.12	9.32	9.18	9.19	9.05	9.07	9.18	-1.79	-2.0%	Z-3
Muestra 7	Q3-N1-13	8.96	8.99	9.07	9.19	9.13	9.12	9.13	8.97	9.07	-0.70	-0.8%	Z-4
Muestra 8	Q3-N1-14	9.06	8.92	8.96	9.08	9.14	9.05	9.19	9.24	9.08	-0.80	-0.9%	Z-4
Muestra 9	Q3-N1-17	9.09	9.01	8.90	8.96	9.14	9.14	9.11	9.10	9.06	-0.56	-0.6%	Z-5
Muestra 10	Q3-N1-18	9.26	9.16	8.92	8.91	9.07	9.14	9.15	9.31	9.12	-1.15	-1.3%	Z-5
Muestra	Código de muestra	Alturas								Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q3-N3-2	9.02	9.03	8.96	9.10	9.28	9.07	8.99	8.88	9.04	-0.41	-0.5%	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-3	8.78	8.75	8.78	8.89	9.04	8.96	8.91	8.89	8.88	1.25	1.4%	Z-1
Muestra 3	Q3-N3-6	9.01	8.87	9.02	8.99	8.98	9.09	9.01	9.02	9.00	0.01	0.0%	Z-2
Muestra 4	Q3-N3-8	9.09	9.05	9.16	9.12	9.03	9.17	9.17	9.10	9.11	-1.11	-1.2%	Z-2

Muestra 5	Q3-N3-11	9.07	8.99	9.09	8.99	9.02	8.89	8.95	9.03	9.00	-0.04	0.0%	Z-3
Muestra 6	Q3-N3-12	8.86	8.98	9.01	9.00	9.02	8.92	8.91	8.92	8.95	0.47	0.5%	Z-3
Muestra 7	Q3-N3-13	9.07	8.97	9.01	9.08	8.96	8.93	8.93	8.94	8.99	0.14	0.2%	Z-4
Muestra 8	Q3-N3-15	8.98	9.06	8.96	9.10	9.03	8.89	8.93	8.94	8.99	0.14	0.2%	Z-4
Muestra 9	Q3-N3-18	9.09	9.08	9.08	9.06	8.93	8.90	8.98	9.04	9.02	-0.20	-0.2%	Z-5
Muestra 10	Q3-N3-20	9.20	9.17	8.86	9.02	8.85	8.83	8.80	9.01	8.97	0.32	0.4%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q3-N8-2	9.15	9.09	9.12	9.08	9.03	8.86	8.96	8.95	9.03	-0.30	-0.3%	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-3	8.89	8.95	8.98	9.09	9.09	8.99	8.96	8.95	8.99	0.12	0.1%	Z-1
Muestra 3	Q3-N8-6	9.10	9.01	9.07	9.08	9.06	9.22	9.26	9.21	9.13	-1.26	-1.4%	Z-2
Muestra 4	Q3-N8-7	9.19	8.94	9.03	8.97	9.12	9.15	9.24	9.23	9.11	-1.09	-1.2%	Z-2
Muestra 5	Q3-N8-9	9.14	9.01	9.11	9.02	8.98	8.91	9.50	9.05	9.09	-0.90	-1.0%	Z-3
Muestra 6	Q3-N8-10	8.92	8.92	8.95	9.04	9.14	9.06	9.01	8.99	9.00	-0.04	0.0%	Z-3
Muestra 7	Q3-N8-13	9.02	9.09	9.12	9.26	9.22	9.09	8.95	8.92	9.08	-0.84	-0.9%	Z-4
Muestra 8	Q3-N8-14	9.08	9.13	9.15	9.16	9.12	8.94	8.91	8.83	9.04	-0.40	-0.4%	Z-4
Muestra 9	Q3-N8-18	8.96	8.91	8.98	9.10	9.12	9.03	9.11	8.92	9.02	-0.16	-0.2%	Z-5
Muestra 10	Q3-N8-20	9.10	9.01	8.98	9.09	9.02	9.08	9.06	9.03	9.05	-0.46	-0.5%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q3-N15-3	8.98	9.01	9.06	9.08	9.15	9.02	8.97	9.00	9.03	-0.34	-0.4%	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-4	9.02	9.06	9.05	9.05	9.15	9.15	9.05	9.18	9.09	-0.89	-1.0%	Z-1
Muestra 3	Q3-N15-5	9.16	8.97	8.96	9.08	9.05	9.04	9.03	9.13	9.05	-0.53	-0.6%	Z-2
Muestra 4	Q3-N15-6	9.06	9.14	9.06	9.25	9.33	9.12	9.20	9.03	9.15	-1.49	-1.7%	Z-2
Muestra 5	Q3-N15-9	9.21	9.15	9.08	8.96	9.07	9.03	9.02	9.14	9.08	-0.82	-0.9%	Z-3
Muestra 6	Q3-N15-10	9.10	9.29	9.34	9.26	9.17	9.04	9.03	9.04	9.16	-1.59	-1.8%	Z-3
Muestra 7	Q3-N15-14	9.23	9.09	9.01	9.01	9.03	9.14	9.26	9.24	9.13	-1.26	-1.4%	Z-4
Muestra 8	Q3-N15-15	9.19	9.03	9.01	8.98	9.08	9.12	9.07	9.17	9.08	-0.81	-0.9%	Z-4
Muestra 9	Q3-N15-19	9.20	8.95	8.91	8.93	8.92	9.06	9.14	9.23	9.04	-0.43	-0.5%	Z-5
Muestra 10	Q3-N15-20	9.02	9.02	8.88	8.87	8.97	8.99	8.95	8.91	8.95	0.49	0.5%	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8				
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q3-N22-1	9.13	9.11	9.07	9.03	9.08	8.92	8.91	8.94	9.02	-0.24	-0.3%	Z-1

Muestra	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 2	Q3-N22-4	8.94	8.95	8.96	8.98	9.11	9.03	9.05	9.03	9.01	-0.06	-0.1%	Z-1
Muestra 3	Q3-N22-5	9.26	9.15	9.13	9.12	9.19	9.08	9.09	9.12	9.14	-1.43	-1.6%	Z-2
Muestra 4	Q3-N22-6	9.04	9.10	9.02	9.10	9.25	9.07	9.12	9.02	9.09	-0.90	-1.0%	Z-2
Muestra 5	Q3-N22-10	9.26	9.09	9.15	9.24	9.09	9.03	9.03	9.12	9.13	-1.26	-1.4%	Z-3
Muestra 6	Q3-N22-11	9.11	9.12	9.03	8.97	9.15	9.18	9.13	9.13	9.10	-1.02	-1.1%	Z-3
Muestra 7	Q3-N22-15	9.10	9.08	9.14	9.07	8.95	8.88	8.97	9.03	9.03	-0.27	-0.3%	Z-4
Muestra 8	Q3-N22-16	9.14	8.98	9.06	8.95	9.04	9.09	9.14	9.13	9.07	-0.66	-0.7%	Z-4
Muestra 9	Q3-N22-19	9.20	9.10	9.00	9.05	9.06	9.16	9.15	9.13	9.11	-1.06	-1.2%	Z-5
Muestra 10	Q3-N22-20	9.21	9.18	9.16	9.15	9.19	9.10	9.03	9.11	9.14	-1.41	-1.6%	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N30-3	9.07	9.07	9.06	9.10	9.14	9.12	9.18	9.14	9.11	-1.10	-1.2%	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-4	9.10	9.16	9.13	9.08	9.16	9.09	9.04	8.99	9.09	-0.94	-1.0%	Z-1
Muestra 3	Q3-N30-6	9.00	9.07	9.23	9.12	9.12	8.99	8.88	8.77	9.02	-0.23	-0.3%	Z-2
Muestra 4	Q3-N30-7	8.93	8.89	8.94	8.99	9.12	9.03	9.05	9.05	9.00	0.00	0.0%	Z-2
Muestra 5	Q3-N30-11	9.08	9.13	9.13	9.12	9.24	9.03	9.05	9.09	9.11	-1.09	-1.2%	Z-3
Muestra 6	Q3-N30-12	9.16	9.05	9.02	8.95	9.07	9.18	9.07	9.12	9.08	-0.78	-0.9%	Z-3
Muestra 7	Q3-N30-15	9.14	9.06	9.04	9.04	9.19	9.13	9.12	9.22	9.12	-1.18	-1.3%	Z-4
Muestra 8	Q3-N30-16	9.11	9.06	9.03	9.01	8.97	9.09	9.22	9.06	9.07	-0.69	-0.8%	Z-4
Muestra 9	Q3-N30-19	9.10	9.06	9.07	9.06	9.18	9.21	9.26	9.24	9.15	-1.47	-1.6%	Z-5
Muestra 10	Q3-N30-20	9.15	9.10	9.14	9.08	9.13	9.10	8.97	9.15	9.10	-1.03	-1.1%	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Largo						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q4-N1-3	23.9	24	24.05	24.05	23.9	24	23.98	0.2	0.1%	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-4	24.15	23.85	24	23.9	24.1	24.25	24.04	-0.4	-0.2%	Z-1
Muestra 3	Q4-N1-6	24.15	23.95	23.85	23.95	24.05	24.2	24.03	-0.2	-0.1%	Z-2
Muestra 4	Q4-N1-7	24.1	24.15	24.2	24.15	24.1	23.95	24.11	-1.1	-0.5%	Z-2
Muestra 5	Q4-N1-10	23.95	24.15	24.25	23.75	24.05	23.95	24.02	-0.2	-0.1%	Z-3
Muestra 6	Q4-N1-11	23.75	23.85	24.05	23.9	23.8	23.7	23.84	1.6	0.7%	Z-3
Muestra 7	Q4-N1-13	24	23.95	23.75	23.7	23.8	23.95	23.86	1.4	0.6%	Z-4
Muestra 8	Q4-N1-15	24.05	23.7	23.6	23.8	23.8	24	23.83	1.8	0.7%	Z-4
Muestra 9	Q4-N1-17	24.05	24.1	24	23.7	23.75	23.8	23.90	1.0	0.4%	Z-5

		Largo							Variación	Variación	Zona
Nivel 3	Código de muestra	Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)			Promedio (cm)	dimensional (mm)	dimensional (%)	extracción
Muestra 10	Q4-N1-18	24	23.95	23.8	23.75	23.8	24.1	23.90	1.0	0.4%	Z-5
Muestra 1	Q4-N3-3	23.75	23.8	23.8	23.8	23.85	24	23.83	1.7	0.7%	Z-1
Muestra 2	Q4-N3-4	24.05	23.85	23.7	23.8	23.6	23.85	23.81	1.9	0.8%	Z-1
Muestra 3	Q4-N3-5	24.25	24.2	24	24	24	24.2	24.11	-1.1	-0.5%	Z-2
Muestra 4	Q4-N3-8	24	24.8	24	23.7	24	23.95	24.08	-0.7	-0.3%	Z-2
Muestra 5	Q4-N3-9	24.15	23.85	23.85	24	24	24	23.98	0.3	0.1%	Z-3
Muestra 6	Q4-N3-12	24.25	24.1	24	23.45	23.6	23.75	23.86	1.4	0.6%	Z-3
Muestra 7	Q4-N3-15	23.95	23.85	23.95	23.85	23.85	23.75	23.87	1.3	0.6%	Z-4
Muestra 8	Q4-N3-16	24.15	24.05	23.95	23.55	23.95	23.9	23.93	0.7	0.3%	Z-4
Muestra 9	Q4-N3-19	23.85	23.75	24	23.85	23.9	23.85	23.87	1.3	0.6%	Z-5
Muestra 10	Q4-N3-20	24.15	24.15	24.35	24.1	24	23.95	24.12	-1.2	-0.5%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)			Promedio (cm)	Variación	Variación	Zona
Muestra 1	Q4-N8-3	23.85	23.80	23.70	23.50	23.60	23.70	23.69	3.1	1.3%	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-4	23.90	23.95	24.15	24.12	24.10	23.95	24.03	-0.3	-0.1%	Z-1
Muestra 3	Q4-N8-5	23.85	24.00	24.05	23.85	23.90	23.90	23.93	0.7	0.3%	Z-2
Muestra 4	Q4-N8-7	24.00	23.85	23.70	23.85	24.00	23.95	23.89	1.1	0.5%	Z-2
Muestra 5	Q4-N8-9	23.80	23.75	23.90	23.90	23.80	23.70	23.81	1.9	0.8%	Z-3
Muestra 6	Q4-N8-10	24.05	24.00	23.95	23.85	23.80	24.05	23.95	0.5	0.2%	Z-3
Muestra 7	Q4-N8-13	23.75	23.85	24.00	24.00	24.05	23.90	23.93	0.8	0.3%	Z-4
Muestra 8	Q4-N8-15	24.00	23.75	24.00	24.05	23.80	23.85	23.91	0.9	0.4%	Z-4
Muestra 9	Q4-N8-17	23.85	23.90	24.00	23.75	23.55	23.60	23.78	2.2	0.9%	Z-5
Muestra 10	Q4-N8-20	23.50	23.50	23.60	23.50	23.70	23.40	23.53	4.7	1.9%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)			Promedio (cm)	Variación	Variación	Zona
Muestra 1	Q4-N15-3	24.00	23.85	23.80	23.85	24.00	24.10	23.93	0.7	0.3%	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-4	24.15	24.30	24.30	24.00	24.10	24.10	24.16	-1.6	-0.7%	Z-1
Muestra 3	Q4-N15-5	23.75	23.80	24.10	23.65	23.60	23.55	23.74	2.6	1.1%	Z-2
Muestra 4	Q4-N15-8	24.20	24.05	23.85	23.90	23.95	24.05	24.00	0.0	0.0%	Z-2
Muestra 5	Q4-N15-10	23.70	23.80	23.90	24.10	23.80	23.60	23.82	1.8	0.8%	Z-3
Muestra 6	Q4-N15-12	24.30	24.00	23.90	24.00	23.75	24.00	23.99	0.1	0.0%	Z-3
Muestra 7	Q4-N15-15	24.10	24.00	24.00	23.85	24.00	24.15	24.02	-0.2	-0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N15-16	24.05	23.75	24.00	23.70	23.80	24.00	23.88	1.2	0.5%	Z-4
Muestra 9	Q4-N15-17	23.75	23.70	23.50	23.70	23.60	23.80	23.68	3.2	1.4%	Z-5
Muestra 10	Q4-N15-18	23.85	23.80	23.80	23.70	23.75	23.80	23.78	2.2	0.9%	Z-5
Nivel 21	Código de muestra	Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)			Promedio (cm)	Variación	Variación	Zona
									dimensional (mm)	dimensional (%)	extracción

Muestra 1	Q4-N21-2	23.95	23.75	23.80	23.85	23.95	24.05	23.89	1.1	0.5%	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-4	23.85	23.80	23.95	24.05	23.80	23.85	23.88	1.2	0.5%	Z-1
Muestra 3	Q4-N21-11	23.85	23.70	24.00	23.95	24.00	23.65	23.86	1.4	0.6%	Z-3
Muestra 4	Q4-N21-12	24.10	23.95	23.85	23.95	24.00	24.05	23.98	0.2	0.1%	Z-3
Muestra 5	Q4-N21-15	24.15	24.05	23.85	23.85	23.90	24.05	23.98	0.2	0.1%	Z-4
Muestra 6	Q4-N21-16	24.10	24.00	23.85	23.85	24.05	24.05	23.98	0.2	0.1%	Z-4
Muestra 7	Q4-N21-17	24.25	24.20	24.05	24.15	24.35	24.40	24.23	-2.3	-1.0%	Z-5
Muestra 8	Q4-N21-18	23.95	24.00	24.00	23.85	23.90	24.00	23.95	0.5	0.2%	Z-5
Muestra 9	Q4-N21-7	23.70	23.75	24.00	24.10	23.95	23.75	23.88	1.3	0.5%	Z-2
Muestra 10	Q4-N21-8	24.05	23.95	23.75	23.75	23.80	23.85	23.86	1.4	0.6%	Z-2
Nivel 26	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Largo			Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
				Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q4-N26-2	23.90	24.00	24.05	24.10	24.05	23.95	24.01	-0.1	0.0%	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-3	24.10	24.10	23.95	24.05	24.05	24.25	24.08	-0.8	-0.3%	Z-1
Muestra 3	Q4-N26-6	23.95	23.75	23.80	24.00	23.90	24.10	23.92	0.8	0.3%	Z-2
Muestra 4	Q4-N26-8	24.10	24.25	24.25	24.35	24.25	24.20	24.23	-2.3	-1.0%	Z-2
Muestra 5	Q4-N26-11	24.15	24.05	23.95	23.95	24.00	24.15	24.04	-0.4	-0.2%	Z-3
Muestra 6	Q4-N26-12	23.90	24.00	23.95	24.15	24.05	23.95	24.00	0.0	0.0%	Z-3
Muestra 7	Q4-N26-15	24.00	23.95	23.95	23.90	24.05	23.95	23.97	0.3	0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N26-16	24.20	23.70	23.95	24.00	23.95	24.05	23.98	0.3	0.1%	Z-4
Muestra 9	Q4-N26-17	24.00	23.95	23.85	23.95	23.75	24.15	23.94	0.6	0.2%	Z-5
Muestra 10	Q4-N26-19	24.15	24.25	24.20	24.35	24.25	24.20	24.23	-2.3	-1.0%	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas											
Nivel 1	Código de muestra	Ancho						Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)		Promedio (cm)					
Muestra 1	Q4-N1-3	14.03	13.84	13.96	14.01	13.92	13.88	13.94	0.6	0.4%	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-4	14.09	14.01	14.02	14.04	13.96	13.99	14.02	-0.2	-0.1%	Z-1
Muestra 3	Q4-N1-6	14.09	14.05	14.11	14.18	13.98	14.06	14.08	-0.8	-0.6%	Z-2
Muestra 4	Q4-N1-7	14.02	14.15	14.16	14.15	14.16	14.09	14.12	-1.2	-0.9%	Z-2
Muestra 5	Q4-N1-10	14.13	13.96	13.98	14.08	13.9	14.04	14.02	-0.2	-0.1%	Z-3
Muestra 6	Q4-N1-11	14.12	14.19	13.92	14.32	14.14	14.14	14.14	-1.4	-1.0%	Z-3
Muestra 7	Q4-N1-13	13.79	13.84	13.78	13.79	13.88	13.82	13.82	1.8	1.3%	Z-4
Muestra 8	Q4-N1-15	13.77	13.83	13.79	13.79	13.89	13.84	13.82	1.8	1.3%	Z-4
Muestra 9	Q4-N1-17	14.02	13.91	14.09	13.96	13.96	13.98	13.99	0.1	0.1%	Z-5
Muestra 10	Q4-N1-18	13.99	13.9	13.9	13.96	13.93	14.06	13.96	0.4	0.3%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Cara 1 (cm)		Ancho			Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción	
Muestra 1	Q4-N3-3	13.81	13.88	13.84	13.87	13.99	14.01	13.90	1.0	0.7%	Z-1

Muestra 2	Q4-N3-4	13.85	13.91	13.89	13.93	13.84	13.85	13.88	1.2	0.9%	Z-1
Muestra 3	Q4-N3-5	14.02	14.12	14.07	14.04	14.05	14.16	14.08	-0.8	-0.5%	Z-2
Muestra 4	Q4-N3-8	14.14	14.11	14.03	14.13	14.1	14.17	14.11	-1.1	-0.8%	Z-2
Muestra 5	Q4-N3-9	14.11	14.04	14	13.97	14.06	14.06	14.04	-0.4	-0.3%	Z-3
Muestra 6	Q4-N3-12	14.25	14.06	14.08	13.99	13.97	14.04	14.07	-0.7	-0.5%	Z-3
Muestra 7	Q4-N3-15	14.08	13.98	14.08	13.96	13.95	14.03	14.01	-0.1	-0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N3-16	14.12	14.02	14.04	14.11	14.06	14.14	14.08	-0.8	-0.6%	Z-4
Muestra 9	Q4-N3-19	13.84	13.85	13.64	13.92	13.85	13.78	13.81	1.9	1.3%	Z-5
Muestra 10	Q4-N3-20	13.94	14	13.93	14.12	13.98	13.98	13.99	0.1	0.1%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q4-N8-3	13.92	13.86	13.94	13.95	13.90	13.94	13.92	0.8	0.6%	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-4	13.93	14.04	13.86	13.99	13.98	13.87	13.95	0.5	0.4%	Z-1
Muestra 3	Q4-N8-5	13.98	13.85	13.94	13.95	13.85	13.93	13.92	0.8	0.6%	Z-2
Muestra 4	Q4-N8-7	13.89	13.97	13.94	13.85	13.88	13.90	13.91	0.9	0.7%	Z-2
Muestra 5	Q4-N8-9	13.89	13.97	13.75	13.78	13.83	13.83	13.84	1.6	1.1%	Z-3
Muestra 6	Q4-N8-10	13.83	13.95	13.87	13.97	13.93	13.92	13.91	0.9	0.6%	Z-3
Muestra 7	Q4-N8-13	13.92	14.05	13.88	13.91	13.96	13.97	13.95	0.5	0.4%	Z-4
Muestra 8	Q4-N8-15	14.06	14.10	14.03	14.13	14.12	14.16	14.10	-1.0	-0.7%	Z-4
Muestra 9	Q4-N8-17	14.06	14.07	14.05	14.06	14.03	14.07	14.06	-0.6	-0.4%	Z-5
Muestra 10	Q4-N8-20	13.84	13.81	13.95	13.91	13.73	13.89	13.86	1.5	1.0%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q4-N15-3	13.99	14.16	13.95	13.99	13.95	13.97	14.00	0.0	0.0%	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-4	14.15	14.18	14.02	14.14	14.14	14.13	14.13	-1.3	-0.9%	Z-1
Muestra 3	Q4-N15-5	13.76	13.77	13.71	13.88	13.82	13.83	13.80	2.1	1.5%	Z-2
Muestra 4	Q4-N15-8	13.96	13.98	14.04	13.90	14.00	14.09	14.00	0.1	0.0%	Z-2
Muestra 5	Q4-N15-10	13.98	13.99	13.99	13.89	13.96	13.88	13.95	0.5	0.4%	Z-3
Muestra 6	Q4-N15-12	13.88	13.88	13.72	13.90	13.85	13.63	13.81	1.9	1.4%	Z-3
Muestra 7	Q4-N15-15	13.96	13.99	13.88	13.96	13.96	13.93	13.95	0.5	0.4%	Z-4
Muestra 8	Q4-N15-16	13.91	13.95	13.98	13.88	14.09	13.97	13.96	0.4	0.3%	Z-4
Muestra 9	Q4-N15-17	13.85	13.92	13.82	13.92	13.90	13.89	13.88	1.2	0.8%	Z-5
Muestra 10	Q4-N15-18	13.86	13.88	13.85	13.88	13.93	13.91	13.89	1.2	0.8%	Z-5
Nivel 21	Código de muestra	Ancho						Promedio (cm)	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		Cara 1 (cm)		Cara 2 (cm)							
Muestra 1	Q4-N21-2	13.95	13.96	13.95	13.92	13.95	13.95	13.95	0.5	0.4%	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-4	13.96	13.95	13.85	13.92	13.94	13.99	13.94	0.6	0.5%	Z-1
Muestra 3	Q4-N21-11	14.02	14.03	14.03	13.97	14.03	14.02	14.02	-0.2	-0.1%	Z-3
Muestra 4	Q4-N21-12	14.07	14.08	14.03	14.02	14.01	14.04	14.04	-0.4	-0.3%	Z-3

Muestra 5	Q4-N21-15	13.94	14.06	13.97	13.95	14.08	13.81	13.97	0.3	0.2%	Z-4
Muestra 6	Q4-N21-16	14.03	13.95	13.92	13.95	13.97	14.04	13.98	0.2	0.2%	Z-4
Muestra 7	Q4-N21-17	14.18	14.22	14.18	14.22	14.25	14.15	14.20	-2.0	-1.4%	Z-5
Muestra 8	Q4-N21-18	14.14	14.07	14.07	14.15	14.07	14.14	14.11	-1.1	-0.8%	Z-5
Muestra 9	Q4-N21-7	13.89	13.99	13.01	13.87	14.06	13.95	13.80	2.1	1.5%	Z-2
Muestra 10	Q4-N21-8	14.02	13.95	13.98	13.99	13.97	13.98	13.98	0.2	0.1%	Z-2
Nivel 26	Código de muestra	Ancho							Variación	Variación	Zona
		Cara 1 (cm)			Cara 2 (cm)			Promedio (cm)	dimensional (mm)	dimensional (%)	extracción
Muestra 1	Q4-N26-2	14.14	14.10	13.92	13.99	14.00	14.04	14.03	-0.3	-0.2%	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-3	14.05	14.03	13.98	14.04	14.05	13.98	14.02	-0.2	-0.2%	Z-1
Muestra 3	Q4-N26-6	14.05	14.04	14.03	13.92	14.01	14.06	14.02	-0.2	-0.1%	Z-2
Muestra 4	Q4-N26-8	14.25	14.22	14.17	14.22	14.18	14.21	14.21	-2.1	-1.5%	Z-2
Muestra 5	Q4-N26-11	13.98	14.00	14.04	14.05	13.99	13.98	14.01	-0.1	0.0%	Z-3
Muestra 6	Q4-N26-12	14.01	14.01	13.99	14.04	14.07	14.03	14.03	-0.3	-0.2%	Z-3
Muestra 7	Q4-N26-15	14.11	14.09	13.99	14.20	14.13	13.04	13.93	0.7	0.5%	Z-4
Muestra 8	Q4-N26-16	14.05	14.06	14.01	14.05	13.99	13.98	14.02	-0.2	-0.2%	Z-4
Muestra 9	Q4-N26-17	13.91	13.92	14.03	13.98	14.04	13.99	13.98	0.2	0.2%	Z-5
Muestra 10	Q4-N26-19	14.25	14.20	14.16	14.20	14.20	14.24	14.21	-2.1	-1.5%	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q4-N1-3	9.02	9.08	9.26	9.22	9.16	9.12	8.93	8.94	9.09	-0.9	-1.0%	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-4	9.25	8.96	8.84	9.02	9.08	9.13	9.09	9.21	9.07	-0.7	-0.8%	Z-1
Muestra 3	Q4-N1-6	9.14	9.15	9.01	9.39	9.36	9.1	8.89	8.92	9.12	-1.2	-1.3%	Z-2
Muestra 4	Q4-N1-7	9.32	9.16	8.96	9.11	9.15	9.2	9.15	9.4	9.18	-1.8	-2.0%	Z-2
Muestra 5	Q4-N1-10	9.27	9.06	8.89	9.64	9.02	9.28	9.1	9.32	9.20	-2.0	-2.2%	Z-3
Muestra 6	Q4-N1-11	9.15	8.99	8.91	8.94	9.03	9.09	8.97	9.23	9.04	-0.4	-0.4%	Z-3
Muestra 7	Q4-N1-13	9.07	9.12	9.11	9.07	8.91	8.87	8.87	9.04	9.01	-0.1	-0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N1-15	9.18	8.97	8.78	8.71	8.88	8.86	9.14	9.12	8.96	0.4	0.5%	Z-4
Muestra 9	Q4-N1-17	9.01	8.93	8.82	8.98	9.15	9.23	8.94	9.16	9.03	-0.3	-0.3%	Z-5
Muestra 10	Q4-N1-18	9.02	8.89	8.9	8.99	9.21	9.18	9.12	9.15	9.06	-0.6	-0.6%	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1 (cm)	h2 (cm)	h3 (cm)	h4 (cm)	h5 (cm)	h6 (cm)	h7 (cm)	h8 (cm)				
Muestra 1	Q4-N3-3	9.09	9.18	9.04	8.98	8.96	8.91	8.86	8.94	9.00	0.1	0.1%	Z-1

Muestra 2	Q4-N3-4	9.08	9.09	8.94	8.89	8.95	8.82	8.84	9.06	8.96	0.4	0.5%	Z-1
Muestra 3	Q4-N3-5	8.88	8.85	8.83	9.18	9.14	9.15	8.87	9.13	9.00	0.0	0.0%	Z-2
Muestra 4	Q4-N3-8	9.15	8.91	8.89	8.92	9.08	9.09	9.05	9.26	9.04	-0.4	-0.5%	Z-2
Muestra 5	Q4-N3-9	8.93	8.96	8.95	9.04	9.1	9.23	8.97	9.16	9.04	-0.4	-0.5%	Z-3
Muestra 6	Q4-N3-12	9.07	9	8.88	8.96	9.11	9.31	9.02	9.24	9.07	-0.7	-0.8%	Z-3
Muestra 7	Q4-N3-15	8.94	9.06	9.16	9.11	9.02	8.94	8.85	8.88	9.00	0.1	0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N3-16	9	8.95	8.99	9.13	9.17	9.14	8.81	8.88	9.01	-0.1	-0.1%	Z-4
Muestra 9	Q4-N3-19	8.82	8.65	8.74	8.96	9.02	9.19	9.12	8.92	8.93	0.7	0.8%	Z-5
Muestra 10	Q4-N3-20	9.22	9.09	8.84	8.95	8.97	9.16	9.17	9.48	9.11	-1.1	-1.2%	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	Promedio			
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q4-N8-3	9.10	8.98	8.83	8.91	8.90	9.10	9.16	9.12	9.01	-0.1	-0.1%	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-4	9.01	8.87	8.99	9.07	9.15	9.18	8.99	9.06	9.04	-0.4	-0.4%	Z-1
Muestra 3	Q4-N8-5	9.02	8.79	8.88	8.98	9.08	9.02	8.98	9.01	8.97	0.3	0.3%	Z-2
Muestra 4	Q4-N8-7	9.11	8.93	8.85	8.84	8.90	9.00	9.01	9.06	8.96	0.4	0.4%	Z-2
Muestra 5	Q4-N8-9	8.96	8.88	8.84	8.96	9.02	9.05	8.99	9.11	8.98	0.2	0.3%	Z-3
Muestra 6	Q4-N8-10	9.24	9.08	9.01	8.96	9.06	9.09	9.13	9.25	9.10	-1.0	-1.1%	Z-3
Muestra 7	Q4-N8-13	8.99	8.88	9.13	9.13	9.05	8.99	8.92	8.84	8.99	0.1	0.1%	Z-4
Muestra 8	Q4-N8-15	9.03	8.88	9.10	9.05	9.19	9.23	9.05	9.06	9.07	-0.7	-0.8%	Z-4
Muestra 9	Q4-N8-17	9.24	9.17	8.92	9.02	9.13	8.98	8.94	9.16	9.07	-0.7	-0.8%	Z-5
Muestra 10	Q4-N8-20	8.99	8.84	8.84	9.02	9.04	8.97	8.74	8.80	8.91	1.0	1.1%	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción
		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	Promedio			
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q4-N15-3	9.23	9.05	8.91	8.98	9.06	9.08	8.99	9.26	9.07	-0.7	-0.8%	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-4	9.09	9.10	8.94	9.03	9.09	9.31	9.06	9.23	9.11	-1.1	-1.2%	Z-1
Muestra 3	Q4-N15-5	9.19	9.02	8.78	8.86	9.04	9.11	9.04	9.26	9.04	-0.4	-0.4%	Z-2
Muestra 4	Q4-N15-8	9.14	9.35	9.06	9.25	9.06	8.97	8.87	9.07	9.10	-1.0	-1.1%	Z-2
Muestra 5	Q4-N15-10	9.04	9.11	8.99	9.00	8.88	8.84	8.81	8.97	8.96	0.4	0.5%	Z-3
Muestra 6	Q4-N15-12	9.10	9.05	8.93	9.14	9.21	9.28	9.10	9.34	9.14	-1.4	-1.6%	Z-3
Muestra 7	Q4-N15-15	9.16	9.12	8.88	9.00	9.08	9.18	9.07	9.25	9.09	-0.9	-1.0%	Z-4
Muestra 8	Q4-N15-16	8.99	8.88	8.85	8.81	8.85	9.01	8.95	9.04	8.92	0.8	0.9%	Z-4
Muestra 9	Q4-N15-17	9.05	8.92	8.76	8.78	8.88	9.05	8.95	9.11	8.94	0.6	0.7%	Z-5
Muestra 10	Q4-N15-18	8.88	8.88	8.79	8.93	9.08	9.08	9.14	9.18	9.00	0.0	0.1%	Z-5
Nivel 22	Código de muestra	Alturas								Promedio	Variación dimensional (mm)	Variación dimensional (%)	Zona extracción

		h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	Promedio			
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			
Muestra 1	Q4-N21-2	9.21	9.13	8.88	8.81	8.91	8.89	8.94	9.15	8.99	0.1	0.1%	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-4	8.98	9.02	9.05	9.31	9.11	9.02	8.93	8.93	9.04	-0.4	-0.5%	Z-1
Muestra 3	Q4-N21-11	9.16	8.96	8.88	8.98	8.99	9.05	9.12	9.13	9.03	-0.3	-0.4%	Z-3
Muestra 4	Q4-N21-12	9.28	9.09	8.84	8.88	9.01	9.03	9.12	9.27	9.07	-0.6	-0.7%	Z-3
Muestra 5	Q4-N21-15	9.21	9.12	9.12	9.06	8.89	8.80	8.85	9.06	9.01	-0.1	-0.2%	Z-4
Muestra 6	Q4-N21-16	9.09	9.16	9.11	8.96	9.03	8.78	8.86	9.06	9.01	-0.1	-0.1%	Z-4
Muestra 7	Q4-N21-17	9.23	9.06	9.08	9.01	9.05	9.10	9.26	9.32	9.14	-1.4	-1.5%	Z-5
Muestra 8	Q4-N21-18	9.08	9.00	8.86	8.93	9.20	9.22	9.06	9.32	9.08	-0.8	-0.9%	Z-5
Muestra 9	Q4-N21-7	9.14	9.03	8.88	9.02	8.98	9.07	9.03	9.28	9.05	-0.5	-0.6%	Z-2
Muestra 10	Q4-N21-8	9.00	9.01	8.88	9.06	9.10	9.16	9.00	9.21	9.05	-0.5	-0.6%	Z-2
		Alturas											
Nivel 30	Código de muestra	h1	h2	h3	h4	h5	h6	h7	h8	Promedio	Variación	Variación	Zona
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	dimensional (mm)	dimensional (%)	extracción
Muestra 1	Q4-N26-2	9.08	9.08	9.16	9.28	9.29	9.11	8.94	8.92	9.11	-1.1	-1.2%	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-3	8.92	8.85	8.84	8.99	9.12	9.35	9.12	9.06	9.03	-0.3	-0.3%	Z-1
Muestra 3	Q4-N26-6	8.86	8.78	8.16	8.98	9.18	9.27	9.09	9.05	8.92	0.8	0.9%	Z-2
Muestra 4	Q4-N26-8	9.31	9.27	9.03	9.17	9.20	9.21	9.09	9.24	9.19	-1.9	-2.1%	Z-2
Muestra 5	Q4-N26-11	8.95	9.00	9.02	9.09	9.06	8.94	8.83	8.82	8.96	0.4	0.4%	Z-3
Muestra 6	Q4-N26-12	8.92	8.95	8.95	8.94	9.17	9.06	9.03	9.01	9.00	0.0	0.0%	Z-3
Muestra 7	Q4-N26-15	9.12	9.27	9.08	9.15	9.04	8.91	8.85	9.14	9.07	-0.7	-0.8%	Z-4
Muestra 8	Q4-N26-16	9.14	9.08	8.92	8.79	8.97	9.11	9.12	9.41	9.07	-0.7	-0.7%	Z-4
Muestra 9	Q4-N26-17	8.98	8.94	9.04	9.12	9.19	9.19	9.19	9.21	9.11	-1.1	-1.2%	Z-5
Muestra 10	Q4-N26-19	9.07	9.17	9.05	9.16	9.05	8.94	8.87	8.98	9.04	-0.4	-0.4%	Z-5

Anexo K Tablas de toma y procesado de datos de porcentaje de vacíos.

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas								
Nivel 1	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q1-N1-1	1505.07	745.39	1009.59	500	12.312%	1039.82	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-4	1488.43	745.39	998.42	500	12.176%	1039.82	Z-1
Muestra 3	Q1-N1-5	1466.4	745.39	983.65	500	11.996%	1039.82	Z-2
Muestra 4	Q1-N1-6	1449.6	745.39	972.38	500	11.858%	1039.82	Z-2
Muestra 5	Q1-N1-9	1556.83	745.39	1044.31	500	12.735%	1039.82	Z-3
Muestra 6	Q1-N1-11	1473.69	745.39	988.54	500	12.055%	1039.82	Z-3
Muestra 7	Q1-N1-13	1500.87	745.39	1006.77	500	12.278%	1039.82	Z-4
Muestra 8	Q1-N1-15	1486.06	745.39	996.83	500	12.157%	1039.82	Z-4
Muestra 9	Q1-N1-19	1462.72	745.39	981.18	500	11.966%	1039.82	Z-5
Muestra 10	Q1-N1-20	1502.96	745.39	1008.17	500	12.295%	1039.82	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q1-N3-2	1507.87	697.13	1081.48	500	13.189%	948.4	Z-1
Muestra 2	Q1-N3-3	1478.25	697.13	1060.24	500	12.930%	948.4	Z-1
Muestra 3	Q1-N3-5	1466.71	697.13	1051.96	500	12.829%	948.4	Z-2
Muestra 4	Q1-N3-7	1494.22	697.13	1071.69	500	13.069%	948.4	Z-2
Muestra 5	Q1-N3-11	1456.43	697.13	1044.59	500	12.739%	948.4	Z-3
Muestra 6	Q1-N3-12	1461.22	697.13	1048.03	500	12.781%	948.4	Z-3
Muestra 7	Q1-N3-14	1487.18	697.13	1066.64	500	13.008%	948.4	Z-4
Muestra 8	Q1-N3-15	1479.63	697.13	1061.23	500	12.942%	948.4	Z-4
Muestra 9	Q1-N3-17	1480.67	697.13	1061.98	500	12.951%	948.4	Z-5
Muestra 10	Q1-N3-20	1493.36	697.13	1071.08	500	13.062%	948.4	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q1-N8-3	1499.15	703.3	1065.80	500	12.998%	1000	Z-1
Muestra 2	Q1-N8-4	1479.85	703.3	1052.08	500	12.830%	1000	Z-1
Muestra 3	Q1-N8-6	1751.51	703.3	1245.21	500	15.185%	1000	Z-2
Muestra 4	Q1-N8-8	1529.27	703.3	1087.21	500	13.259%	1000	Z-2
Muestra 5	Q1-N8-10	1466.45	703.3	1042.55	500	12.714%	1000	Z-3
Muestra 6	Q1-N8-11	1480.07	703.3	1052.23	500	12.832%	1000	Z-3
Muestra 7	Q1-N8-15	1491.43	703.3	1060.31	500	12.931%	1000	Z-4
Muestra 8	Q1-N8-16	1474.55	703.3	1048.31	500	12.784%	1000	Z-4
Muestra 9	Q1-N8-19	1480.81	703.3	1052.76	500	12.839%	1000	Z-5
Muestra 10	Q1-N8-20	1471.09	703.3	1045.85	500	12.754%	1000	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q1-N15-1	1504.65	714.51	1052.92	500	12.841%	913.5	Z-1
Muestra 2	Q1-N15-4	1460.86	714.51	1022.28	500	12.467%	913.5	Z-1
Muestra 3	Q1-N15-7	1488.35	714.51	1041.52	500	12.701%	913.5	Z-2
Muestra 4	Q1-N15-8	1445.39	714.51	1011.46	500	12.335%	913.5	Z-2
Muestra 5	Q1-N15-10	1478.49	714.51	1034.62	500	12.617%	913.5	Z-3
Muestra 6	Q1-N15-11	1451.14	714.51	1015.48	500	12.384%	913.5	Z-3
Muestra 7	Q1-N15-14	1499.35	714.51	1049.22	500	12.795%	913.5	Z-4
Muestra 8	Q1-N15-15	1516.43	714.51	1061.17	500	12.941%	913.5	Z-4

Muestra 9	Q1-N15-19	1485.26	714.51	1039.36	500	12.675%	913.5	Z-5
Muestra 10	Q1-N15-20	1484.29	714.51	1038.68	500	12.667%	913.5	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 22	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N22-3	1471.34	714.51	1029.61	500	12.556%	821.9	Z-1
Muestra 2	Q1-N22-4	1500.78	714.51	1050.22	500	12.808%	821.9	Z-1
Muestra 3	Q1-N22-7	1515.89	714.51	1060.79	500	12.936%	821.9	Z-2
Muestra 4	Q1-N22-8	1505.16	714.51	1053.28	500	12.845%	821.9	Z-2
Muestra 5	Q1-N22-9	1465.79	714.51	1025.73	500	12.509%	821.9	Z-3
Muestra 6	Q1-N22-12	1448.98	714.51	1013.97	500	12.365%	821.9	Z-3
Muestra 7	Q1-N22-14	1444.26	714.51	1010.66	500	12.325%	821.9	Z-4
Muestra 8	Q1-N22-15	1468.52	714.51	1027.64	500	12.532%	821.9	Z-4
Muestra 9	Q1-N22-18	1464.91	714.51	1025.12	500	12.501%	821.9	Z-5
Muestra 10	Q1-N22-19	1462.3	714.51	1023.29	500	12.479%	821.9	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 30	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N30-2	1508.97	724.18	1041.85	500	12.705%	729.11	Z-1
Muestra 2	Q1-N30-3	1532.39	724.18	1058.02	500	12.903%	729.11	Z-1
Muestra 3	Q1-N30-6	1514.05	724.18	1045.35	500	12.748%	729.11	Z-2
Muestra 4	Q1-N30-7	1483.33	724.18	1024.14	500	12.490%	729.11	Z-2
Muestra 5	Q1-N30-10	1499.56	724.18	1035.35	500	12.626%	729.11	Z-3
Muestra 6	Q1-N30-11	1501.6	724.18	1036.76	500	12.643%	729.11	Z-3
Muestra 7	Q1-N30-14	1504.69	724.18	1038.89	500	12.669%	729.11	Z-4
Muestra 8	Q1-N30-16	1475.91	724.18	1019.02	500	12.427%	729.11	Z-4
Muestra 9	Q1-N30-18	1475.37	724.18	1018.65	500	12.423%	729.11	Z-5
Muestra 10	Q1-N30-19	1502.1	724.18	1037.10	500	12.648%	729.11	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas

Porcentaje de vacíos								
Nivel 1	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N1-1	1756.6	699.85	1254.98	500	15.305%	1060.19	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-2	1741.99	699.85	1244.55	500	15.177%	1060.19	Z-1
Muestra 3	Q2-N1-6	1766.05	699.85	1261.73	500	15.387%	1060.19	Z-2
Muestra 4	Q2-N1-8	1744.7	699.85	1246.48	500	15.201%	1060.19	Z-2
Muestra 5	Q2-N1-9	1756.31	699.85	1254.78	500	15.302%	1060.19	Z-3
Muestra 6	Q2-N1-10	1735.71	699.85	1240.06	500	15.123%	1060.19	Z-3
Muestra 7	Q2-N1-14	1751.71	699.85	1251.49	500	15.262%	1060.19	Z-4
Muestra 8	Q2-N1-16	1747.86	699.85	1248.74	500	15.229%	1060.19	Z-4
Muestra 9	Q2-N1-18	1748.6	699.85	1249.27	500	15.235%	1060.19	Z-5
Muestra 10	Q2-N1-19	1715.35	699.85	1225.51	500	14.945%	1060.19	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 3	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N3-2	1694.57	701.44	1207.92	500	14.731%	1049	Z-1
Muestra 2	Q2-N3-4	1755.3	701.44	1251.21	500	15.259%	1049	Z-1
Muestra 3	Q2-N3-7	1716.42	701.44	1223.50	500	14.921%	1049	Z-2
Muestra 4	Q2-N3-8	1721.04	701.44	1226.79	500	14.961%	1049	Z-2
Muestra 5	Q2-N3-10	1729.77	701.44	1233.01	500	15.037%	1049	Z-3
Muestra 6	Q2-N3-11	1752.35	701.44	1249.11	500	15.233%	1049	Z-3
Muestra 7	Q2-N3-13	1723.49	701.44	1228.54	500	14.982%	1049	Z-4
Muestra 8	Q2-N3-15	1728.12	701.44	1231.84	500	15.022%	1049	Z-4

Muestra 9	Q2-N3-17	1733.28	701.44	1235.52	500	15.067%	1049	Z-5
Muestra 10	Q2-N3-18	1737.93	701.44	1238.83	500	15.108%	1049	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 8	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N8-2	1727.71	713.06	1211.48	500	14.774%	926.6	Z-1
Muestra 2	Q2-N8-3	1726.81	713.06	1210.84	500	14.766%	926.6	Z-1
Muestra 3	Q2-N8-5	1719.76	713.06	1205.90	500	14.706%	926.6	Z-2
Muestra 4	Q2-N8-6	1731.33	713.06	1214.01	500	14.805%	926.6	Z-2
Muestra 5	Q2-N8-9	1748.75	713.06	1226.23	500	14.954%	926.6	Z-3
Muestra 6	Q2-N8-10	1732.63	713.06	1214.93	500	14.816%	926.6	Z-3
Muestra 7	Q2-N8-14	1753.3	713.06	1229.42	500	14.993%	926.6	Z-4
Muestra 8	Q2-N8-15	1722.4	713.06	1207.75	500	14.729%	926.6	Z-4
Muestra 9	Q2-N8-18	1804.08	713.06	1265.03	500	15.427%	926.6	Z-5
Muestra 10	Q2-N8-20	1736.66	713.06	1217.75	500	14.851%	926.6	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 15	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N15-2	1776.75	721.95	1230.52	500	15.006%	846.1	Z-1
Muestra 2	Q2-N15-4	1768.04	721.95	1224.49	500	14.933%	846.1	Z-1
Muestra 3	Q2-N15-5	1769.46	721.95	1225.47	500	14.945%	846.1	Z-2
Muestra 4	Q2-N15-6	1775.93	721.95	1229.95	500	14.999%	846.1	Z-2
Muestra 5	Q2-N15-10	1755.32	721.95	1215.68	500	14.825%	846.1	Z-3
Muestra 6	Q2-N15-12	1753.93	721.95	1214.72	500	14.814%	846.1	Z-3
Muestra 7	Q2-N15-15	1770.68	721.95	1226.32	500	14.955%	846.1	Z-4
Muestra 8	Q2-N15-16	1762.67	721.95	1220.77	500	14.887%	846.1	Z-4
Muestra 9	Q2-N15-17	1783.02	721.95	1234.86	500	15.059%	846.1	Z-5
Muestra 10	Q2-N15-20	1746.91	721.95	1209.86	500	14.754%	846.1	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 21	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N21-2	1784.69	709.25	1258.15	500	15.343%	854.4	Z-1
Muestra 2	Q2-N21-4	1798.18	709.25	1267.66	500	15.459%	854.4	Z-1
Muestra 3	Q2-N21-6	1764.22	709.25	1243.72	500	15.167%	854.4	Z-2
Muestra 4	Q2-N21-8	1788.64	709.25	1260.94	500	15.377%	854.4	Z-2
Muestra 5	Q2-N21-9	1759.74	709.25	1240.56	500	15.129%	854.4	Z-3
Muestra 6	Q2-N21-10	1775.44	709.25	1251.63	500	15.264%	854.4	Z-3
Muestra 7	Q2-N21-14	1755.81	709.25	1237.79	500	15.095%	854.4	Z-4
Muestra 8	Q2-N21-15	1771.64	709.25	1248.95	500	15.231%	854.4	Z-4
Muestra 9	Q2-N21-17	1765.57	709.25	1244.67	500	15.179%	854.4	Z-5
Muestra 10	Q2-N21-19	1756.32	709.25	1238.15	500	15.099%	854.4	Z-5
Porcentaje de vacíos								
Nivel 26	Código de muestra	SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)	Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N26-2	1753	710.14	1234.26	500	15.052%	730	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-4	1747.8	710.14	1230.60	500	15.007%	730	Z-1
Muestra 3	Q2-N26-7	1782.47	710.14	1255.01	500	15.305%	730	Z-2
Muestra 4	Q2-N26-8	1759.92	710.14	1239.14	500	15.111%	730	Z-2
Muestra 5	Q2-N26-11	1762.89	710.14	1241.23	500	15.137%	730	Z-3
Muestra 6	Q2-N26-12	1771.53	710.14	1247.31	500	15.211%	730	Z-3
Muestra 7	Q2-N26-14	1769.84	710.14	1246.12	500	15.197%	730	Z-4
Muestra 8	Q2-N26-15	1750.04	710.14	1232.18	500	15.027%	730	Z-4
Muestra 9	Q2-N26-17	1765.11	710.14	1242.79	500	15.156%	730	Z-5
Muestra 10	Q2-N26-19	1766.11	710.14	1243.49	500	15.165%	730	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas								
Nivel 1	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N1-2	1431.54	702.25	1019.25	500	12.430%	954.2	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-3	1451.25	702.25	1033.29	500	12.601%	954.2	Z-1
Muestra 3	Q3-N1-6	1472.79	702.25	1048.62	500	12.788%	954.2	Z-2
Muestra 4	Q3-N1-8	1455.6	702.25	1036.38	500	12.639%	954.2	Z-2
Muestra 5	Q3-N1-9	1432.45	702.25	1019.90	500	12.438%	954.2	Z-3
Muestra 6	Q3-N1-12	1453.85	702.25	1035.14	500	12.624%	954.2	Z-3
Muestra 7	Q3-N1-13	1462.43	702.25	1041.25	500	12.698%	954.2	Z-4
Muestra 8	Q3-N1-15	1469.98	702.25	1046.62	500	12.764%	954.2	Z-4
Muestra 9	Q3-N1-18	1478.22	702.25	1052.49	500	12.835%	954.2	Z-5
Muestra 10	Q3-N1-20	1512.92	702.25	1077.19	500	13.137%	954.2	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N3-1	1440.32	724.88	993.49	500	12.116%	926.8	Z-1
Muestra 2	Q3-N3-2	1445.13	724.88	996.81	500	12.156%	926.8	Z-1
Muestra 3	Q3-N3-5	1457.02	724.88	1005.01	500	12.256%	926.8	Z-2
Muestra 4	Q3-N3-7	1464.72	724.88	1010.32	500	12.321%	926.8	Z-2
Muestra 5	Q3-N3-10	1468.5	724.88	1012.93	500	12.353%	926.8	Z-3
Muestra 6	Q3-N3-11	1661.78	724.88	1146.24	500	13.979%	926.8	Z-3
Muestra 7	Q3-N3-13	1454.68	724.88	1003.39	500	12.237%	926.8	Z-4
Muestra 8	Q3-N3-14	1471.13	724.88	1014.74	500	12.375%	926.8	Z-4
Muestra 9	Q3-N3-18	1470.55	724.88	1014.34	500	12.370%	926.8	Z-5
Muestra 10	Q3-N3-19	1653.52	724.88	1140.55	500	13.909%	926.8	Z-5
Nivel 8	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N8-2	1491.4	724.88	1028.72	500	12.545%	869.9	Z-1
Muestra 2	Q3-N8-4	1484.72	724.88	1024.11	500	12.489%	869.9	Z-1
Muestra 3	Q3-N8-7	1524.23	724.88	1051.37	500	12.822%	869.9	Z-2
Muestra 4	Q3-N8-8	1478.43	724.88	1019.78	500	12.436%	869.9	Z-2
Muestra 5	Q3-N8-9	1497.18	724.88	1032.71	500	12.594%	869.9	Z-3
Muestra 6	Q3-N8-12	1507.54	724.88	1039.85	500	12.681%	869.9	Z-3
Muestra 7	Q3-N8-13	1465.11	724.88	1010.59	500	12.324%	869.9	Z-4
Muestra 8	Q3-N8-15	1472.8	724.88	1015.89	500	12.389%	869.9	Z-4
Muestra 9	Q3-N8-17	1478.26	724.88	1019.66	500	12.435%	869.9	Z-5
Muestra 10	Q3-N8-18	1477.91	724.88	1019.42	500	12.432%	869.9	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N15-2	1494.1	702.25	1063.79	500	12.973%	861.6	Z-1
Muestra 2	Q3-N15-3	1483.96	702.25	1056.58	500	12.885%	861.6	Z-1
Muestra 3	Q3-N15-5	1491.89	702.25	1062.22	500	12.954%	861.6	Z-2
Muestra 4	Q3-N15-8	1538.63	702.25	1095.50	500	13.360%	861.6	Z-2
Muestra 5	Q3-N15-9	1527.03	702.25	1087.24	500	13.259%	861.6	Z-3
Muestra 6	Q3-N15-11	1478.31	702.25	1052.55	500	12.836%	861.6	Z-3
Muestra 7	Q3-N15-14	1486.59	702.25	1058.45	500	12.908%	861.6	Z-4
Muestra 8	Q3-N15-16	1471.97	702.25	1048.04	500	12.781%	861.6	Z-4
Muestra 9	Q3-N15-18	1470.09	702.25	1046.70	500	12.765%	861.6	Z-5
Muestra 10	Q3-N15-19	1467.09	702.25	1044.56	500	12.739%	861.6	Z-5

Nivel 22	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N22-1	1491.74	724.88	1028.96	500	12.548%	753.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N22-3	1468.87	724.88	1013.18	500	12.356%	753.5	Z-1
Muestra 3	Q3-N22-5	1500.75	724.88	1035.17	500	12.624%	753.5	Z-2
Muestra 4	Q3-N22-7	1529.54	724.88	1055.03	500	12.866%	753.5	Z-2
Muestra 5	Q3-N22-9	1496.12	724.88	1031.98	500	12.585%	753.5	Z-3
Muestra 6	Q3-N22-10	1497.23	724.88	1032.74	500	12.594%	753.5	Z-3
Muestra 7	Q3-N22-14	1485.48	724.88	1024.64	500	12.496%	753.5	Z-4
Muestra 8	Q3-N22-15	1316.9	724.88	908.36	500	11.078%	753.5	Z-4
Muestra 9	Q3-N22-17	1509.74	724.88	1041.37	500	12.700%	753.5	Z-5
Muestra 10	Q3-N22-18	1502.08	724.88	1036.09	500	12.635%	753.5	Z-5
Nivel 30	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q3-N30-2	1456.23	702.25	1036.83	500	12.644%	686.5	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-3	1460.49	702.25	1039.86	500	12.681%	686.5	Z-1
Muestra 3	Q3-N30-7	1439.9	702.25	1025.20	500	12.502%	686.5	Z-2
Muestra 4	Q3-N30-8	1449.46	702.25	1032.01	500	12.586%	686.5	Z-2
Muestra 5	Q3-N30-10	1444.67	702.25	1028.60	500	12.544%	686.5	Z-3
Muestra 6	Q3-N30-12	1450.81	702.25	1032.97	500	12.597%	686.5	Z-3
Muestra 7	Q3-N30-15	1484.25	702.25	1056.78	500	12.888%	686.5	Z-4
Muestra 8	Q3-N30-16	1476.12	702.25	1050.99	500	12.817%	686.5	Z-4
Muestra 9	Q3-N30-17	1507.28	702.25	1073.18	500	13.088%	686.5	Z-5
Muestra 10	Q3-N30-19	1497.65	702.25	1066.32	500	13.004%	686.5	Z-5

Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 1	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N1-3	1561.56	594.65	1313.01	500	16.012%	970.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-4	1678.08	594.65	1410.98	500	17.207%	970.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N1-5	1443.85	594.65	1214.03	500	14.805%	970.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N1-8	1459.15	594.65	1226.90	500	14.962%	970.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N1-11	1465.4	594.65	1232.15	500	15.026%	970.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N1-12	1459.44	594.65	1227.14	500	14.965%	970.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N1-13	1770.51	594.65	1488.70	500	18.155%	970.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N1-14	1784.27	594.65	1500.27	500	18.296%	970.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N1-17	1833.22	594.65	1541.43	500	18.798%	970.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N1-19	1556.2	594.65	1308.50	500	15.957%	970.7	Z-5
Nivel 3	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N3-2	2052.98	730.35	1405.48	500	17.140%	957.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N3-4	2060.15	730.35	1410.39	500	17.200%	957.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N3-5	1727.96	730.35	1182.97	500	14.426%	957.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N3-8	1735.27	730.35	1187.97	500	14.487%	957.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N3-9	1743.33	730.35	1193.49	500	14.555%	957.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N3-12	1723.38	730.35	1179.83	500	14.388%	957.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N3-15	2053.1	730.35	1405.56	500	17.141%	957.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N3-16	2073.65	730.35	1419.63	500	17.313%	957.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N3-18	2103.31	730.35	1439.93	500	17.560%	957.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N3-19	2049.77	730.35	1403.28	500	17.113%	957.7	Z-5

Nivel 8	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N8-2	2119.83	730.35	1451.24	500	17.698%	867.4	Z-1
Muestra 2	Q4-N8-3	2039.32	730.35	1396.13	500	17.026%	867.4	Z-1
Muestra 3	Q4-N8-7	2041.66	730.35	1397.73	500	17.045%	867.4	Z-2
Muestra 4	Q4-N8-8	2069.2	730.35	1416.58	500	17.275%	867.4	Z-2
Muestra 5	Q4-N8-10	2100.81	730.35	1438.22	500	17.539%	867.4	Z-3
Muestra 6	Q4-N8-11	2065.17	730.35	1413.82	500	17.242%	867.4	Z-3
Muestra 7	Q4-N8-13	2059.85	730.35	1410.18	500	17.197%	867.4	Z-4
Muestra 8	Q4-N8-14	2078.99	730.35	1423.28	500	17.357%	867.4	Z-4
Muestra 9	Q4-N8-18	2027.94	730.35	1388.33	500	16.931%	867.4	Z-5
Muestra 10	Q4-N8-20	1994.1	730.35	1365.17	500	16.648%	867.4	Z-5
Nivel 15	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N15-3	2053.94	594.65	1727.02	500	21.061%	789	Z-1
Muestra 2	Q4-N15-4	2117.91	594.65	1780.80	500	21.717%	789	Z-1
Muestra 3	Q4-N15-5	2010.96	594.65	1690.88	500	20.620%	789	Z-2
Muestra 4	Q4-N15-6	2049.6	594.65	1723.37	500	21.017%	789	Z-2
Muestra 5	Q4-N15-10	2038.32	594.65	1713.88	500	20.901%	789	Z-3
Muestra 6	Q4-N15-11	2016.56	594.65	1695.59	500	20.678%	789	Z-3
Muestra 7	Q4-N15-14	2070.43	594.65	1740.88	500	21.230%	789	Z-4
Muestra 8	Q4-N15-15	2066.55	594.65	1737.62	500	21.190%	789	Z-4
Muestra 9	Q4-N15-18	2035.62	594.65	1711.61	500	20.873%	789	Z-5
Muestra 10	Q4-N15-19	2054.6	594.65	1727.57	500	21.068%	789	Z-5
Nivel 21	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N21-2	2052.22	594.65	1725.57	500	21.044%	779.7	Z-1
Muestra 2	Q4-N21-3	2039.17	594.65	1714.60	500	20.910%	779.7	Z-1
Muestra 3	Q4-N21-6	2070.4	594.65	1740.86	500	21.230%	779.7	Z-2
Muestra 4	Q4-N21-7	2054.6	594.65	1727.57	500	21.068%	779.7	Z-2
Muestra 5	Q4-N21-10	2093.4	594.65	1760.20	500	21.466%	779.7	Z-3
Muestra 6	Q4-N21-11	2083.84	594.65	1752.16	500	21.368%	779.7	Z-3
Muestra 7	Q4-N21-14	2112.26	594.65	1776.05	500	21.659%	779.7	Z-4
Muestra 8	Q4-N21-16	2114.75	594.65	1778.15	500	21.685%	779.7	Z-4
Muestra 9	Q4-N21-17	2151.28	594.65	1808.86	500	22.059%	779.7	Z-5
Muestra 10	Q4-N21-19	2093.49	594.65	1760.27	500	21.467%	779.7	Z-5
Nivel 26	Código de muestra	Porcentaje de vacíos					Tem. Prom. Alcanzada (°C)	Zona extracción
		SU (gr)	Sc (gr)	Vs (ml)	Vu (cm3)	Porcentaje de vacíos (%)		
Muestra 1	Q4-N26-3	1963.53	594.65	1651.00	500	20.134%	692.9	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-4	1919.13	594.65	1613.66	500	19.679%	692.9	Z-1
Muestra 3	Q4-N26-7	1944.27	594.65	1634.80	500	19.937%	692.9	Z-2
Muestra 4	Q4-N26-8	2008.41	594.65	1688.73	500	20.594%	692.9	Z-2
Muestra 5	Q4-N26-10	1967.86	594.65	1654.64	500	20.179%	692.9	Z-3
Muestra 6	Q4-N26-11	1978.44	594.65	1663.53	500	20.287%	692.9	Z-3
Muestra 7	Q4-N26-14	2035.63	594.65	1711.62	500	20.873%	692.9	Z-4
Muestra 8	Q4-N26-16	2008.03	594.65	1688.41	500	20.590%	692.9	Z-4
Muestra 9	Q4-N26-17	2031.21	594.65	1707.90	500	20.828%	692.9	Z-5
Muestra 10	Q4-N26-18	1964.05	594.65	1651.43	500	20.139%	692.9	Z-5

Anexo L Tablas de toma y procesado de datos eflorescencia

Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas									
Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N1-1	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente	No eflorescente	1039.82	Z-1
	Q1-N1-4	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			1039.82	Z-1
Muestra 2	Q1-N1-5	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		1039.82	Z-2
	Q1-N1-6	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			1039.82	Z-2
Muestra 3	Q1-N1-9	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		1039.82	Z-3
	Q1-N1-11	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			1039.82	Z-3
Muestra 4	Q1-N1-13	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		1039.82	Z-4
	Q1-N1-15	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			1039.82	Z-4
Muestra 5	Q1-N1-19	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		1039.82	Z-5
	Q1-N1-20	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			1039.82	Z-5
Quema 1 - horno 1 - sin chimeneas									
Nivel 30	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q1-N30-2	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente	Ligeramente eflorescente	729.11	Z-1
	Q1-N30-3	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			729.11	Z-1
Muestra 2	Q1-N30-6	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		729.11	Z-2
	Q1-N30-7	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			729.11	Z-2
Muestra 3	Q1-N30-10	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		729.11	Z-3
	Q1-N30-11	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			729.11	Z-3
Muestra 4	Q1-N30-14	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		729.11	Z-4
	Q1-N30-16	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			729.11	Z-4
Muestra 5	Q1-N30-18	23/04/2024	30/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		729.11	Z-5
	Q1-N30-19	23/04/2024	30/04/2024	7	Libre de agentes			729.11	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas

Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N1-1	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente	Ligeramente eflorescente	1060.19	Z-1
	Q2-N1-2	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		1060.19	Z-1
Muestra 2	Q2-N1-6	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		1060.19	Z-2
	Q2-N1-8	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		1060.19	Z-2
Muestra 3	Q2-N1-9	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		1060.19	Z-3
	Q2-N1-10	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		1060.19	Z-3
Muestra 4	Q2-N1-14	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		1060.19	Z-4
	Q2-N1-16	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		1060.19	Z-4
Muestra 5	Q2-N1-18	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		1060.19	Z-5
	Q2-N1-19	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		1060.19	Z-5

Quema 2 - horno 2 - sin chimeneas

Nivel 26	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q2-N26-2	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente	Muy eflorescente	730.00	Z-1
	Q2-N26-4	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes			730.00	Z-1
Muestra 2	Q2-N26-7	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		730.00	Z-2
	Q2-N26-8	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	730.00		Z-2	
Muestra 3	Q2-N26-11	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		730.00	Z-3
	Q2-N26-12	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	730.00		Z-3	
Muestra 4	Q2-N26-14	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		730.00	Z-4
	Q2-N26-15	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	730.00		Z-4	
Muestra 5	Q2-N26-17	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		730.00	Z-5
	Q2-N26-19	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes	730.00		Z-5	

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N1-1	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		954.20	Z-1
	Q3-N1-2	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			954.20	Z-1
Muestra 2	Q3-N1-5	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		954.20	Z-2
	Q3-N1-8	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			954.20	Z-2
Muestra 3	Q3-N1-10	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente	No eflorescente	954.20	Z-3
	Q3-N1-12	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			954.20	Z-3
Muestra 4	Q3-N1-13	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		954.20	Z-4
	Q3-N1-15	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			954.20	Z-4
Muestra 5	Q3-N1-17	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		954.20	Z-5
	Q3-N1-18	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			954.20	Z-5

Quema 3 - horno 1 - con chimeneas

Nivel 30	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q3-N30-1	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		686.50	Z-1
	Q3-N30-2	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			686.50	Z-1
Muestra 2	Q3-N30-5	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		686.50	Z-2
	Q3-N30-8	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			686.50	Z-2
Muestra 3	Q3-N30-9	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Eflorescente	Eflorescente	686.50	Z-3
	Q3-N30-10	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			686.50	Z-3
Muestra 4	Q3-N30-14	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Eflorescente		686.50	Z-4
	Q3-N30-16	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			686.50	Z-4
Muestra 5	Q3-N30-17	18/04/2024	25/04/2024	7	Agua destilada	Eflorescente		686.50	Z-5
	Q3-N30-18	18/04/2024	25/04/2024	7	Libre de agentes			686.50	Z-5

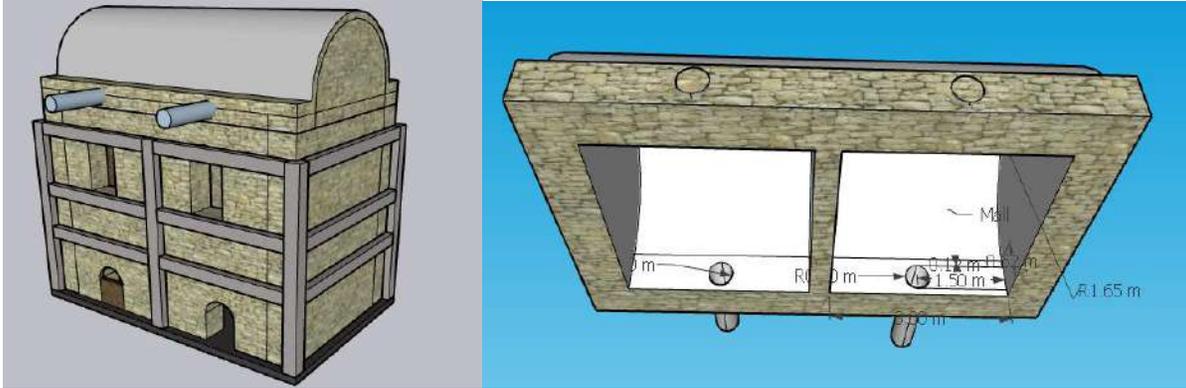
Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 1	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N1-1	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente	Ligeramente eflorescente	970.70	Z-1
	Q4-N1-3	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		970.70	Z-1
Muestra 2	Q4-N1-5	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		970.70	Z-2
	Q4-N1-8	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		970.70	Z-2
Muestra 3	Q4-N1-9	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		970.70	Z-3
	Q4-N1-12	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		970.70	Z-3
Muestra 4	Q4-N1-14	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente		970.70	Z-4
	Q4-N1-16	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		970.70	Z-4
Muestra 5	Q4-N1-19	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	No eflorescente		970.70	Z-5
	Q4-N1-20	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes			970.70	Z-5

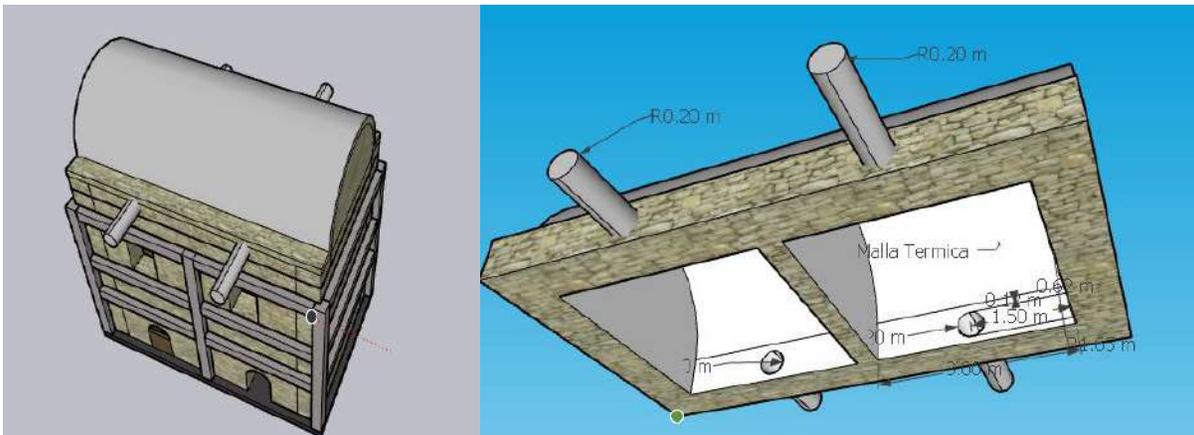
Quema 4 - horno 2 - con chimeneas

Nivel 26	Pares ensayados número de muestra	Fecha de inicio de prueba	Fecha de final de prueba	Días de prueba	Condición de saturación	Clasificación eflorescencia	Resultado	Tem. Prom. Alcanzada	Zona extracción
Muestra 1	Q4-N26-1	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Ligeramente eflorescente	Muy eflorescente	692.90	Z-1
	Q4-N26-4	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		692.90	Z-1
Muestra 2	Q4-N26-5	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		692.90	Z-2
	Q4-N26-7	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		692.90	Z-2
Muestra 3	Q4-N26-9	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		692.90	Z-3
	Q4-N26-11	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		692.90	Z-3
Muestra 4	Q4-N26-13	16/04/2024	23/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		692.90	Z-4
	Q4-N26-14	16/04/2024	23/04/2024	7	Libre de agentes	eflorescente		692.90	Z-4
Muestra 5	Q2-N26-17	17/04/2024	24/04/2024	7	Agua destilada	Muy eflorescente		730.00	Z-5
	Q2-N26-19	17/04/2024	24/04/2024	7	Libre de agentes			730.00	Z-5

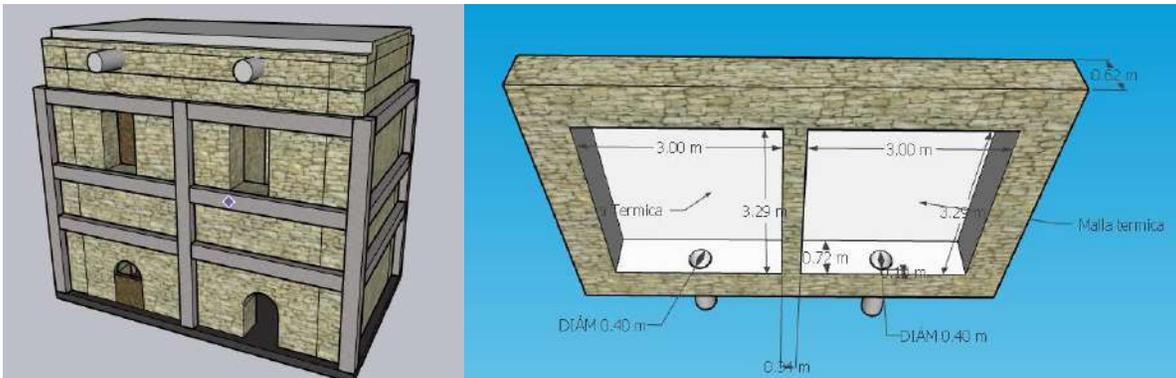
Cúpula Circular con una chimenea:



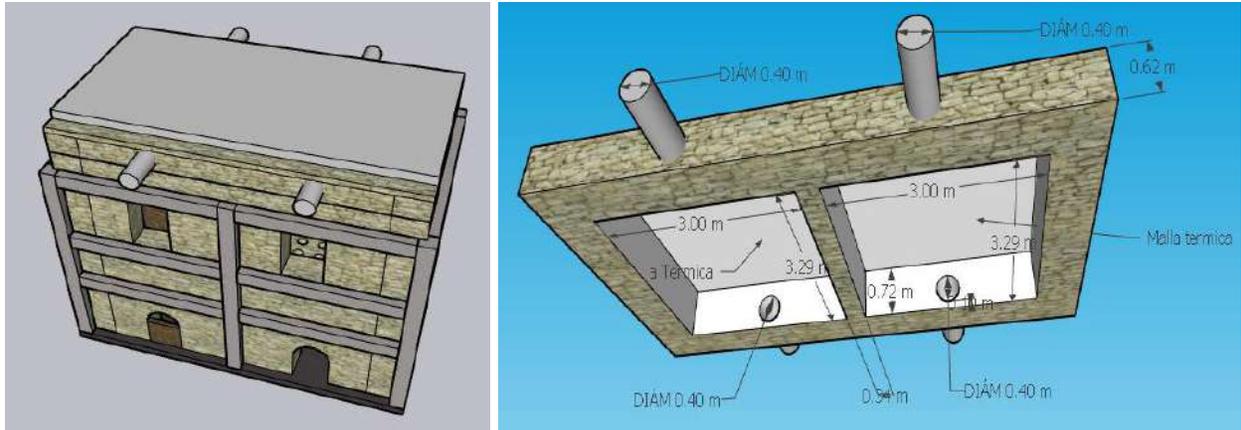
Cúpula Circular con dos chimeneas:



Cúpula Rectangular con una chimenea:



Cúpula Rectangular con dos chimeneas:



Dirección de flujo de aire en el horno artesanal

