



# UNIVERSIDAD NACIONAL “SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO”

---

## ESCUELA DE POSGRADO

### INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Tesis para optar el grado de maestro  
en Ciencias e Ingeniería  
Mención en Ingeniería Estructural

**RICHARD ALBERTO DEPAZ BLÁCIDO**

Asesor: *Mag.* CARLOS HUGO OLAZA HENOSTROZA

Huaraz – Ancash – Perú  
2021

N° de Registro: T0795



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, CONDUCENTES A OPTAR TÍTULOS PROFESIONALES Y GRADOS ACADÉMICOS EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

Código de alumno: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ D.N.I. n°: \_\_\_\_\_

*(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)*

**2. Tipo de trabajo de Investigación:**

Tesis

Trabajo de Investigación

Trabajo Académico

**3. Trabajo de Investigación para optar el grado de:**

\_\_\_\_\_

**4. Título del trabajo de Investigación:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**5. Escuela:** \_\_\_\_\_

**6. Programas:** \_\_\_\_\_

**7. Asesor:**

Apellidos y nombres \_\_\_\_\_ D.N.I n°: \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ ID ORCID: \_\_\_\_\_

**8. Referencia bibliográfica:** \_\_\_\_\_

**9. Tipo de acceso al Documento:**

Acceso público\* al contenido completo. Acceso

restringido\*\* al contenido completo

Si el autor eligió el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Santiago Antúnez de Mayolo una licencia no exclusiva, para que se pueda hacer arreglos de forma en la obra y difundirlo en el Repositorio Institucional, respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso de que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



## 10. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

  
Firma del autor

## 11. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para las investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.



*El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.*

Según el inciso 12.2, del artículo 12º del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Recolector Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".


## 12. Para ser verificado por la Dirección del Repositorio Institucional

Fecha de Acto de sustentación:

Huaraz,

Firma:



  
Varillas William Eduardo  
Asistente en Informática y Sistemas  
- UNASAM -

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
ESCUELA DE POSTGRADO

## ACTA VIRTUAL DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis, que suscriben, reunidos en acto público en la Plataforma Microsoft Teams, de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" para calificar la Tesis presentada por el:

Bachiller : **RICHARD ALBERTO DEPAZ BLACIDO**

Título : **"INFLUENCIA EN EL MÓDULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ"**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones finales, la declaramos:

**APROBADO CON MENCION**, con el calificativo de **DIECISIETE (17)**


De conformidad al Reglamento General a la Escuela de Postgrado y al Reglamento de Normas y Procedimientos para optar los Grados Académicos de Maestro y Doctor, queda en condición de ser aprobado por el Consejo de la Escuela de Postgrado y recibir el Grado Académico de Maestro en **CIENCIAS E INGENIERÍA** con Mención en **INGENIERIA ESTRUCTURAL** a otorgarse por el Honorable Consejo Universitario de la UNASAM.

Huaraz, 03 de noviembre del 2021

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Elio Alejandro Milla Vergara  
PRESIDENTE

  
\_\_\_\_\_  
Mag. Rubén Darío Aranda Leiva  
SECRETARIO

  
\_\_\_\_\_  
Mag. Fernando Javier Depaz Hidalgo  
VOCAL

  
\_\_\_\_\_  
Mag. Carlos Hugo Olaza Henostroza  
Asesor

## MIEMBROS DEL JURADO

*Doctor* Elio Alejandro Milla Vergara

Presidente



*Maestro* Rubén Dario Aranda Leiva

Secretario



*Maestro* Fernando Javier Depaz Hidalgo

Vocal



## ASESOR

*Maestro* Carlos Hugo Olaza Henostroza

## AGRADECIMIENTO

A mis amigos y amigas que me dieron la mano para seguir avanzando.

## DEDICATORIA

A mi esposa Betty, por su apoyo y comprensión.

A mis hijas Tracy y Zoe, que con su cariño me llenan de energía.



## ÍNDICE

Resumen	xiv
Abstract	xv
I. INTRODUCCIÓN	1-7
Objetivos	5
Hipótesis	5
Variables	6
II. MARCO TEÓRICO	8-46
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teóricas	14
La tierra como material de construcción	14
Historia de la construcción con barro	15
Desventajas de la tierra como material de construcción	17
Ventajas de la tierra como material de construcción	18
Gradación del suelo	19
Dimensiones del adobe	21
Elaboración de adobes	21
Adobe compactado o bloques de tierra comprimida (BTC)	23
Resistencia a la compresión	23
Resistencia a la tracción	25
Resistencia a la flexión	25
Protección de las construcciones de adobe	26
Estabilización de la tierra	26
Resistencia por desgaste de humedecido y secado	28
Materiales conglomerantes	29
Diseño de experimentos	30
Regresión lineal múltiple	32
Metodología de superficie de respuesta	35
Diseño de experimentos con mezclas	37
Kriging ordinario.	39
2.3. Definición de términos	45

III. METODOLOGIA	47-68
3.1. Tipo de investigación y diseño de investigación	47
3.2. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico	49
Población	50
Muestra	50
3.3. Instrumentos de recolección de la información	63
3.4. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información	63
IV. RESULTADOS	69
V. DISCUSIÓN	102
VI. CONCLUSIONES	108
VII. RECOMENDACIONES	109
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
ANEXO	116

## Lista de tablas

Tabla 1.	Operacionalización de variables.	7
Tabla 2.	Resultados de la resistencia a la compresión según tipo de suelo y porcentaje de cal.	13
Tabla 3.	Viviendas particulares según material predominante, 2007 – 2018	15
Tabla 4.	ANOVA para la determinación de la significancia del modelo de regresión lineal múltiple.	34
Tabla 5.	Tratamientos por variable dependiente.	51
Tabla 6.	Tamaño muestral.	51
Tabla 7.	Proporciones empleadas en la elaboración de los especímenes para la investigación.	53
Tabla 8.	Clasificación y compactación por energía estándar.	69
Tabla 9.	Análisis granulométrico.	69
Tabla 10.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la altura de la unidad de adobe.	72
Tabla 11.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del ancho de la unidad de adobe.	72
Tabla 12.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del largo de la unidad de adobe.	72
Tabla 13.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la masa de la unidad de adobe.	75
Tabla 14.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la densidad de la unidad de adobe.	75
Tabla 15.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del módulo de rotura.	79
Tabla 16.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de la inversa del cuadrado del módulo de rotura ( $1Mr^2$ ).	79
Tabla 17.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del desgaste por humedecido y secado final.	83
Tabla 18.	Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y	

	método de diseño de mezclas del desgaste por humedecido y secado intermedio.	84
Tabla 19.	Prueba de normalidad de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.	87
Tabla 20.	Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.	89
Tabla 21.	Prueba de hipótesis ANOVA de un factor de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.	89
Tabla 22.	Diferencias con el tratamiento base en dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.	90
Tabla 23.	Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe con interacción de las variables independientes.	92
Tabla 24.	Prueba de normalidad del módulo de rotura.	92
Tabla 25.	Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia del módulo de rotura.	93
Tabla 26.	Prueba de hipótesis ANOVA de un factor del módulo de rotura.	94
Tabla 27.	Diferencias con el tratamiento base en el módulo de rotura.	94
Tabla 28.	Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores del módulo de rotura.	95
Tabla 29.	Prueba de normalidad del desgaste por humedecido y secado.	96
Tabla 30.	Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia del desgaste por humedecido y secado.	98
Tabla 31.	Prueba de hipótesis ANOVA de un factor del desgaste por humedecido y secado.	98
Tabla 32.	Diferencias con el tratamiento base en el desgaste por humedecido y secado.	99
Tabla 33.	Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores del desgaste por humedecido y secado.	101
Tabla 34.	Verificaciones de los supuestos del modelo ANOVA.	102
Tabla 35.	Prueba de hipótesis de cada variable dependiente.	103
Tabla 36.	Prueba de hipótesis MANOVA con interacción de variables independientes y dependientes.	103

Tabla 37. Tratamientos óptimos según el módulo de rotura y comparación de  
tratamientos. 104

## Lista de figuras

Figura 1.	Huso del diagrama de texturas de tierras.	20
Figura 2.	Zona recomendada del diagrama de plasticidad de tierras.	20
Figura 3.	Unidad de adobe.	21
Figura 4.	Moldes para elaboración de la unidad de adobe.	22
Figura 5.	Diferentes técnicas y su resistencia a compresión.	24
Figura 6.	Prueba de resistencia de unidades de adobe.	26
Figura 7.	Diferentes procesos en la estabilización de la tierra.	27
Figura 8.	Clasificación de los diseños experimentales.	31
Figura 9.	Mejor tratamiento y punto óptimo, región experimental y región de operabilidad.	36
Figura 10.	Ejemplos de modelos de variograma.	43
Figura 11.	Arreglo espacial de los tratamientos.	49
Figura 12.	Espécimen de la unidad de adobe compactada y no compactada.	53
Figura 13.	Moldes para la elaboración de adobe compactada y no compactada.	54
Figura 14.	Elaboración de las unidades de adobe no compactado sin cal ni yeso.	54
Figura 15.	Elaboración de las unidades de adobe compactado.	55
Figura 16.	Unidades de adobe compactado.	56
Figura 17.	Medición de las dimensiones de la unidad de adobe compactado.	57
Figura 18.	Medición de la masa de la unidad de adobe compactado.	57
Figura 19.	Medición del módulo de rotura.	58
Figura 20.	Bloques de ensayo del módulo de rotura.	59
Figura 21.	Ordenamiento de los especímenes antes del ensayo.	60
Figura 22.	Ciclos de mediciones de desgastes por humedecido y secado.	61
Figura 23.	Ciclos de mediciones de desgastes por humedecido y secado.	62
Figura 24.	Granulometría y plasticidad de la tierra empleada en la elaboración de las unidades de adobe según zona recomendada.	69
Figura 25.	Medias e intervalos de confianza de las dimensiones de la unidad de adobe por tratamiento.	70
Figura 26.	Medias e intervalos de confianza de la masa y la densidad de la unidad por tratamiento.	71

Figura 27.	Modelo del método de superficie de respuestas para las dimensiones de la unidad de adobe.	73
Figura 28.	Modelo cúbico especial del método de diseño de mezclas para las dimensiones de la unidad de adobe.	74
Figura 29.	Modelo del método de superficie de respuestas para la masa y densidad de la unidad de adobe.	76
Figura 30.	Modelo cúbico especial del método de diseño de mezclas para la densidad de la unidad de adobe.	76
Figura 31.	Kriging ordinario para las dimensiones de la unidad de adobe.	77
Figura 32.	Kriging ordinario para la masa y densidad de la unidad de adobe.	78
Figura 33.	Medias e intervalos de confianza del módulo de rotura por tratamiento.	78
Figura 34.	Modelo de cuarto orden del método de superficie de respuesta para la inversa del cuadrado del módulo de rotura ( $1Mr^2$ )	80
Figura 35.	Kriging ordinario para el módulo de rotura.	80
Figura 36.	Medias e intervalos de confianza del desgaste por humedecido y secado por tratamiento.	81
Figura 37.	Medias e intervalos de confianza del desgaste por humedecido y secado por tratamiento.	82
Figura 38.	Medias e intervalos de confianza del DHS intermedio por tratamiento.	83
Figura 39.	Modelo del método de superficie de respuesta para el desgaste por humedecido y secado.	85
Figura 40.	Modelo del cúbico especial del método de diseño de mezclas para el DHS.	85
Figura 41.	Kriging ordinario para el desgaste por humedecido y secado.	86
Figura 42.	Kriging ordinario para el desgaste por humedecido y secado.	87
Figura 43.	Histograma de frecuencias de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe de los especímenes.	88
Figura 44.	Comparación descriptiva de la altura de la unidad de adobe por tratamiento y por medias de tratamiento.	90
Figura 45.	Comparación descriptiva de dimensiones, masa y densidad de la	

	unidad de adobe por tratamiento y por medias de tratamiento.	91
Figura 46.	Histograma de frecuencias del módulo de rotura de los especímenes.	93
Figura 47.	Comparación descriptiva del módulo de rotura por tratamiento y por medias de tratamiento.	95
Figura 48.	Histograma de frecuencias del desgaste por humedecido y secado de los especímenes.	96
Figura 49.	Histograma de frecuencias del desgaste por humedecido y secado de los especímenes.	97
Figura 50.	Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado por tratamiento y por medias de tratamiento.	99
Figura 51.	Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado por tratamiento y por medias de tratamiento.	100
Figura 52.	Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado intermedio por tratamiento y por medias de tratamiento.	101
Figura 53.	Valores óptimos de las variables según comparación de tratamientos y Kriging.	105
Figura 54.	Módulo de rotura óptimo por límites de densidad y desgaste por humedecido y secado.	106



## Resumen

Las viviendas de adobe constituyen un tercio de las viviendas en el Perú, son una opción constructiva por su accesibilidad, bajo costo y tradición; sin embargo, la elaboración de la unidad de adobe y sus propiedades se han mantenido casi sin cambios. En esta investigación se analiza la influencia de la inclusión de cal y/o yeso (entre 2% a 8% en 24 tratamientos y 2 tratamientos base) en el módulo de rotura, y, el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado elaborado con tierra tamizada de un suelo arena arcillosa con grava. El módulo de rotura se obtuvo por un ensayo de viga simplemente cargada en el punto medio, y, el desgaste por humedecido y secado mediante cinco ciclos de medición; también se obtuvo las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe. Se calcularon modelos de superficie de respuesta y diseño mezclas por regresión; y, modelos por el método geoestadístico Kriging ordinario. Para la prueba de hipótesis se empleó la prueba de Kruskal – Wallis, un ANOVA de un factor y de dos factores, y, un MANOVA, encontrándose que la inclusión cal y yeso influye significativamente ( $p\text{-valor} < \alpha = 0.05$ ) en el incremento del módulo de rotura ( $0.660 \leq M_r \leq 0.952$  MPa) y la reducción del desgaste por humedecido y secado ( $0.0 \leq DHS \leq 54.8$  %). Así mismo, las proporciones más óptimas de cal/yeso son de 2/1 a 4/1 con un mínimo 2% de cal y 0 a 1/5 con un mínimo de 4.5% de yeso.

**Palabras clave.** Adobe compactado, cal, yeso.

## Abstract

Adobe houses constitute a third of the houses in Peru, they are a constructive option due to their accessibility, low cost and tradition; however, adobe brick making and its properties have remained almost unchanged. This research analyzes the influence of the inclusion of lime and/or gypsum (between 2% to 8% in 24 treatments and 2 base treatments) on the modulus of rupture, and the wear due to moistened and drying of the compressed adobe brick made with sifted earth from a soil clayey sand with gravel. The modulus of rupture was obtained by a test of simply loaded beam in the middle point, and, the wear due to moistened and drying, by five measurement cycles, the dimensions, mass and density of the adobe brick were also obtained. Were calculated models of response surface and mixtures design by regression; and, models by the geostatistical method of ordinary Kriging. For the hypothesis test, the Kruskal-Wallis test, a one-factor and two-factor ANOVA, and a MANOVA were used, finding that the inclusion of lime and gypsum significantly influences ( $p\text{-value} < \alpha = 0.05$ ) on the increase of modulus of rupture in bending ( $0.660 < M_r < 0.952$  MPa) and the reduction of wear due to moistened and drying ( $0.0 < DHS < 54.8$  %). Likewise, the most optimal lime/gypsum ratios are 2/1 to 4/1 with a minimum of 2% lime and 0 to 1/5 with a minimum of 4.5% gypsum.

**Keywords.** Compressed adobe brick, lime, gypsum.

## I. INTRODUCCIÓN

### Planteamiento del problema

La tierra es el material constructivo más antiguo usado para edificaciones (Lacouture et al., 2007), su uso se origina por que la tierra húmeda al secarse y endurecerse alcanza una importante resistencia a la compresión, pero con una baja resistencia a la tracción. (Blondet et al., 2011).

En el Perú, se construyen viviendas de adobe por su fácil accesibilidad, por su bajo costo, la tradición en su uso, su buen aislamiento térmico y acústico (Kuroiwa H., 1987), y por ser ecológicamente compatibles con la naturaleza (Blondet et al., 2011). En base a las estadísticas del INEI se estima que las construcciones de viviendas de adobe seguirán manteniéndose por muchos años más.

Por otro lado, el Perú es una zona altamente sísmica según los datos de sismicidad y mecanismo focales, con ocurrencia de varios eventos sísmicos a nivel nacional (Tavera & Buforn, 1998). Y, las edificaciones de adobe son construcciones de alta vulnerabilidad sísmica por poseer una baja resistencia a la flexión originada por la falta de resistencia a la tensión. En general, las edificaciones de adobe, son débiles a cargas laterales (Kuroiwa H., 1987), las fallas sísmicas de los muros de tierra simple son frágiles, súbitas, y fatales para los habitantes (Blondet et al., 2011); y cuando no poseen un diafragma rígido como techo, presentan efectos críticos por momentos flexionantes (Yamin et al., 2003) (Lacouture et al., 2007). Por ejemplo, en Pisco, durante el sismo del 2007, las viviendas de adobe sin ningún refuerzo sísmico se derrumbaron o sufrieron un fuerte daño estructural (Blondet

et al., 2008).

Además la vulnerabilidad sísmica se incrementa por el deterioro de las unidades de adobe y de sus propiedades mecánicas del material frecuentemente por la edad, problemas de humedad, filtraciones, así como, irregularidades en la estructuración en planta, en altura y en la cubierta, pérdida de recubrimiento de muros, entre otros. (Lacouture et al., 2007).

Para mejorar la resistencia sísmica de los muros de adobe se incorporan refuerzos compatibles resistentes a la tracción. Experimentalmente se han probado varios materiales como: cañas, sogas naturales o artificiales, tubos de PVC, mallas plásticas. (Blondet et al., 2011) y polímero geomesh enyesado con lodo (Blondet et al., 2008). Estas soluciones con materiales independientes pretenden mejorar el comportamiento sísmico de la edificación en su conjunto sin modificar las propiedades mecánicas de la unidad de adobe; sin embargo, la aceptación de los usuarios y los costos de estas nuevas podrían hacerlas inviables.

Por otro lado, se han desarrollado investigaciones para mejorar la resistencia mecánica de la unidad de adobe mediante la adición a la tierra de otro material como: fibra de bagazo de *Agave angustifolia* Haw (Caballero Caballero et al., 2010), confitillo (Cáceres Luján, 2010), cemento portland al 6% reforzado con fibra de coco (Roux Gutiérrez & Olivares Santiago, 2002a), entre otras. Adicionalmente, esta adición podría mejorar otras propiedades físicas y químicas de la unidad de adobe como: resistencia a la flexión, reducción de las dimensiones del adobe, resistencia a absorción de la humedad, durabilidad, reducción de la filtración, entre otras.

Teniendo en cuenta los hábitos constructivos, tradición, accesibilidad y costo,

puede incluirse un material para estabilizar la tierra como la cal o el yeso, o la combinación de ambas, que en un porcentaje adicionado a la tierra incremente el módulo de rotura (resistencia a la flexión) y reduzca el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe (resistencia a la absorción de la humedad).

En función a lo señalado, la pregunta de investigación que se responde es:

¿Cuál es la influencia que se genera en el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado elaborado con inclusión de cal y yeso?

### **Justificación**

En el Perú, la tradición constructiva de viviendas en adobe seguirá manteniéndose por muchos años más; según el INEI en el 2015, el 33.5% del total de las viviendas en el Perú son de adobe y tapial, de estos el 20.8 % se ubican en la zona urbana y el 72.9% en la zona rural, porcentajes que no han variado desde el año 2001.

Por otro lado, el Perú es una zona altamente sísmica y está sometido a dos regímenes de esfuerzos, el primero asociado a la actividad sísmica de carácter superficial debido a la convergencia entre las placas oceánica y continental; y, el segundo asociado a la actividad sísmica a profundidad intermedia y profunda. (Tavera & Buforn, 1998). Esto ha generado varios eventos sísmicos en todo el Perú.

### ***Implicancias prácticas***

Esta investigación, desde un punto de vista práctico permitiría plantear una

alternativa constructiva para la unidad de adobe al añadir nuevos materiales comunes y que sean constructivamente accesibles.

### ***Relevancia social***

Durante estos años, la tradición y cultura constructiva de viviendas de adobe en el Perú ha tenido pocos cambios. Las soluciones antisísmicas han priorizado la modificación del sistema estructural de los edificios de adobe, sin embargo no se ha impulsado la mejora de la unidad de adobe como tal. Por lo que, es importante seguir proponiendo e innovando en nuevas alternativas constructivas en la unidad de adobe que presente otras opciones a la sociedad.

### ***Valor teórico***

El análisis de nuevas alternativas de unidades de adobe permitiría la apertura a nuevas investigaciones relacionadas a la mejora de materiales constructivos tradicionales y ecológicamente sustentables, basado en análisis estadístico de diseño de experimentos. Aportando al conocimiento existente como antecedente teórico.

### ***Implicancia metodológica***

En el marco de las investigaciones experimentales, debe ahondarse en la aplicación de los diseños de experimentos para la generación de conocimientos sobre optimización de materiales de construcción en el área de estructuras. De este modo la presente investigación permitirá establecer estas pautas metodológicas.

## **Objetivos**

### ***General***

Analizar la influencia en el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado elaborado con inclusión de cal y yeso.

### ***Específicos***

- Determinar el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe típico no compactado.
- Determinar el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.
- Determinar el módulo de rotura de unidades de adobe compactado con inclusión de cal y/o yeso en porcentaje total en peso de 2%, 4%, 6% y 8%.
- Determinar el desgaste por humedecido y secado de unidades de adobe compactado con inclusión de cal y/o yeso en porcentaje total en peso de 2%, 4%, 6% y 8%.

## **Hipótesis**

El módulo de rotura de la unidad de adobe compactado se incrementa con la inclusión de cal y yeso.

El desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado se reduce con la inclusión de cal y yeso.

## **Variables**

Las variables de la presente investigación son:

### ***Variables independientes***

Variable independiente  $X_1$ : Cal (material conglomerante).

Variable independiente  $X_2$ : Yeso (material conglomerante).

### ***Variables dependientes***

Variable dependiente  $Y_1$ : Módulo de rotura.

Variable dependiente  $Y_2$ : Desgaste por humedecido y secado.

### ***Variables intervinientes***

A continuación se enumeran las variables más relevantes que por sus características no se pueden aislar e intervienen en la investigación, estas se han tratado de uniformizar o controlar durante los procesos de elaboración de especímenes y de medición de las variables independiente y dependiente.

Variable 1: Tierra para adobe: Granulometría y características físico químicas de la arena, limo y arcilla componentes de la tierra. Se emplea la misma tierra para la elaboración de los especímenes. Es la variable  $X_3$ , en el método de diseño de mezclas y varía en peso por resultado de las variables independientes.

Variable 2: Compactación del adobe. La compactación fue manual con la ayuda de una máquina casera CINVA – RAM manipulada por un solo operador.

Variable 3: Condiciones de secado del adobe al aire libre. Se empleó la misma zona de secado.



Variable 4: Cantidad de agua. La cantidad de agua variable por requerimiento de los componentes añadidos por cada tratamiento.

Variable 5: Velocidad de carga. Se mantuvo constante durante los ensayos.

Variable 6: Operador o instrumentista.

### ***Operacionalización de las variables***

En la Tabla 1 se presenta la operacionalización de las variables.

Tabla 1.

Operacionalización de variables.

<b>Variable</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Independientes: Cal y yeso: Material conglomerante	Material cal y/o yeso que adicionada a la tierra, modifica las propiedades de la unidad de adobe compactado.	Porcentaje en peso de cal Porcentaje en peso de yeso	Numérica discreta 0, 2, 4, 6 y 8% de la mezcla total.
Dependiente 1: Módulo de rotura, Mr (MPa).	Resistencia a la flexión por medio de una viga simple cargada en el punto medio	Carga aplicada, P (kN) Longitud entre apoyos, Ls (cm) Ancho del adobe, a (cm) Altura del adobe, h (cm)	Numérica continua
Dependiente 2: Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)	Porcentaje de desgaste en peso de la unidad de adobe sometido a un proceso humedecido y secado	Masa inicial del espécimen, M <sub>0</sub> (g) Masas intermedias del espécimen, M <sub>I</sub> , M <sub>II</sub> , M <sub>III</sub> , M <sub>IV</sub> , M <sub>V</sub> , (g) Masa final del espécimen, M <sub>VI</sub> (g)	Numérica continua

### ***Línea de investigación***

Tecnología de materiales de construcción.

### ***Área de investigación***

Adobes de tierra.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### *Internacionales*

Caballero Caballero, Silva Santos y Montes Bernabé (2010) analizaron adobes compactados de tierra con fibra de bagazo de *Agave angustifolia* Haw de 10, 15, 20, o 25 mm de longitud añadidos en concentraciones de .25, .50, .75 o 1% respecto al peso del adobe, y manteniendo el porcentaje de humedad constante. Comparándolo con el adobe compactado sin fibra, encontraron, para una longitud de fibra de 25mm, un máximo incremento de la resistencia a flexión y resistencia a compresión de 0.560 a 0.604 MPa y de 6.858 a 8.512MPa, en concentraciones de fibra de .75 y 1%, respectivamente. Los ensayos tanto en flexión y compresión se realizaron en unidades completas.

Roux Gutiérrez y Olivares Santiago (2002) analizaron la utilización de ladrillos de adobe de tierra estabilizados con cemento portland tipo I al 6% en peso, compactados con prensa manual y prensa hidráulica, y reforzados con fibra de coco al 0.5, 1, 1.5, y 2%. Al comparar los adobes sin fibra compactados en prensa manual y prensa hidráulica, obtuvieron un incremento de la resistencia a compresión simple en estado seco y resistencia a la flexión de 1.66 a 4.528MPa y de 1.122 a 2.61MPa, respectivamente; así mismo, obtuvieron una reducción de la absorción y de la permeabilidad de 11.538 a 8.87% y de 94.09 a 49.73%, respectivamente. Para adobes compactados con prensa hidráulica reforzados con fibra de coco, encontraron, para un porcentaje de 1%, un incremento de resistencia a compresión

simple en estado seco y resistencia a la flexión de 1.94 y 13.8%, respectivamente; sin embargo, obtuvieron un incremento en la absorción y en la permeabilidad de 36.7 y 172.4%, respectivamente.

En el desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, no tóxico y ecológico, de arcilla con incorporación de alga *Gelidium sesquipedale* y tierras diatomeas (arcilla con restos de alga) procedente de los residuos no valorizables (disponibles en España) del proceso de extracción y refinado del agar-agar respectivamente; en proporciones respecto al peso de arcilla de 3, 5, 10 o 15% de alga, 3% de diatomeas en fibra, o 3% de diatomeas en polvo. En el caso más favorable y en comparación a la muestra de referencia, se obtuvo una reducción de la resistencia a flexión y la resistencia compresión; de 1.872 a 1.494MPa y de 2.544 a 2.395MPa para 5 y 10% de alga respectivamente; y, de 1.872 a 1.752MPa y de 2.544 a 2.147MPa para diatomeas en fibra y en polvo respectivamente. Como se trata de dar salida a un residuo no valorizable, esta disminución no afecta críticamente a su resistencia a compresión. (Amorós García, 2011). Sin embargo, se afecta a la resistencia a flexión.

Por otro lado, para producir un material de construcción compuesto, sostenible, no tóxico y de origen local, se analizaron especímenes prismáticos de adobes de suelo arcilloso (suministrado por un fabricante de ladrillos escocés) con 0.5% de Lignum (resina del genero *Guaiacum*) para mejorar la trabajabilidad, estabilizados con alginato (un polímero natural de las paredes celulares de las algas pardas) en 19.5 o 19.75% en peso y/o reforzados con lana de oveja en .25 y .5% en peso. Las pruebas realizadas mostraron, que para un 19.5% de alginato y 0.25% de lana, un aumento de la resistencia a compresión y resistencia a flexión de 2.23 a

4.44MPa y de 1.12 a 1.45 MPa, respectivamente. (Galán-Marín et al., 2010)

Para la construcción de muros, Galíndez (2007) evaluó como material alternativo bloques de tierra cruda comprimido (BTC), sin adición de cemento (por razones económicas y ambientales, costo e impacto del proceso de fabricación del cemento) y sin cocción. Se fabricaron probetas circulares con el molde para ensayo de Proctor de 10 cm de diámetro, con tres tierras arcillosas de diferentes zonas clasificadas en arena arcillosa (SC) de mediana y baja plasticidad, compactadas a presiones de 4, 6 o 8kg/cm<sup>2</sup> en la prensa CBR; una vez secada las probetas se separaron para ensayos a compresión y, para ensayos de absorción de agua y abrasión hídrica; para este último, las probetas se sumergieron en aceite usado de motores por 24 horas para impermeabilizarlos. Se determinó que los BTC de arena arcillosa de mediana plasticidad compactados a 8kg/cm<sup>2</sup> presentan la mayor resistencia a compresión; y, que los BTC de arena arcillosa de baja plasticidad compactados a 8kg/cm<sup>2</sup> e impermeabilizados con aceite poseen la mayor resistencia a la absorción del agua y al ensayo al goteo, mejorando en proporción de tres a uno a los BTC no impermeabilizadas.

En el desarrollo de un ecoladrillo compactado, inspirado en el adobe tradicional para sustituir al ladrillo convencional cocido, se emplea un suelo marga gris con la adición de cemento portland tipo II o cal hidráulica como aditivo y, de cenizas de cáscaras y cáscaras de arroz como aditivo puzolánico y estructurante respectivamente; en las siguientes combinaciones de mezclas: (I) suelo y 5, 10, 15 o 20% de cemento o cal, compactadas a 1, 5 o 10MPa; (II) suelo y 5, 10 o 15% de cemento o cal, compactadas a 5 o 10MPa; (III) suelo, 5% de cemento o cal y 4 o 8% de ceniza de cáscara, compactadas a 5 o 10MPa; y, (IV) suelo, 5% de cemento

o cal, 8% de ceniza de cáscara y 5% de cáscara, compactada a 10MPa. El proceso experimental se desarrolló en cuatro fase, realizando ensayos de: resistencia a compresión simple, de absorción, y de durabilidad por heladicidad, con diferentes edades de curado; además, se realizó un seguimiento de: las pérdidas de peso durante el tiempo de curado, y, las pérdidas de resistencia tras la inmersión y los ciclos de hielo/deshielo. En el transcurso de los ensayos por fases se descartó la realización de ladrillos compactado a: 1MPa por generar una estructura excesivamente abierta, y, a 5MPa por no producir mejoras significativas. Los resultados muestran que la cal hidráulica natural es un aditivo sostenible con capacidad de desarrollar resistencia; y, al combinarla con 8% de ceniza de cáscara, la diferencia con la resistencia de la combinación con cemento es mínima; lo mismo se presenta en porcentaje de absorción. Sin embargo, la inclusión de la cáscara de arroz decrementa la resistencia a compresión (Cabo Laguna, 2011).

Morales-Dominguez et al. (2007) analizaron el comportamiento del adobe compactado estabilizado con cemento al 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16% en peso, se elaboraron cinco especímenes de 29x15.1x9cm para cada combinación, las que fueron sometidos a ensayos de flexión de viga simple apoyada, compresión de la unidad completa, y, absorción por inmersión de 24h. Asimismo, se realizaron pruebas de adherencia de juntas de mortero cemento-suelo en proporciones volumétricas de 1:2, 1:3, 1:4 y 1:5, en muretes de tres adobes estabilizados al 8% de cemento; la resistencia de cada mortero fue evaluada en seis cubos de 5x5x5cm curados y sin curar. Al compararlos con adobes compactados sin cemento, la resistencia a flexión se incrementa levemente en adobes estabilizados con más de 12% de cemento; y, la resistencia a compresión se incrementa en adobes

estabilizados con 4 a 8% de cemento y se incrementa moderadamente con 8 a 16% de cemento. Por otro lado, para el ensayo de absorción, los adobes no estabilizados y estabilizados al 2% se disgregaron durante el ensayo, mostrando un menor porcentaje de absorción para adobes estabilizados con 16% de cemento. Para la pruebas de adherencia de juntas y resistencia a compresión del mortero, se obtuvieron mejores resultados con morteros de proporción 1:2.

Bestraten Castells y Hormias Laperal (2012), con la finalidad de reforzar el patrimonio local analizaron las características de bloques de tierra comprimida BTC de 31.5x15.5x13 cm fabricados con una máquina de prensado manual tipo Cinva Ram con inclusión de 4, 5, 8 o 10% de cemento, obteniendo una resistencia a la compresión media de 2.66MPa, 3.87MPa, 5.13MPa y 5.38MPa, respectivamente; así mismo, se evidenciaron que el incremento de más de 5% de cemento no genera un incremento de resistencia mayor.

Quiteño (2015), evaluó el efecto que tiene la cal en la resistencia a la compresión de adobes de 10x15x30 cm elaborados con diferentes tipos de suelo con inclusión de 4, 5, 6 o 7% de cal; así mismo, se quiso demostrar que no importa la cantidad de arena y de arcilla que se tenga para poder realizar un buen adobe. En la elaboración de los adobes se observó que los adobes con cal no le aparecían grietas en el proceso de secado. Los resultados se muestran en la Tabla 2, y evidencian empíricamente un incremento en la resistencia a compresión en todos los tipos de suelo analizados conforme aumenta el porcentaje de cal; particularmente en el tipo de suelo CL que para un porcentaje de inclusión 7% de cal tiene una resistencia a la compresión de 13.31 kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 2.

Resultados de la resistencia a la compresión según tipo de suelo y porcentaje de cal.

Clasificación del suelo	L.L. <sup>a</sup>	L.P. <sup>a</sup>	I.P. <sup>a</sup>	Resistencia a la compresión <sup>b</sup> (kg/cm <sup>2</sup> ) según % de cal				
				0.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%
				SM - Arena limosa ligeramente plástico.	32.39	32.39	0.51	0.69
SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad	38.50	41.30	2.80	0.99	2.42	3.90	5.28	6.09
SC - Arena arcillosa de mediana plasticidad	21.39	36.3	14.91	2.41	3.61	4.33	5.10	6.82
CL - Arcilla inorgánica de media plasticidad	25.74	47	21.26	3.12	4.84	7.22	11.80	13.31
CH - Arcilla inorgánica de alta plasticidad más 50% de material granular (cascajo)	30.52	53.9	23.38	4.52	5.40	7.55	11.83	13.33

Nota: Tomada de Quiteño (2015)

<sup>a</sup> L.L.: Límite líquido, L.P.: Límite plástico, I.P.: Índice de plasticidad. <sup>b</sup> Promedio de tres muestras.

### Nacionales

Cáceres Luján (2010) propuso un adobe de tierra reemplazando la paja por un material granular confitillo. Se prepararon muestras de 30x30x8cm con porcentaje en volumen respecto a la tierra seca de 15, 20 o 25% de confitillo redondeado; y, 20, 25 o 30% de confitillo laminar; dejándolas secar al aire y en sombra por 30 días. Los resultados muestran que el adobe con 30% de confitillo laminar obtuvo una resistencia a la compresión mayor de 12kg/cm<sup>2</sup>; y, el adobe con 25% de confitillo redondo obtuvo una variación dimensional menor de 1%.

Rojas Vargas & Vidal Toche (2014) propusieron una unidad de ladrillo ecológico de suelo – cemento como alternativa a las unidades de albañilería armada, conformada por bloques alveolares de 12.5x25x7 cm con dos alveolos circulares de 5.7cm, con una mezcla conformada por 65% de tierra arcillosa, 20% de cemento, 10% de arena fina, y, 5% de agua, compactada a 7.0t con una prensa compactadora hidráulica. Los ensayos muestran que la resistencia a la compresión de la unidad completa es de 99.5kg/cm<sup>2</sup> mayor a 12.0kg/cm<sup>2</sup> exigida por la norma de adobe

E.080 y equivalente a  $95.0\text{kg}/\text{cm}^2$  de los ladrillos clase III exigidos por la norma de albañilería E.070, asimismo se obtuvo una absorción de 12.3%. Por otro lado, se realizaron ensayos de: resistencia a compresión axial en pilas, compresión diagonal en muretes, y, ensayo sísmico de un módulo de dos niveles.

Vargas Díaz (2016) caracterizó las propiedades mecánicas del adobe tradicional de edificaciones históricas del Perú como unidad, pilas y muretes. Los resultados muestran que la resistencia a compresión es de 1.669, 1.353, 0.589 y 0.712MPa para las unidades de adobe extraídas del antiguo hotel El Comercio de Lima, la Casa Welsch de Lima, la Catedral de Ica y la iglesia Kuño Tambo de Cusco, respectivamente.

## **2.2. Bases teóricas**

### ***La tierra como material de construcción***

En los países industrializados la desmedida explotación de los recursos naturales y los sistemas de producción solo generan desperdicios que contaminan el medio ambiente; mientras, en los países en vías de desarrollo no ha sido posible resolver los requerimientos de hábitat con materiales y técnicas de producción industrializadas, estas solo se pueden encarar utilizando materiales de construcción locales y técnicas de autoconstrucción; por otro lado, las personas demandan viviendas económica y energéticamente eficientes, dando mayor valor a la salud y al clima interior balanceado. Por lo que, se ha comprendido que la tierra como material de construcción natural más importante y abundante en la mayoría de las regiones del mundo tiene mejores cualidades que los materiales industriales. De



este modo, las técnicas de construcción con tierra recientemente desarrolladas demuestran el valor de la tierra para la autoconstrucción y la construcción industrializada (Minke, 2005a).

En la actualidad un tercio de la humanidad viven en viviendas de tierra (Minke, 2005a); en el Perú (Tabla 3), las viviendas de tierra en el 2018 representan el 32.6% del total de viviendas particulares con una mayor incidencia en el área Rural, con tan solo una reducción de 1.1% de viviendas de adobe en la zona urbana y un incremento de 0.5% de viviendas de adobe en la zona rural.

Tabla 3.

Viviendas particulares según material predominante, 2007 – 2018

<b>Material predominante<sup>a</sup></b>	<b>2007</b>	<b>2009</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Total</b>										
Ladrillo <sup>b</sup>	48.2	50.1	50.6	51.5	52.2	51.7	51.7	51.9	53.1	54.0
Adobe o tapial	35.7	34.8	34.4	34.1	33.6	34.3	33.5	33.3	32.6	32.6
Madera	5.8	6.6	6.9	7.0	7.6	7.7	8.5	8.7	8.4	7.7
Otros <sup>c</sup>	10.2	8.6	8.0	7.4	6.6	6.3	6.2	6.1	5.9	5.7
<b>Urbana</b>										
Ladrillo <sup>b</sup>	64.9	66.4	66.2	67.0	67.2	66.4	66.0	66.0	67.0	67.8
Adobe o tapial	21.5	20.6	21.1	20.8	20.8	21.7	21.0	21.0	20.3	20.4
Madera	4.9	5.5	5.7	5.8	6.3	6.5	7.5	7.7	7.5	6.5
Otros <sup>c</sup>	8.7	7.5	7.0	6.5	5.6	5.4	5.4	5.3	5.2	5.3
<b>Rural</b>										
Ladrillo <sup>b</sup>	5.5	5.6	6.3	6.2	6.9	7.3	7.3	7.3	8.3	8.6
Adobe o tapial	72.2	73.7	72.3	72.9	72.3	72.1	72.5	72.5	72.1	72.6
Madera	8.2	9.4	10.5	10.7	11.4	11.3	11.5	11.7	11.2	11.7
Otros <sup>c</sup>	14.1	11.3	10.9	10.3	9.4	9.3	8.7	8.5	8.4	7.1

Nota: Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018).

Porcentaje del total de viviendas particulares urbana, rural o total.

<sup>a</sup> Material predominante en las paredes exteriores/Área de residencia. <sup>b</sup> Ladrillo o bloque de cemento.

<sup>c</sup> Piedra o sillar con cal o cemento, Quincha (caña con barro), Piedra con barro, Estera, otro material.

### ***Historia de la construcción con barro***

Las técnicas de construcción con barro datan de más de 9000 años. En el Turquestán fueron descubiertas viviendas de tierra del período 8000 - 6000 a.C. En Asiria fueron encontrados cimientos de tierra apisonada que datan del 5000 a.C.

Todas las culturas antiguas utilizaron la tierra no solo en la construcción de viviendas sino también en fortalezas y obras religiosas. La Gran Muralla China se construyó hace 4000 años, inicialmente casi toda con tierra apisonada (tapial) y posteriormente fue enchapada con piedras naturales y ladrillos, dándole la apariencia de una muralla de piedra. El centro de la Pirámide del Sol en Teotihuacán, México, está constituido por 2 millones de toneladas de tierra apisonada y fue construida entre los años 300 - 900. Hallazgos de la era del bronce han demostrado que en Alemania, se utilizaba el barro como material de relleno en palizadas y entramados. En África casi todas las mezquitas fueron construidas en tierra. A partir de los textos antiguos de Plinio sabemos que ya a fines del año 100 a.C. existían fortalezas de tierra apisonada en España. En México, Centroamérica y Sudamérica existieron construcciones de adobe en casi todas las culturas precolombinas. La técnica del tapial se conocía en algunos lugares, para otros esta fue traída por los conquistadores españoles. Muchas iglesias y fincas de tapial en Latinoamérica y Brasil tienen una antigüedad de aproximadamente 300 años. En La Edad Media (siglo 13 - 17) la tierra se utilizó en toda Europa central como relleno de entramados de madera, así como para cubrir techos de paja para hacerlos resistentes al fuego. En Francia la técnica del tapial llamada "terre pisé" estuvo muy extendida desde el siglo 15 al 19. Existen muchas edificaciones de más de 300 años de antigüedad, aún habitadas cerca de la ciudad de Lyon. Después de la primera y segunda Guerra Mundial, cuando los materiales de construcción eran escasos en Alemania, se construyeron miles de viviendas y asentamientos usando bloques de barro o tapial. (Minke, 2005a)

### *Desventajas de la tierra como material de construcción*

A diferencia de los materiales industrializados, la tierra que se emplea para preparar el barro y elaborar los adobes tiene tres desventajas (Minke, 2005a):

- La tierra no es un material de construcción estandarizado. Su mezcla, su composición específica y sus características varía del lugar de donde se extrae, puede contener diferentes cantidades de arcilla, limo, arena y agregados, y deben conocerse para modificarlas con aditivos si fuera necesario.
- El barro se contrae al secarse. Por la evaporación del agua de amasado puede aparecer fisuras, y la retracción lineal durante el secado oscila entre 3-12% en técnicas de tierra húmeda (morteros y bloques de barro) y entre 0.4-2.0% en técnicas con mezclas secas (tapial o bloques compactados). La que se puede disminuir reduciendo la cantidad de agua y arcilla, optimizando la composición granulométrica o mediante el empleo de aditivos.
- El adobe no es impermeable. El adobe debe ser protegido contra la lluvia y las heladas especialmente en estado húmedo. Las paredes pueden protegerse con aleros, barreras impermeabilizantes, tratamientos de superficies, etc.

Así mismo se pueden señalar los siguientes inconvenientes principales (Hernández Pocero, 2016):

- Limitaciones estructurales. Soporta la compresión pero su capacidad a flexión, torsión y tracción es prácticamente nula si no se refuerza. Las construcciones de tierra son el general frágiles ante sismos e inundaciones.
- Poca aceptación social en general. Lenta evolución del material comparación al resto. No es un material estandarizado, la composición de la tierra puede

variar dependiendo de la ubicación.

### ***Ventajas de la tierra como material de construcción***

Por otra parte la tierra como su producto el adobe tiene muchas ventajas en comparación con los materiales de construcción industriales (Minke, 2005a):

- El adobe regula la humedad ambiental interior por la capacidad de adsorción y desorción de la humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción.
- El adobe por ser un material denso puede almacenar calor, permitiéndole balancear el clima interior en zonas con diferencias de temperaturas amplias o almacenar la ganancia térmica por vías pasivas.
- El adobe es reutilizable. Solo necesita ser triturado y humedecido con agua para ser reutilizado, sin dejar escombros que contaminen el medio ambiente.
- El uso del adobe permite ahorrar energía y disminuir la contaminación ambiental. Para preparar, transportar y trabajar el adobe en el sitio se necesita solo 1% de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de concreto o ladrillos cocidos.
- El adobe economiza materiales de construcción y costos de transporte. Generalmente puede usarse la tierra producto de la excavación de cimientos, reduciendo los costos. Si no contiene suficiente arcilla, esta será añadida y si contiene mucha arcilla deberá mezclarse con arena. El transporte de otros lugares resulta usualmente más económico que los materiales industriales.
- El adobe es apropiado para la autoconstrucción. Las técnicas de construcción con tierra pueden ser ejecutadas por personas no especializadas en construcción,

es suficiente la presencia de una persona experimentada controlando el proceso de construcción. Son técnicas de construcción que se pueden ejecutar con herramientas sencillas y económicas, pero al mismo tiempo son más trabajosas en su ejecución.

- El adobe preserva la madera y otros materiales orgánicos. Mantiene secos los elementos de madera y los preserva cuando están en directo contacto con él, debido a su bajo equilibrio de humedad de 0.4 a 6% en peso y a su alta capilaridad. Los insectos y hongos no pueden destruir la madera en esas condiciones ya que los insectos necesitan un mínimo de humedad de 14 a 18% y los hongos más de 20% de humedad para vivir.

### ***Gradación del suelo***

La tierra se emplea como material de construcción cuando tiene buena cohesión, pero se fisura en el proceso de secado; sin embargo, si tiene exceso de arena o limo pueda que no tenga buena cohesión interna. Debe añadirse porcentajes óptimos de arcilla y agua para controlar la retracción y la cohesión. Por lo que, es difícil normalizar unos porcentajes de mezcla porque para cada caso con cada tipo de suelo puede variar. (Hernández Pocero, 2016)

Los porcentajes de la gradación de suelo deben aproximarse a: arcilla 10-20%, limo 15-25%, y arena 55-70%, sin suelos orgánicos, estos rangos pueden variar en adobes estabilizados. (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006).

La tierra para la construcción de BTC está compuesta esencialmente por grava, arena, limo y arcilla. Se recomienda que la granulometría del material utilizado este inscrita en el huso del diagrama de textura (Figura 1), cuyos límites

son aproximados, pero dan resultados satisfactorios en la mayoría de casos. Debe tenerse en cuenta que no se admite un contenido de arcilla menor al 10%, materia orgánica no mayor o igual de 2%, y sales solubles no mayor al 2% (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008).

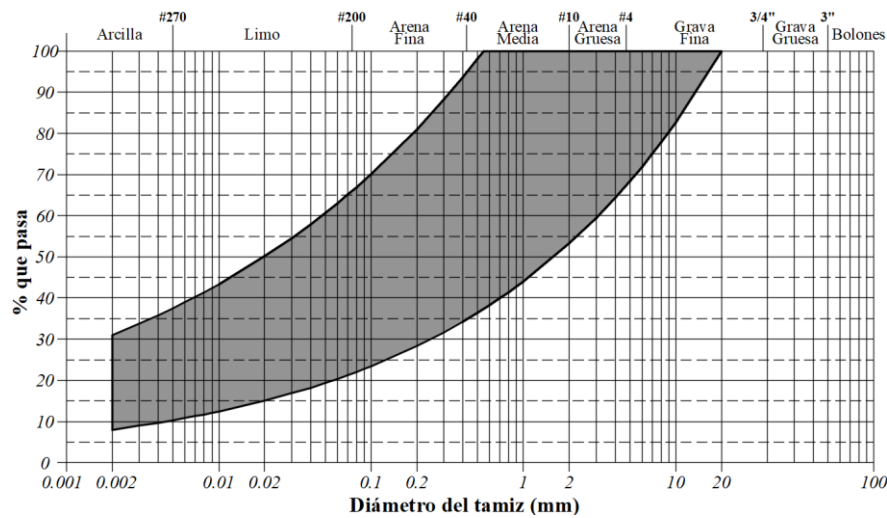


Figura 1.  
Huso del diagrama de texturas de tierras.

Nota: Adaptada de la Asociación Española de Normalización y Certificación (2008).

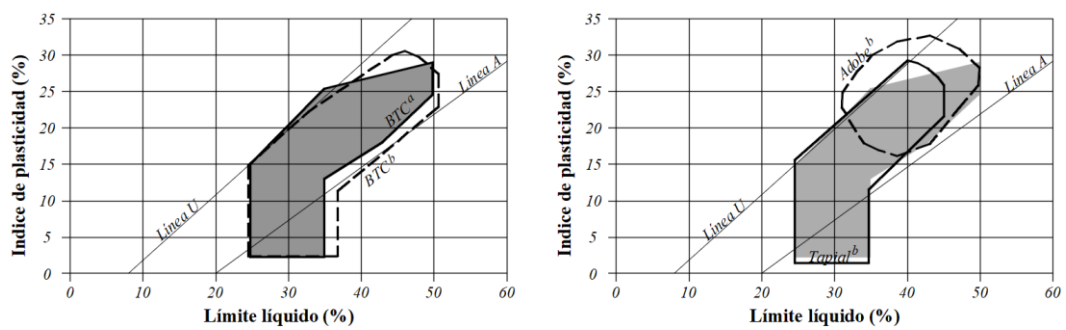


Figura 2.  
Zona recomendada del diagrama de plasticidad de tierras.

Nota: Adaptada de la <sup>a</sup> Asociación Española de Normalización y Certificación (2008), y, de <sup>b</sup> Hernández Pocero (2016)

### ***Dimensiones del adobe***

Sus dimensiones deberán ajustarse a las siguientes proporciones: en adobes cuadrados no debe sobrepasar los 0.40 m de lado, en adobes rectangulares la relación entre largo y ancho aproximadamente igual a 2, relación entre largo y altura igual a 4, y en lo posible la altura debe ser mayor a 8 cm y menor a 12 cm (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006, 2017). Sin embargo, las dimensiones de los adobes son muy variables y responden tanto a la tradición como a criterios constructivos, en promedio, varían desde 0.30 m de largo por 0.15 m de ancho y 0.07 m de alto hasta dimensiones del orden de 0.40 m de largo por 0.20 m de ancho y 0.10 m de alto. Por otro lado, los espesores de los muros de adobe varían entre 0.40 m y 1 metro; las alturas de entrepiso son inferiores a 3.5 m y las longitudes de los muros son bastante variables (Yamin Lacouture et al., 2007).

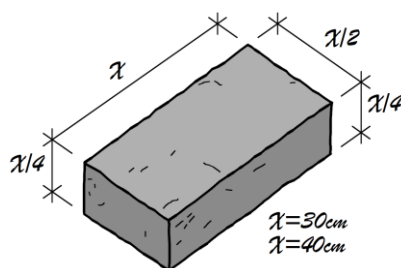


Figura 3.

Unidad de adobe.

Nota: Yamin Lacouture et al. (2007).

### ***Elaboración de adobes***

La elaboración de las unidades de adobe se realiza ya sea rellenando los moldes con un barro de consistencia pastosa o lanzando un barro menos pastoso en el molde, para ello, se emplean diferentes tipos de moldes como se muestra en la Figura 4a y por lo general son de madera. Una persona puede elaborar

aproximadamente 300 adobes por día, incluyendo la preparación de la mezcla, el transporte y el apilado. La elaboración de adobes con presas manuales es conocida en Europa desde el siglo XVIII, un ejemplo de prensa conocida es la CINAV-Ram como se muestra en la Figura 4b y la CETA-Ram (Minke, 2005a).

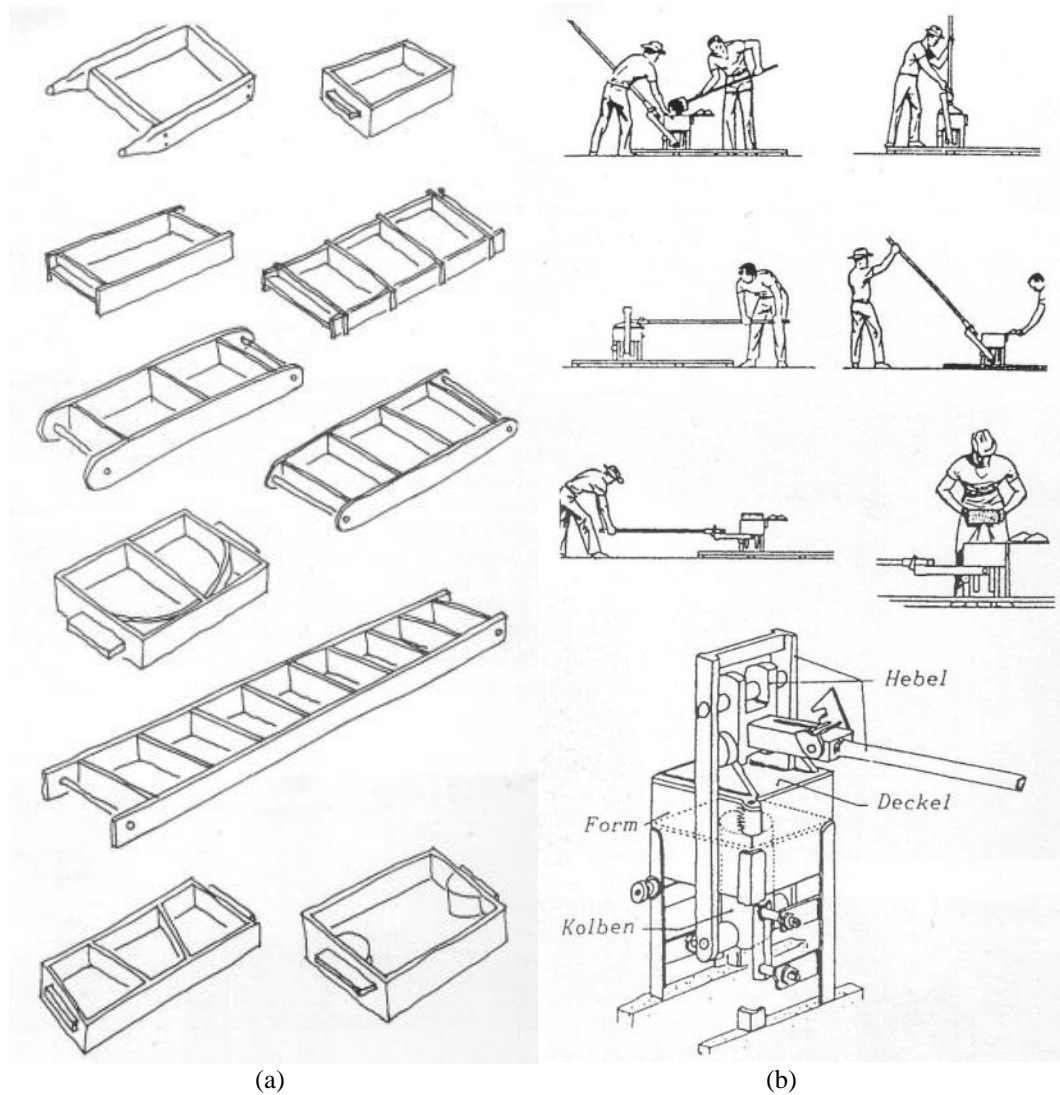


Figura 4.

Moldes para elaboración de la unidad de adobe.

Nota: Tomada de Minke (2005a). (a) Molde para adobe sin compactar, (b) Molde CINVA – RAM para adobe compactado.



### ***Adobe compactado o bloques de tierra comprimida (BTC)***

Se trata de un ladrillo sin cocer fabricado mediante prensado de una mezcla hecha con tierra. Se puede usar en muros portantes, arcos, bóvedas y cúpulas. El proceso constructivo es similar a la pared de ladrillos. Las dimensiones estándar son 29x14.5x9.5cm. La mezcla consiste en tierra seleccionada, agua y con o sin agregados, normalmente se le añade cemento, cal o asfalto para mejorar la resistencia y hacerlo más duradero a la abrasión al viento y al agua; el porcentaje de estabilizantes puede variar entre 5-10% dependiendo de la resistencia necesaria que se requiera. Se recomienda que el porcentaje de arena en la mezcla sea superior al 50%, mientras más porcentaje de arcilla más habría que estabilizar la tierra. La arcilla es responsable del efecto de retracción y fisuración del material durante el proceso de secado. La mezcla debe ser húmeda, no muy líquida ni demasiado seca, suele estar entorno al 12-15% de humedad. Durante el proceso de secado debe colocarse la mezcla moldeado sobre un objeto impermeable que evite la rápida evaporación, tras pasar el curado seco, se obtendrá la resistencia máxima a los 28 días (Hernández Pocero, 2016).

### ***Resistencia a la compresión***

La resistencia a la compresión de adobe de tierra y tierra compactada difiere de 0.49 a 4.9MPa (Minke, 2005a)

Usualmente la resistencia a cargas verticales permite soportar cargas de uno o dos pisos, sin embargo deben estar fijados mediante una viga collar o solera (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006).

Los ensayos de laboratorio para medir la resistencia a la compresión se

realizan en cubos de 0.10m de arista; su valor es el promedio de cuatro mejores muestras y debe ser mayor a 1.0 MPa para adobe no estabilizado ni compactado (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2017).

La resistencia a la compresión de la unidad se realiza en cubos labrados cuya arista es igual a la menor dimensión de la unidad de adobe, se realizan en unidades secas, siendo el valor mínimo aceptable de 10 kg/cm<sup>2</sup> sin refrentado y 20 kg/cm<sup>2</sup> con refrentado (Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, 2014).

La resistencia normalizada a compresión del BTC debe demostrar que el 95% de la producción correspondiente presenta una resistencia al menos igual al valor correspondiente de BTC1, BTC3 y BTC5 de 1.3MPa, 3.0MPa y 5.0MPa respectivamente, considerando que ningún resultado debe ser inferior a 0.8 veces el valor de esa resistencia (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008).

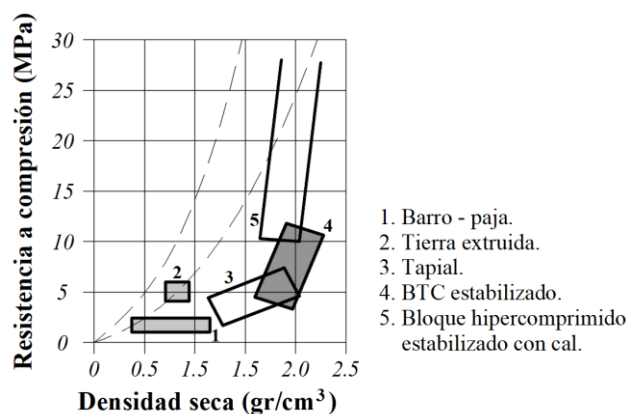


Figura 5.

Diferentes técnicas y su resistencia a compresión.

Nota: Adaptado de Hernández Pocero (2016)

### ***Resistencia a la tracción***

La resistencia a la tracción del adobe no es relevante, las estructuras de tierra no deben someterse a tracción (Minke, 2005a).

Las fallas en las estructuras de adobe no reforzada debida a sismo son frágiles, la poca resistencia a la tracción produce la falla del amarre de los muros en las esquinas generando pérdida de estabilidad lateral (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006).

Los ensayos de laboratorio para medir la resistencia a la tracción se realizan mediante el ensayo brasileño con probetas cilíndricas de 6 pulg de diámetro y 12 pulg de largo, su valor es el promedio de las cuatro mejores muestras y debe ser mayor a 0.08 MPa para adobe no estabilizado ni compactado (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2017). Sin embargo, emplear el ensayo brasileño con probetas cilíndricas no se ajusta a las condiciones reales de la forma en la que se elaboran los adobes, pudiendo cuantificarse la resistencia a tracción con otros ensayos como el de una viga simple cargada puntualmente midiendo el módulo de rotura.

### ***Resistencia a la flexión***

La prueba empírica de resistencia consiste en pararse en un pie al centro del adobe que esta simplemente apoyado a 5cm de cada extremo, y debe soportar aproximadamente 150 libras (68 kg) por lo menos un minuto (Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica, 2014).



Figura 6.

Prueba de resistencia de unidades de adobe.

Nota: Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (2014).

### ***Protección de las construcciones de adobe***

La humedad y la erosión producidas en el muro permiten el deterioro de las construcciones de adobe siendo necesaria la protección mediante recubrimientos de los muros, cimientos y sobrecimientos, veredas perimetrales, sistemas de drenaje, etc (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006).

### ***Estabilización de la tierra***

La estabilización de la tierra –que puede ser mecánica, física y química– posibilita la transformación y adecuación del adobe a las distintas exigencias constructivas mejorando sus propiedades mecánicas, permeabilidad y condiciones fisicoquímicas. Esta estabilización se desarrolla mediante la incorporación de otros materiales a la mezcla de tierra y el proceso de fabricación de la unidad de adobe (Figura 7) (Bozzano Ciavaglia, 2017).

“En el caso de utilizar cemento, cal o yeso, el contenido total de éstos debe ser menor o igual al 15% de la masa en seco del BTC” (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008).

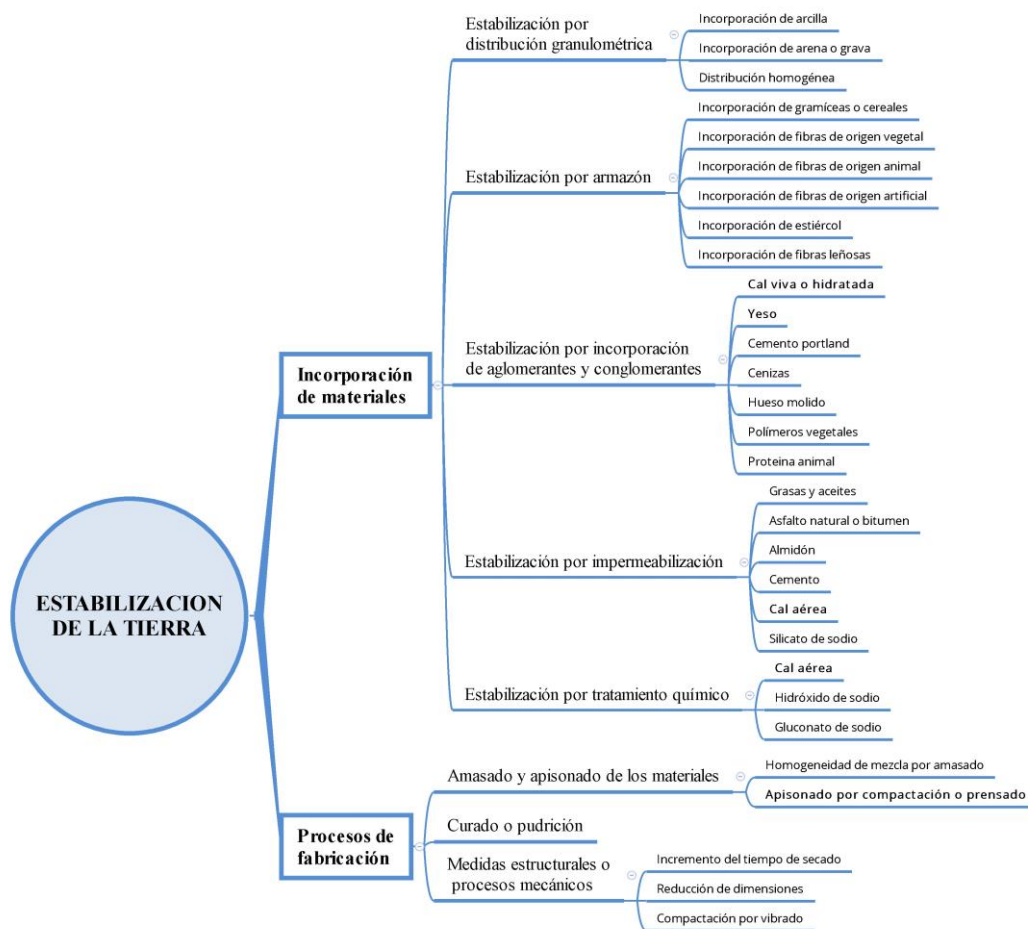


Figura 7.

Diferentes procesos en la estabilización de la tierra.

Nota: Recopilación de Bozzano Ciavaglia (2017).

La cal funciona muy bien en suelos con alta composición de arcillas, es el mejor estabilizante por consolidación porque durante el proceso natural de carbonatación sirve de liga entre las partículas de tierra aumentando la resistencia a la compresión, a la cortante, y, a la penetración del agua disminuyendo sus niveles de absorción; sin embargo, no modifica la porosidad de la tierra, ni la capacidad de adherirse a otros materiales, ni la virtud de permitir el intercambio de aire y vapor de agua con el ambiente preservando las cualidades higrotérmicas. Pero, para no disminuir la resistencia mecánica por inhibición del trabajo natural de las arcillas, se requiere de poca cal, las mejores respuestas en las mezclas se logran agregando

entre 4 y 8% de cal (Bozzano Ciavaglia, 2017).

La incorporación de yeso es usado desde la época precolombina principalmente en revoques en interiores y en cielorraso. El yeso con adición de cal se emplea en revestimientos y molduras; posee las siguientes virtudes: una mejor trabajabilidad, adherencia y resistencia mecánica a la intemperie; un pH básico que evita la posible corrosión de metales en presencia de humedad; y, una disminución del desarrollo bacteriológico, enmohecimiento por hongos y aparición de manchas. La dosificación recomendada es: 39% de yeso de construcción, 7% cal hidratada, 29% arena y 25% de agua (Bozzano Ciavaglia, 2017).

### ***Resistencia por desgaste de humedecido y secado***

Los BTC sometidas a exposición severa, tras seis ciclo de humectación/secado, no deben presentar las condiciones de: Modelo de grietas aleatorio; modelos de grietas en estrella; hinchamiento local; picado local en al menos 5 zonas; pérdida general o local de capas de suelo; penetración de agua en más del 70% de la anchura del BTC; pérdida de fragmentos mayores a 50mm excepto los comprendidos entre los bordes y 50mm hacia adentro; y, eflorescencias en la superficie. El procedimiento del ensayo consiste en colocar la cara del bloque que vaya a ser vertical dentro de la bandeja y sobre tres piezas de apoyo de 3mm de altura, se añade agua quedando sumergida hasta 10 mm y se mantiene 30s; luego, se dejar secar al aire hasta igualar el color del bloque de referencia (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008).

### ***Materiales conglomerantes***

Son materiales que tienen la propiedad de adherirse, pegarse y unirse a otros, empleándose para unir materiales generalmente pétreos, para formar y construir diferentes elementos, formar mezclas plásticas que después de endurecer adquieren un estado sólido (Crespo Escobar, 2010).

**Cal.** La proviene de la roca caliza ( $\text{CaCO}_3$ ), la empleada en la construcción se conoce como cal hidratada o calhidra, la cual proviene de un proceso de calcinación o quema de la roca caliza debidamente triturada con lo cual se desprende bióxido de carbono y queda como residuo la cal viva –  $\text{CaO}$ ; y, un apagado o hidratación con lo cual se logra que el material sea más estable, en el proceso se obtiene el hidróxido de calcio –  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . La calhidra al combinarse con el agua en cualquiera de sus aplicaciones produce una pasta que posee un cierto tiempo de fraguado, llegando eventualmente a convertirse en una piedra caliza –  $\text{CaCO}_3$  (Gómez Domínguez, 2007).

**Yeso.** El yeso de construcción proviene del procesamiento de la roca de yeso, normalmente se le extrae por medios mecánicos; en su estado natural es conocida como un sulfato de calcio con dos moléculas de agua, su formulación química es:  $\text{CaSO}_4(2\text{H}_2\text{O})$ . La roca de yeso rara vez se encuentra en forma pura, generalmente presenta impurezas de diversos minerales que influyen en su calidad, su forma de cristalización y la coloración que el producto final pueda tomar (Gómez Domínguez, 2007).

### *Diseño de experimentos*

Es frecuente hacer experimentos o pruebas para resolver un problema o comprobar una hipótesis. El diseño estadístico de experimentos es la forma más eficaz de hacer pruebas, y consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas. Debe tenerse en cuenta los siguientes conceptos relacionados a los Diseño de experimentos. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

- Variable de respuesta. A través de estas variables se conoce el efecto o los resultados de cada prueba experimental. El objetivo de muchos estudios experimentales es encontrar la forma de mejorar las variables de respuesta. Por lo general, se denotan con la letra 'Y'.
- Factores controlables. Son variables de proceso o características de los materiales experimentales que se pueden fijar en un nivel dado; que usualmente se controlan durante la operación normal del proceso y que existe la manera o el mecanismo para cambiar o manipular su nivel de operación. Esto último es lo que hace posible que se pueda experimentar con ellos. A los factores controlables también se les llama variables de entrada, condiciones de proceso, variables de diseño, parámetros del proceso, las 'X' de un proceso o simplemente factores.
- Factores no controlables o de ruido. Son variables o características de materiales y métodos que no se pueden controlar durante el experimento o la operación normal del proceso.
- Factores estudiados. Son las variables que se investigan en el experimento,



respecto de cómo influyen o afectan a las variables de respuesta. Los factores estudiados pueden ser controlables o no controlables, a estos últimos es de interés controlarlos durante el experimento. Para que un factor pueda ser estudiado es necesario que durante el experimento se haya probado en, al menos, dos niveles o condiciones.

- Niveles y tratamientos. Los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman niveles. Una combinación de niveles de todos los factores estudiados se llama tratamiento o punto de diseño. Es necesario probar cada tratamiento y obtener el correspondiente valor de 'Y'.

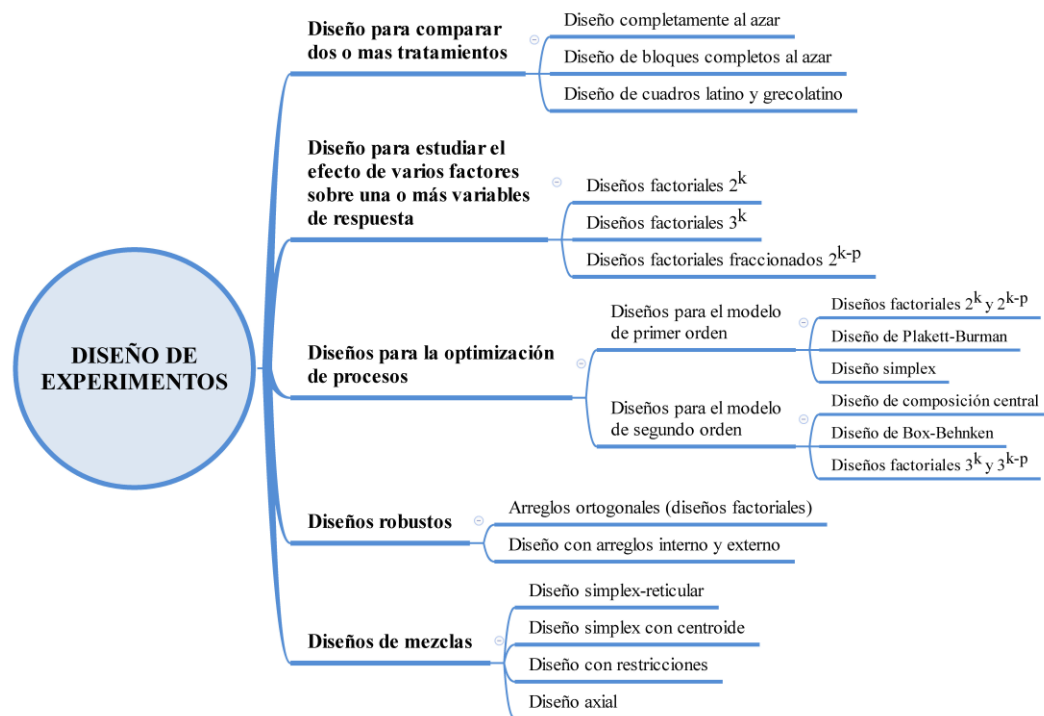


Figura 8.

Clasificación de los diseños experimentales.

Nota: Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar (2008)

### Clasificación y selección de los diseños experimentales. Según Gutiérrez

Pulido y De la Vara Salazar (2008), “existen muchos diseños experimentales

para estudiar la gran diversidad de problemas o situaciones que ocurren en la práctica. Esta cantidad de diseños hace necesario saber cómo elegir el más adecuado para una situación dada y, por ende, es preciso conocer cómo es que se clasifican los diseños de acuerdo con su objetivo y su alcance.”

### **Regresión lineal múltiple**

Para los casos en las que se cree que varias variables independientes ( $X_i = X_1, X_2, \dots, X_k$ ) están relacionadas con la variable dependiente o respuesta ( $Y$ ), se puede plantear el modelo de regresión múltiple dada por la Ecuación ( 1 ) que representa un hiperplano de  $k$  dimensiones, donde  $\beta_i = \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k$  son *coeficientes de regresión* y son parámetros desconocidos, y  $\varepsilon$  es el *error aleatorio*. Señalan también que es frecuente que se requiera de modelos de mayor orden como la mostrada en la Ecuación ( 2 ); sin embargo, se pueden definir y reemplazar los términos  $X_3 = X_1X_2$ ,  $\beta_3 = \beta_{12}$ ,  $X_4 = X_1^2$ ,  $\beta_4 = \beta_{11}$ ,  $X_5 = X_2^2$ ,  $\beta_5 = \beta_{22}$ , para reducirla a la Ecuación ( 1 ). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008)

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \dots + \beta_kX_k + \varepsilon \quad (1)$$

$$Y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_{12}X_1X_2 + \beta_{11}X_1^2 + \beta_{22}X_2^2 + \dots + \varepsilon \quad (2)$$

Para estimar los parámetros  $\beta_i$  se requieren de  $n$  datos  $(y_i, x_{ji})$ , necesariamente mayor al número de variables o dimensiones  $k$ , por lo que la Ecuación ( 1 ) se puede expresar en términos de datos con la Ecuación ( 3 ), Ecuación ( 4 ) o particularmente con la notación matricial de la Ecuación ( 5 ). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$y_i = \beta_0 + \beta_1x_{1i} + \beta_2x_{2i} + \dots + \beta_kx_{ki} + \varepsilon_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_jx_{ji} + \varepsilon_i \quad (3)$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

$$\begin{Bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{21} & \cdots & x_{k1} \\ 1 & x_{12} & x_{22} & \cdots & x_{k2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1 & x_{1n} & x_{2n} & \cdots & x_{kn} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_k \end{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{Bmatrix} \quad (4)$$

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (5)$$

Los estimadores de mínimos cuadrados  $\hat{\boldsymbol{\beta}}$  se obtiene con la Ecuación ( 6 ) al minimizar la suma de cuadrados del error ( $S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon}$ ) de la Ecuación ( 5 ). Por otro lado, el modelo ajustado se obtiene con la Ecuación ( 7 ). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{y}) \quad (6)$$

$$\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}} \quad (7)$$

Entonces, con el vector de residuo ( $\mathbf{e} = \mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}$ ) se obtiene la suma de cuadrados del error o residuo con la Ecuación ( 8 ) que tiene  $n - k - 1$  grados de libertad. Luego, el *cuadrado medio del error* con la Ecuación ( 9 ), y representa el estimador de la varianza  $\sigma^2$ ; la raíz cuadrada de esa expresión se conoce como *error estándar de estimación* del modelo. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$SC_E = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \mathbf{e}'\mathbf{e} = \mathbf{y}'\mathbf{y} - \hat{\boldsymbol{\beta}}'\mathbf{X}'\mathbf{y} \quad (8)$$

$$CM_E = \hat{\sigma}^2 = \frac{SC_E}{n - k - 1} \quad (9)$$

La prueba de hipótesis del modelo consiste en ver si la regresión es significativa, probando la hipótesis de la Ecuación ( 10 ), con el estadístico de prueba para la significancia dado por la Ecuación ( 11 ), donde  $SC_{yy}$ ,  $SC_R$  y  $SC_E$  se calculan con la Ecuación ( 12 ), Ecuación ( 13 ) y Ecuación ( 8 ). Así, se rechaza

$H_0$  si  $F_0 > F_{(\alpha,k,n-k-1)}$  o si  $p\text{-valor} = P(F > F_0) < \alpha$ . El análisis de varianza para el modelo de regresión lineal múltiple de detalla en la Tabla 4. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \dots \beta_k = 0$$

$$H_A: \beta_j \neq 0 \quad \text{para al menos un } j = 1, 2, \dots, k \quad (10)$$

$$F_0 = \frac{SC_R/k}{SC_E/(n-k-1)} = \frac{CM_R}{CM_E} \quad (11)$$

$$S_{yy} = SC_R + SC_E = \mathbf{y}'\mathbf{y} - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \quad (12)$$

$$SC_R = \hat{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n} \quad (13)$$

Tabla 4.

ANOVA para la determinación de la significancia del modelo de regresión lineal múltiple.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	$F_0$	$p\text{-valor}$
Regresión	$SC_R$	$k$	$CM_R$	$CM_R/CM_E$	$Pr(F > F_0)$
Error o residuo	$SC_E$	$n - k - 1$	$CM_E$		
Total	$SC_{yy}$	$n - 1$			

Otros parámetros que explica la variación de los datos es el coeficiente de determinación  $R^2$ , y el coeficiente de determinación ajustado  $R_{aj}^2$ , dados por la Ecuación ( 14 ) y Ecuación ( 15 ); se cumple que  $0 < R_{aj}^2 \leq R^2 < 1$  y que un modelo tiene ajuste satisfactorio cuando ambos coeficientes sean superiores a 0.7. Así mismo, una medida de la intensidad de la relación entre la variable dependiente y las variables independientes, es la raíz cuadrada del coeficiente de determinación denominada Coeficiente de correlación múltiple  $R$ . (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$R^2 = \frac{SC_R}{S_{yy}} = 1 - \frac{SC_E}{S_{yy}} \quad (14)$$

$$R_{aj}^2 = \frac{S_{yy}/(n-1) - CM_E}{S_{yy}/(n-1)} \quad (15)$$

Por otro lado, para valorar la contribución de cada coeficiente individual  $\beta_j$  y probar la significancia de la hipótesis dada por el Ecuación ( 16 ), se desarrolla con el estadístico de prueba de la Ecuación ( 17 ) donde  $C_{j+1,j+1}$  es el elemento de la diagonal de la matriz  $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$  de la Ecuación ( 6 ) correspondiente al parámetro  $\beta_j$ . Así, se rechaza  $H_0$  si  $|t_0| > t_{(\alpha/2, n-k-1)}$  o si  $p - valor = P(T > |t_0|) < \alpha$ . (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

$$\begin{aligned} H_0: \beta_j &= 0 \\ H_A: \beta_j &\neq 0 \quad , \quad j = 0,1,2, \dots, k \end{aligned} \quad (16)$$

$$t_0 = \frac{\hat{\beta}_j}{\sqrt{CM_E C_{j+1,j+1}}} \quad (17)$$

### **Metodología de superficie de respuesta**

Es la estrategia experimental y de análisis que permite encontrar los valores óptimos de un proceso, dentro de una región de puntos donde el proceso puede ser ejecutado, denominada *región de operabilidad*, cuyo tamaño es difícil de delimitar porque depende de varios factores simultáneos; pero, analizados dentro de una región de tamaño razonable denominada *región experimental* que es el espacio delimitado por los rangos de experimentación de cada factor elegidos por el experimentador. La región de operabilidad considera todas las combinaciones de tratamientos posibles a ejecutarse, y es igual o más grande que la región experimental. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

El punto óptimo, la mejor combinación posible, al principio podría localizarse en cualquier lugar de la región de operabilidad, dentro o afuera de la región

experimental inicial; planteando un reto para el experimentador: estrategias más completa, varios experimentos en forma secuencial y uso de otras técnicas de análisis. Por otro lado, el mejor tratamiento resulta ser uno de los que se evaluaron en la región experimental elegida para el experimento. En la Figura 9 se muestra la diferencia entre punto óptimo y mejor tratamiento. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008).

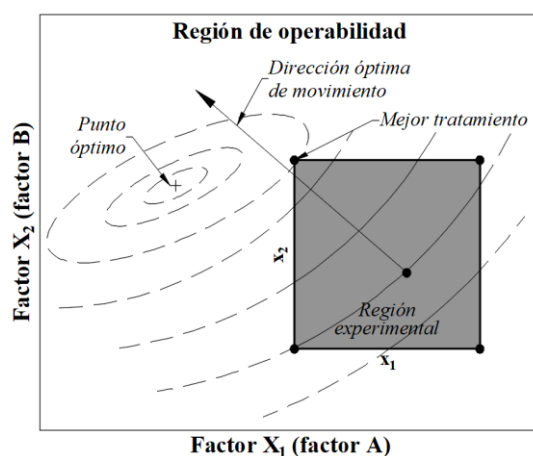


Figura 9.

Mejor tratamiento y punto óptimo, región experimental y región de operabilidad.

Nota: Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2008)

La metodología de superficie de respuesta implica tres aspectos: El diseño de experimento apropiado basado en la posible ubicación del punto óptimo y del modelo de regresión que se requiere ajustar; el modelo, que es la ecuación matemática, por lo general un modelo de regresión lineal múltiple, que relaciona las variables estudiadas en el diseño; y, la técnica de optimización matemática para obtener el punto óptimo que tiene el modelo ajustado. Los modelos que ajustan los datos experimentales son básicamente polinomios, de esta manera, los modelos de primer orden están dados por la Ecuación ( 18 ) y los modelos de segundo orden

por la Ecuación ( 19 ). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008)

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \varepsilon \quad (18)$$

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} X_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{<j=1}^k \beta_{ij} X_i X_j + \varepsilon \quad (19)$$

**Optimización simultánea de varias respuestas.** Según Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar (2008), la optimización de una sola característica o respuesta resultaría en condiciones inadecuadas para las otras características de un producto, por ello es imprescindible optimizar simultáneamente todas las respuestas requeridas. Por lo general, los óptimos individuales no corresponden a los mismos tratamientos, por lo que es necesario buscar una solución compromiso, denominada óptimo simultáneo, donde todas las variables tengan un nivel satisfactorio. Entre los métodos de optimización simultánea se tiene el gráfico, y el analítico basado en una función de deseabilidad; para ambos métodos se supone que cada una de las  $m$  respuestas ( $Y_1, Y_2, \dots, Y_m$ ) a optimizar, está modelada adecuadamente por  $m$  modelos de segundo orden jerárquico dados por la Ecuación ( 20 ).

$$Y_l = \beta_{0l} + \sum_{i=1}^k \beta_{il} X_i + \sum_{i=1}^k \beta_{iil} X_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{<j=1}^k \beta_{ijl} X_i X_j + \varepsilon \quad ; \quad l = 1, 2, \dots, m \quad (20)$$

### *Diseño de experimentos con mezclas*

Muchos problemas de investigación involucran mezclar diferentes componentes; de este modo, un objetivo del experimento con mezclas es determinar que proporciones de las componentes de la mezcla o sus interacciones entre ellas

tiene mayor influencia en la variable de interés y analizarla a partir del modelamiento de las respuestas. Un problema de experimentos con mezclas tendrá  $q$  componentes y cada tratamiento consiste en la combinación particular de esos componentes. Si  $x_1, x_2, \dots, x_q$  son las proporciones de la componentes, dependientes entre sí, que satisfacen las restricciones de la Ecuación ( 21 ) y Ecuación ( 22 ). Es común que algunos componentes  $q$  estén restringidos por razones técnicas o económicas ( $0 \leq a_i \leq x_i \leq b_i \leq 1$ ), siendo  $a_i$  la proporción mínima y  $b_i$  la proporción máxima, lo que delimitará una región experimental factible; en estos casos, es recomendable reescalar las proporciones mediante pseudocomponentes  $z_i$  definidas por la transformación dada por la Ecuación ( 23 ). (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008)

$$0 \leq x_i \leq 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, q \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^q x_i = x_1 + x_2 + \dots + x_q = 1 \quad (22)$$

$$z_i = \frac{x_i - a_i}{1 - \sum_{i=1}^q a_i} \quad (23)$$

Los modelos canónicos de los diseños de mezclas están dadas por la Ecuación ( 24 ) para el modelo de primer orden, la Ecuación ( 25 ) para el modelo de segundo orden, la Ecuación ( 26 ) para el modelo cúbico especial, y, la Ecuación ( 27 ) para el modelo cúbico completo. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008)

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i \quad (24)$$

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i < j} \sum_{j=2}^q \beta_{ij} x_i x_j \quad (25)$$



$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j}^q \sum_{j=2}^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j}^q \sum_{j<k}^q \sum_{k=3}^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k \quad (26)$$

$$E(y) = \sum_{i=1}^q \beta_i x_i + \sum_{i<j}^q \sum_{j=2}^q \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{i<j}^q \sum_{j<k}^q \sum_{k=3}^q \beta_{ijk} x_i x_j x_k + \sum_{i<j}^q \sum_{j=2}^q \delta_{ij} x_i x_j (x_i - x_j) \quad (27)$$

### ***Kriging ordinario.***

Kriging es un método geoestadístico de predicción. Es el mejor predictor lineal insesgado puntual o en bloque; mejor en el sentido que se minimizan sus variaciones de error de predicción. Es una media móvil ponderada en la que los pesos dependen del variograma y de la configuración de los puntos de muestra dentro de la vecindad de sus objetivos. Predice valores en sitios no medidos, a partir de datos de muestra escasos, basados en un modelo estocástico de variación espacial continua representada en el variograma o función de covarianza. El kriging ordinario se basa en la suposición de que la variación es aleatoria y espacialmente dependiente, y que el proceso aleatorio subyacente es intrínsecamente estacionario con media constante y una varianza que depende solo de la separación en distancia y dirección entre lugares y no de la posición absoluta. No requiere más información que las medidas y sus coordenadas geográficas. (Oliver & Webster, 2015)

Una predicción kriged es una suma lineal de datos, puede tener  $k$  dimensiones (una, dos o tres dimensiones). La mayoría de las aplicaciones en la ciencia ambiental es bidimensional ( $k = 2$ ). Suponga que los valores de una variable aleatoria,  $Z$ , se han registrado en  $n$  puntos de muestreo  $x_{di} = \mathbf{x}_i$ , para dar  $n$  datos  $y_i = z(\mathbf{x}_i)$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  y  $d = 1, 2, \dots, k$ . Para kriging puntual, predecimos  $Z$  en

cualquier punto objetivo,  $\mathbf{x}_0$ , con la Ecuación ( 28 ), donde  $\lambda_i$  son los pesos que cumplen la restricción de la Ecuación ( 29 ) para asegurarse que la estimación no sea sesgada. La diferencia esperada es  $E[\hat{Z}_{(\mathbf{x}_0)} - z_{(\mathbf{x}_i)}] = 0$ , y la varianza de la predicción viene dada por la Ecuación ( 30 ), donde la cantidad  $\gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0)}$  es la semivariancia de  $Z$  entre el punto de muestreo  $\mathbf{x}_i$  y el punto objetivo  $\mathbf{x}_0$  (donde la norma  $\|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0\| = \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0$ ), y  $\gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)}$  es la semivariancia entre los puntos de muestreo  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo (donde la norma  $\|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\| = \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j$ ). Las semivarianzas se derivan del modelo de variograma, porque no hay una medida de las semivarianzas entre los puntos de datos y los puntos objetivo donde no tenemos valores observados y en parte porque solo al hacerlo podemos garantizar que las varianzas no sean negativas. Si un punto objetivo también es un punto de muestreo, el kriging puntual devuelve el valor observado y la varianza de la estimación es cero, en ese sentido es un interpolador exacto. (Oliver & Webster, 2015)

$$\hat{Z}_{(\mathbf{x}_0)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i z_{(\mathbf{x}_i)} \quad (28)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \quad (29)$$

$$var[\hat{Z}_{(\mathbf{x}_0)}] = E[\{\hat{Z}_{(\mathbf{x}_0)} - z_{(\mathbf{x}_i)}\}^2] = 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_0)} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)} \quad (30)$$

Los profesionales a menudo quieren predecir valores promedio dentro de áreas que son más grandes que los soportes de los datos. Las fórmulas anteriores para el kriging puntual ordinario se adaptan fácilmente al kriging en bloque. La estimación para cualquier bloque  $B$  sigue siendo un promedio ponderado de los datos,  $z_{(\mathbf{x}_i)}$ , dada por la Ecuación ( 31 ), y la varianza de predicción de  $Z_{(B)}$  esta

dada por la Ecuación ( 32 ) donde  $\bar{\gamma}_{(x_i,B)}$  es la semivarianza promedio entre el punto de datos  $x_i$  y el bloque objetivo  $B$ , y  $\bar{\gamma}_{(B,B)}$  es la semivarianza promedio dentro de  $B$ , la varianza dentro del bloque. (Oliver & Webster, 2015)

$$\hat{Z}_{(B)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i z_{(x_i)} \quad (31)$$

$$\begin{aligned} var[\hat{Z}_{(B)}] &= E \left[ \{\hat{Z}_{(B)} - z_{(B)}\}^2 \right] \\ &= 2 \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{\gamma}_{(x_i,B)} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i \lambda_j \gamma_{(x_i-x_j)} - \bar{\gamma}_{(B,B)} \end{aligned} \quad (32)$$

La Ecuación ( 28 ), la Ecuación ( 29 ) y Ecuación ( 30 ) para un punto objetivo conduce a un conjunto de  $n + 1$  ecuaciones con  $n + 1$  incógnitas; que se resumen en la Ecuación ( 33 ) sujetas a la restricción de la Ecuación ( 29 ), cuya solución permite encontrar las ponderaciones  $\lambda_i$  que minimizan las varianzas de kriging, así como la varianza de predicción dada por la Ecuación ( 34 ), donde  $\psi_{(x_0)}$  es un multiplicador de Lagrange introducido para lograr la minimización. La ecuación de kriging, dada por la Ecuación ( 33 ) y la Ecuación ( 29 ), escrita en forma matricial se da por la Ecuación ( 35 ); y, de la varianza de kriging por la Ecuación ( 36 ), donde la matriz  $A$  representa las semivarianzas entre el  $i$ -ésimo y  $j$ -ésimo punto de muestreo,  $\lambda$  el vector de pesos y  $b$  el vector de semivarianzas entre cada punto de muestreo y el punto objetivo. (Oliver & Webster, 2015)

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_{(x_i-x_j)} + \psi_{(x_0)} = \gamma_{(x_j-x_0)} \quad , \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (33)$$

$$\sigma^2_{(x_0)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_{(x_j-x_0)} + \psi_{(x_0)} \quad (34)$$

$$A\lambda = b \quad o \quad \lambda = A^{-1}b \quad (35)$$

$$\hat{\sigma}^2_{(x_0)} = b^T \lambda \quad (36)$$

El sistema de kriging equivalente para bloques se muestran en las Ecuaciones ( 37 ), ( 38 ) y ( 39 ). Las variaciones del kriging de bloque son en general más pequeñas que las del kriging puntual porque cualquier variación está contenida por completo en la variación dentro del bloque. También hay algo menos de fluctuación entre las predicciones de kriged en bloque que entre las puntuales, por lo que las superficies de kriged realizadas por kriging en bloque son más suaves que las realizadas por kriging puntual. En la práctica, cuando se resuelven las ecuaciones de kriging, generalmente se encuentra que solo los puntos cercanos al objetivo tienen un peso significativo y que la mayoría pueden ignorarse, siendo esto computacionalmente más manejable. (Oliver & Webster, 2015)

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i \gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)} + \psi_{(B)} = \bar{\gamma}_{(\mathbf{x}_j, B)} \quad , \quad \forall j = 1, 2, \dots, n \quad (37)$$

$$\sigma^2_{(B)} = \sum_{i=1}^n \lambda_i \bar{\gamma}_{(\mathbf{x}_i, B)} + \psi_{(B)} - \bar{\gamma}_{(B, B)} \quad (38)$$

$$\hat{\sigma}^2_{(B)} = \mathbf{b}^T \boldsymbol{\lambda} - \bar{\gamma}_{(B, B)} \quad (39)$$

**Funciones del modelo de variograma.** Las ecuaciones ( 33 ) y ( 37 ) muestran que los pesos de kriging dependen del variograma; que son funciones de las semivarianzas entre los sitios de la vecindad,  $\gamma_{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)}$ , y aquellos entre cada punto de muestreo y el punto o bloque a predecir,  $\gamma_{(\mathbf{x}_j - \mathbf{x}_0)}$  o  $\bar{\gamma}_{(\mathbf{x}_j, B)}$ , respectivamente. Hay dos tipos principales de funciones de modelo de variograma, no acotadas y acotadas (Figura 10). Los tres modelos más populares son la función de potencia (ilimitada), esférica (acotada) y exponencial (acotada asintóticamente). Si ninguno de estos parece ajustarse a

los valores experimentales, entonces se pueden ajustar funciones más complejas. Por otro lado, teóricamente, el modelo de variograma debería interceptar la ordenada en el origen. En la práctica, el variograma experimental usualmente parece acercarse a la ordenada en algún valor finito positivo. Para hacer que la curva se ajuste, se agrega el parámetro  $c_0$  y un componente estructurado a la función simple. Se requiere una función más compleja cuando hay dos o más escalas distintas de dependencia espacial, es decir, un modelo anidado. (Oliver & Webster, 2015).

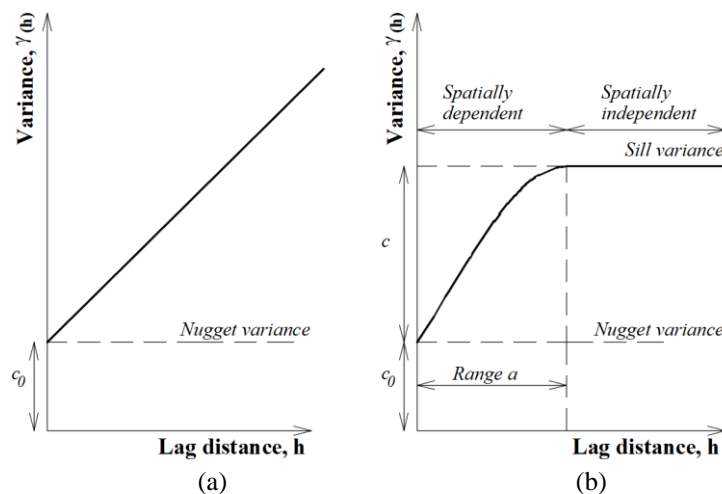


Figura 10.

Ejemplos de modelos de variograma.

Nota: Adaptado de Oliver & Webster (2015)

Parámetros de una función de modelo de variograma (a) no acotada, y, (b) acotada. Lag distance: distancia de retraso. Nugget variance: intersección positiva con la ordenada. Still variance: umbral del modelo. Range a: distancia en la que se alcanza del umbral.

A continuación, se detallan los modelos en su forma isotrópica que son simétricos con respecto a la distancia de retraso ( $lag\ distance = 0$ ), pero definido para  $|h| \geq 0$  solamente. El modelo de función de potencia no acotada se da con la Ecuación ( 40 ), donde  $\rho$  describe la intensidad de la variación,  $\beta$  describe la curvatura, y,  $c_0$  es la intersección positiva con la

ordenada o *nugget variance* , para  $\beta = 1$  el variograma es lineal y  $\rho$  es la pendiente. El modelo de esférico acotado se da con la Ecuación ( 41 ), donde  $c$  es la varianza del componente espacialmente correlacionado,  $r$  es el rango de dependencia espacial, y,  $c_0 + c$  se conoce como umbral o *sill variance*. El modelo esférico anidado se da con la Ecuación ( 42 ) donde  $c_1$  y  $r_1$  son la varianza y el rango del componente de corto alcance de la variación, y,  $c_2$  y  $r_2$  son la varianza y el rango del componente de largo alcance. El modelo exponencial acotado asintóticamente se da con la Ecuación ( 43 ), se acerca asintóticamente a su umbral, y no tiene un rango finito pero habitualmente se asigna un rango efectivo aproximado de  $3a$ , donde  $a$  es un parámetro de distancia que representa el rango a la que se alcanza el umbral y la semivarianza deja de aumentar. El modelo Gaussiano se da con la Ecuación ( 44 ). (Oliver & Webster, 2015).

$$\gamma(h) = c_0 + \rho h^\beta \quad , \quad 0 < \beta < 2 \quad (40)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c \left[ \frac{3h}{2r} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{r} \right)^3 \right] & , \quad 0 < h \leq r \\ c_0 + c & , \quad h > r \\ 0 & , \quad h = 0 \end{cases} \quad (41)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c_1 \left[ \frac{3h}{2r_1} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{r_1} \right)^3 \right] + c_2 \left[ \frac{3h}{2r_2} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{r_2} \right)^3 \right] & , \quad 0 < h \leq r_1 \\ c_0 + c_1 + c_2 \left[ \frac{3h}{2r_2} - \frac{1}{2} \left( \frac{h}{r_2} \right)^3 \right] & , \quad r_1 < h \leq r_2 \\ c_0 + c_1 + c_2 & , \quad h > r_2 \\ 0 & , \quad h = 0 \end{cases} \quad (42)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c \left[ 1 - e^{-h/a} \right] & , \quad h > 0 \\ 0 & , \quad h = 0 \end{cases} \quad (43)$$

$$\gamma(h) = \begin{cases} c_0 + c \left[ 1 - e^{-(h/a)^2} \right] & , \quad h > 0 \\ 0 & , \quad h = 0 \end{cases} \quad (44)$$

### 2.3. Definición de términos

#### *Adobe*

Unidad de bloque macizo de tierra cruda o sin cocer, el cual puede contener paja u otro material que mejore su estabilidad frente agentes externos, resistencia y durabilidad (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006, 2017).

#### *Adobe estabilizado*

“Adobe en el que se ha incorporado otros materiales (...), [como un material conglomerante] con el fin de mejorar sus condiciones de resistencia (...) y estabilidad ante la presencia de humedad (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2006).

#### *Adobe compactado*

El Adobe compactado o “Bloque de Tierra Comprimida (BTC) [es una] pieza (...) con forma de paralelepípedo rectangular, obtenida por compresión estática o dinámica de tierra húmeda, seguida de un desmolde inmediato, y que puede contener estabilizantes o aditivos para alcanzar o desarrollar (...) características particulares” (Asociación Española de Normalización y Certificación, 2008). En los límites de esta investigación, el adobe compactado es el adobe estabilizado con cal y/o yeso sometidos a presión con una prensa manual durante su elaboración.

#### *Material conglomerante*

Es un "(...) material capaz de unir fragmento de una o varias sustancias (...)

[donde] el proceso de unión se realiza por procedimientos químicos, hay reacciones internas en el conglomerante que modifican su composición química, se hidratan y adquieren otras características tanto químicas como físicas. Es el caso del yeso, la cal o el cemento" (Crespo Escobar, 2010).

### ***Módulo de rotura***

Es la resistencia máxima determinada en un ensayo de flexión (...) es el esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce el fallo, (...) [se conoce también como] resistencia a la flexión (INSTRON, s/f).

### ***Desgaste por humedecido y secado***

Es el desgaste de la unidad de adobe al ser sometido a un proceso de cinco ciclos de humedecido y secado (Dirección de normalización, 2017b). Representa la resistencia a la absorción de la humedad.



### III. METODOLOGIA

#### 3.1. Tipo de investigación y diseño de investigación

##### Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo con un nivel de investigación explicativo. Se enmarca en una investigación experimental, al establecer la relación causa y efecto entre las variables de investigación establecidas.

##### Diseño de investigación

Para el desarrollo de la investigación se adoptaron dos metodologías del diseño de experimentos y un método geoestadístico de predicción para construir un modelo que se explique el comportamiento de las variables de investigación. En la Figura 11 se detallan los arreglos espaciales de los tratamientos por metodología empleada.

a. Método de superficie de respuesta, bajo los siguientes modelos:

Primer orden

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \varepsilon_{1i} \quad , \quad i = 1,2 \quad (45)$$

Segundo orden

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon_{2i} \quad , \quad i = 1,2 \quad (46)$$

Tercer orden

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{112} X_1^2 X_2 + \beta_{122} X_1 X_2^2 + \beta_{111} X_1^3 + \beta_{222} X_2^3 + \varepsilon_{3i} \quad , \quad i = 1,2 \quad (47)$$

Cuarto orden

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{112} X_1^2 X_2 + \beta_{122} X_1 X_2^2 + \beta_{111} X_1^3 + \beta_{222} X_2^3 + \beta_{1112} X_1^3 X_2 + \beta_{1122} X_1^2 X_2^2 + \beta_{1222} X_1 X_2^3 + \beta_{1111} X_1^4 + \beta_{2222} X_2^4 + \varepsilon_{4i} \quad , \quad i = 1,2 \quad (48)$$

- b. Método de diseño de mezclas, bajo el modelo de diseño simplex con un modelo cúbico especial.

$$Y_i = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \beta_{123} X_1 X_2 X_3 + \varepsilon_{5i} \quad , \quad i = 1,2 \quad (49)$$

- c. Kriging Ordinario

Se aplica un kriging puntual.

$$Y_{i0(x_0)} = \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{i(x_j)} \quad , \quad i = 1,2 \quad (50)$$

$$\mathbf{x}_j = (X_1, X_2)_j \quad , \quad \mathbf{x}_0 = (X_1, X_2)_0$$

Donde:

- $X_1$  : Porcentaje en peso de cal.  
 $X_2$  : Porcentaje en peso de yeso.  
 $X_3$  : Porcentaje en peso de tierra.  
 $Y_1$  : Módulo de rotura.  
 $Y_2$  : Desgaste por humedecido y secado (DHS).

- $Y_{i0(x_0)}$  : Predicción de las variables  $Y_1$  o  $Y_2$  en  $x_0$ .
- $x_0$  : Punto objetivo en  $X_1$  y  $X_2$  desconocido
- $n$  : Número de tratamientos o número de especímenes.

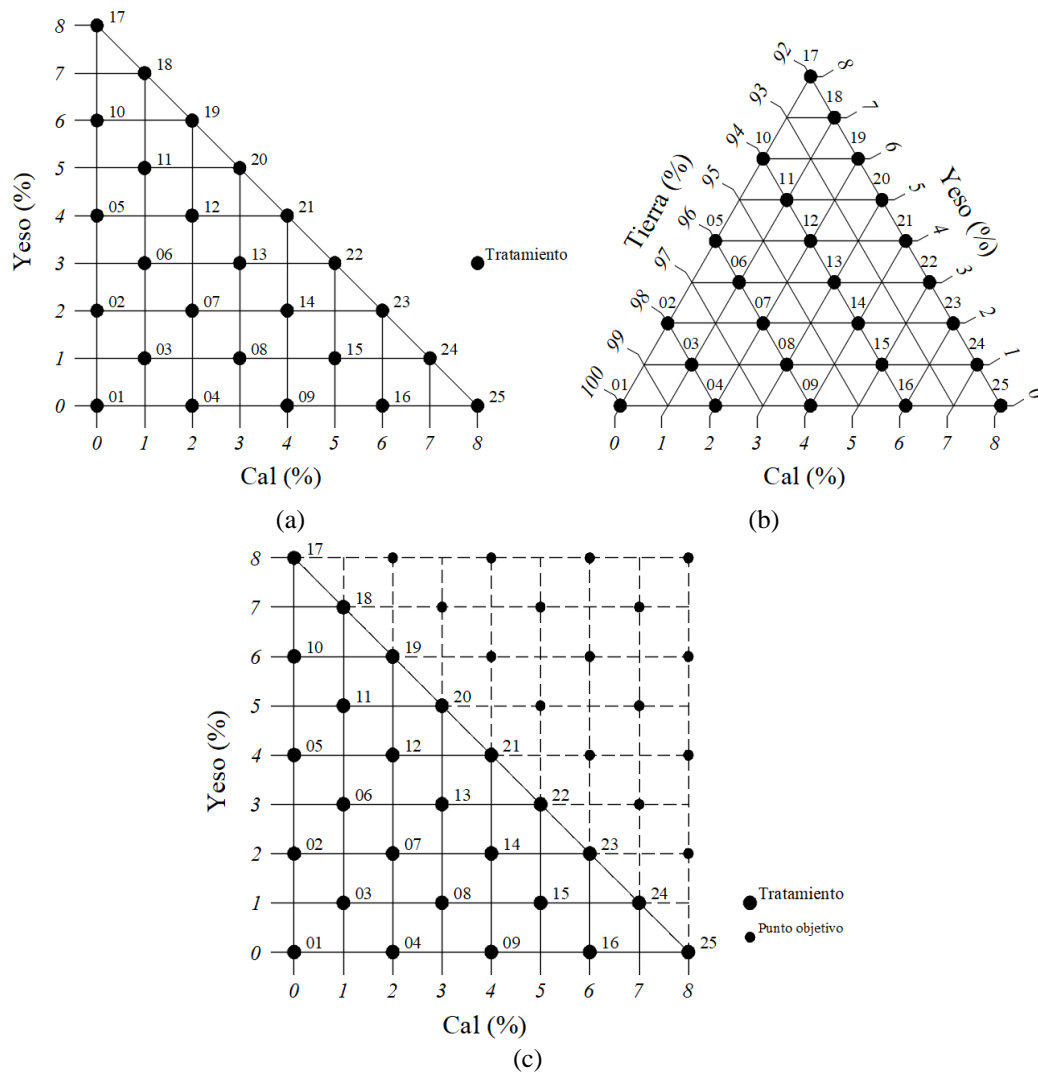


Figura 11.

Arreglo espacial de los tratamientos.

Nota: (a) Arreglo bidimensional, método de superficie de respuesta:  $X_1$ : cal; y,  $X_2$ : yeso; (b) Diagrama ternario, método de diseño de mezclas:  $X_1$ : cal;  $X_2$ : yeso; y,  $X_3$ : tierra; y, (c) Arreglo bidimensional, kriging ordinario puntual:  $X_1$ : cal; y,  $X_2$ : yeso.

### 3.2. Plan de recolección de la información y/o diseño estadístico

## ***Población***

Adobe compactado de tierra en la ciudad de Huaraz.

## ***Muestra***

Para el tamaño de muestra, ante la ausencia de una varianza de error experimental conocida, el número de especímenes o réplicas de adobe de tierra compactado fue elegido en cinco especímenes por tratamiento y por cada variable dependiente. La decisión se basó en: que el número de réplicas en la mayoría de las situaciones experimentales varía entre cinco y diez. (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2008); los resultados de los ensayos se obtienen de las cuatro mejores muestras de seis (Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2017); y, que para verificar los ensayos del módulo de rotura y del desgaste por humedecido y secado de adobes estabilizados con asfalto se emplean cinco unidades (Dirección de normalización, 2017c).

Por otro lado, se combinaron diferentes niveles de cal y yeso (de 0 a 8% respecto al peso total de la mezcla) para obtener distintos tratamientos cuya suma es 2, 4, 6 o 8% de cal y/o yeso (ver Figura 11 y Tabla 5). Se tomó esta decisión bajo criterios de similaridad basadas en: que para garantizar cierta homogeneidad del contenido de cal en todo los puntos del mezclado se fija un porcentaje mínimo de 2 o 3% (Jofré & Kraemer, 2017); y, que para producir adobes compactados con medidas constantes y superficies lisas se necesita estabilizar con 4 a 8% de cemento (Minke, 2005b). Asimismo, con fines de comparación, se consideró dos tratamientos base, la primera un adobe compactado sin cal o yeso; y, la segunda un adobe típico de tierra sin cal o yeso.

En función de estos criterios se calculó el tamaño muestral necesario para cada variable dependiente mostrada en la Tabla 5.

Tabla 5.

Tratamientos por variable dependiente.

Tratamiento	Nivel de C/P	Nivel de Y/P	Suma (C+Y)/P	Nivel de T/P	Especímenes o réplicas
00 <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	100,0	5
01 <sup>b</sup>	0,0	0,0	0,0	100,0	5
02	0,0	2,0	2,0	98,0	5
03	1,0	1,0	2,0	98,0	5
04	2,0	0,0	2,0	98,0	5
05	0,0	4,0	4,0	96,0	5
06	1,0	3,0	4,0	96,0	5
07	2,0	2,0	4,0	96,0	5
08	3,0	1,0	4,0	96,0	5
09	4,0	0,0	4,0	96,0	5
10	0,0	6,0	6,0	94,0	5
11	1,0	5,0	6,0	94,0	5
12	2,0	4,0	6,0	94,0	5
13	3,0	3,0	6,0	94,0	5
14	4,0	2,0	6,0	94,0	5
15	5,0	1,0	6,0	94,0	5
16	6,0	0,0	6,0	94,0	5
17	0,0	8,0	8,0	92,0	5
18	1,0	7,0	8,0	92,0	5
19	2,0	6,0	8,0	92,0	5
20	3,0	5,0	8,0	92,0	5
21	4,0	4,0	8,0	92,0	5
22	5,0	3,0	8,0	92,0	5
23	6,0	2,0	8,0	92,0	5
24	7,0	1,0	8,0	92,0	5
25	8,0	0,0	8,0	92,0	5

Tamaño de muestra por variable dependiente 130

Nota: Porcentajes respecto al peso de la mezcla; C: peso de cal; Y: peso de yeso; T: peso de tierra; y, P: peso de la mezcla.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Tabla 6.

Tamaño muestral.

Variable	Especímenes	Dimensiones
Y <sub>1</sub> : Módulo de rotura	130	30cmx15cmx10 cm
Y <sub>2</sub> : Desgaste de humedecido y secado	130	10cmx10cmx10 cm
Total de especímenes	260	

### Hipótesis estadística.

La hipótesis estadística empleada para verificar las hipótesis de investigación

se expresa con la Ecuación ( 51 ).

$$\begin{aligned} H_0: \tau_0 = \tau_1 = \dots = \tau_i = 0 \quad , \quad i = 0,1,2, \dots, 25 \\ H_A: \tau_i \neq 0 \quad \text{para algún } i \end{aligned} \quad (51)$$

Donde:

$\tau_i$  : Efecto (incremento o reducción) del tratamiento  $i$  (inclusión de cal y yeso) sobre la variable dependiente (módulo de rotura, y, desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado)

Si se acepta la hipótesis nula ( $H_0$ ) se confirma que los efectos sobre la variable de los  $i$  tratamientos son estadísticamente iguales a cero, y, en caso de rechazarla se acepta la hipótesis alternativa ( $H_A$ ) concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero y por consiguiente se comprueba las hipótesis de investigación. Para lo cual se asume una significancia predefinida de  $\alpha = 0.05$ .

### **Procedimiento de recolección de la información**

Para recolectar la información requerida para la investigación se siguieron los siguientes procedimientos:

#### ***Elaboración de especímenes de adobe***

La elaboración de los especímenes se desarrolló en función del protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado adjunto en el Anexo 3. Las cantidades de los materiales empleados en la elaboración se detallan en la Tabla 7. La forma y dimensiones de la unidad de adobe se muestran en la Figura 12. Los detalles de los moldes y elaboración de las unidades de adobe se muestran en la

Figura 13, en la Figura 14, en la Figura 15 y en la Figura 16.

Tabla 7.

Proporciones empleadas en la elaboración de los especímenes para la investigación.

Tratamiento	Cal – C (kg)	Yeso – Y (kg)	Tierra – T (kg)	Peso total (kg)	Agua – A (ml)
00 <sup>a</sup>	0.000	0.000	10.90	10.900	2000
01 <sup>b</sup>	0.000	0.000	10.90	10.900	900
02	0.000	0.222	10.90	11.122	1000
03	0.111	0.111	10.90	11.122	500
04	0.222	0.000	10.90	11.122	600
05	0.000	0.454	10.90	11.354	500
06	0.114	0.341	10.90	11.354	500
07	0.227	0.227	10.90	11.354	500
08	0.341	0.114	10.90	11.354	400
09	0.454	0.000	10.90	11.354	500
10	0.000	0.696	10.90	11.596	700
11	0.116	0.580	10.90	11.596	750
12	0.232	0.464	10.90	11.596	700
13	0.348	0.348	10.90	11.596	650
14	0.464	0.232	10.90	11.596	750
15	0.580	0.116	10.90	11.596	700
16	0.696	0.000	10.90	11.596	600
17	0.000	0.948	10.90	11.848	700
18	0.118	0.829	10.90	11.848	700
19	0.237	0.711	10.90	11.848	750
20	0.355	0.592	10.90	11.848	700
21	0.474	0.474	10.90	11.848	650
22	0.592	0.355	10.90	11.848	650
23	0.711	0.237	10.90	11.848	600
24	0.829	0.118	10.90	11.848	600
25	0.948	0.000	10.90	11.848	600

Nota: Las proporciones se basan en 10.9 kg de tierra empleados por cada espécimen. La cantidad de agua varía por el requerimiento y características de la mezcla.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

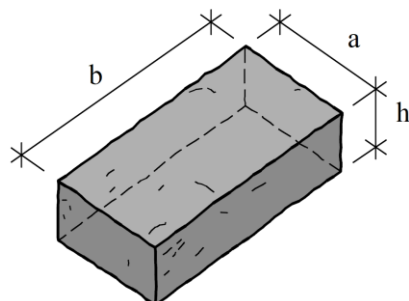


Figura 12.

Especímen de la unidad de adobe compactada y no compactada.

Nota: h: Altura, a: ancho, y b: largo.

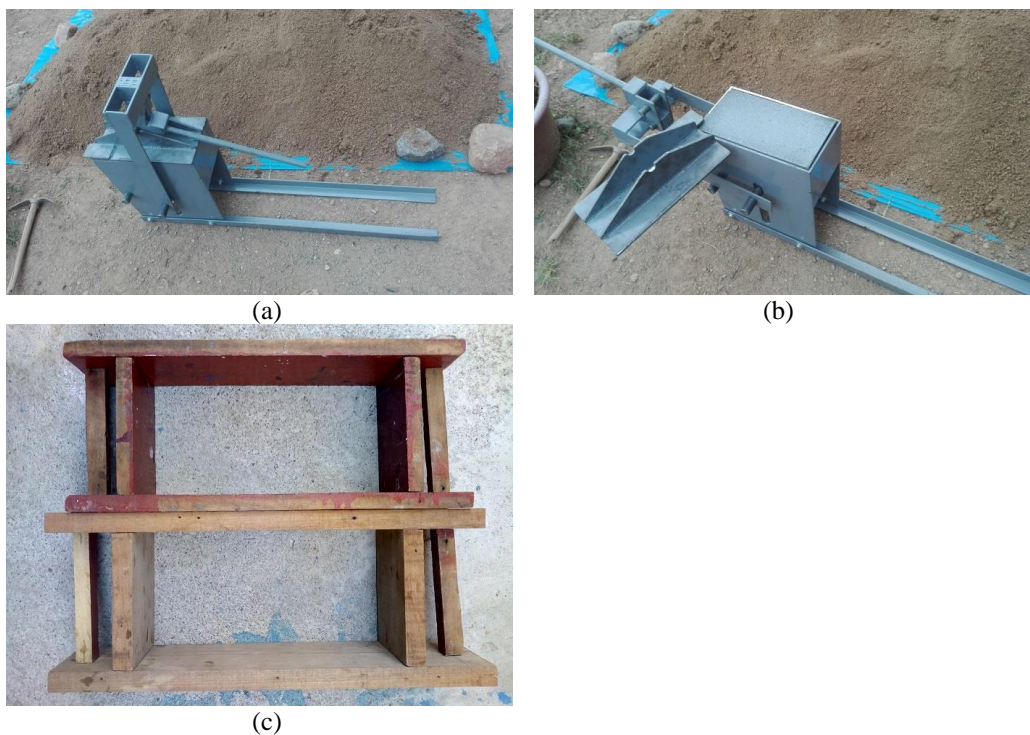


Figura 13.

Moldes para la elaboración de adobe compactada y no compactada.

Nota: (a) y (b) Máquina casera similar a la CINVA – RAM con prensa manual; al costado se muestra la tierra para elaborar adobe luego de tamizado el suelo, y, (c) Molde de madera.

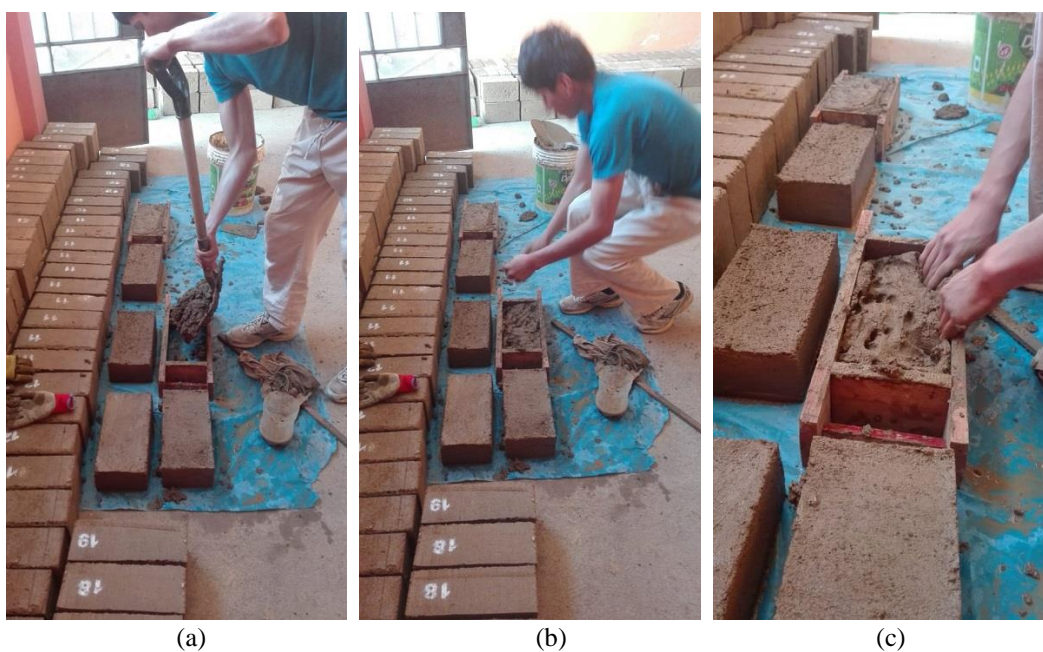


Figura 14.

Elaboración de las unidades de adobe no compactado sin cal ni yeso.

Nota: (a), (b) y (c) colocado de barro en moldes.





Figura 15.

Elaboración de las unidades de adobe compactado.

Nota: De (a) hasta (h) preparado de la mezcla con cal y/o yeso. De (i) hasta (n) limpieza, colocación de mezcla, prensado del adobe y retiro del molde. (o) y (p) Disposición de la unidad de adobe en la zona de secado al aire libre.

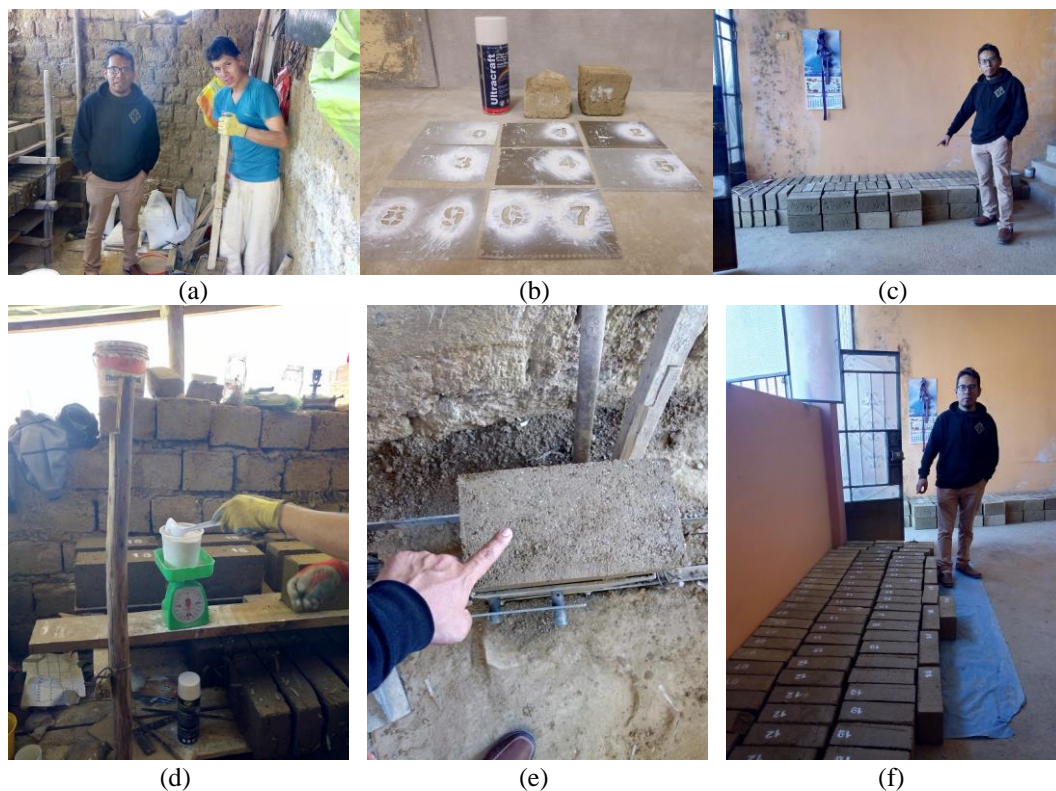


Figura 16.

Unidades de adobe compactado.

Nota: (a) Proceso de elaboración, (b) plantillas para el pintado de las unidades de adobe, (c) y (f) almacenamiento de las unidades de adobe compactad, (d) medición de la cantidad de cal y/o yeso, (e) unidad de adobe compactado en la prensa manual luego de compactada la unidad.

### ***Medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe***

Las mediciones se obtuvieron empleando el protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe (Anexo 4).

El proceso de mediciones de las dimensiones de los especímenes de la unidad de adobe se muestra en la Figura 17.

Las mediciones de la masa de los especímenes de la unidad de adobe se muestran en la Figura 18.

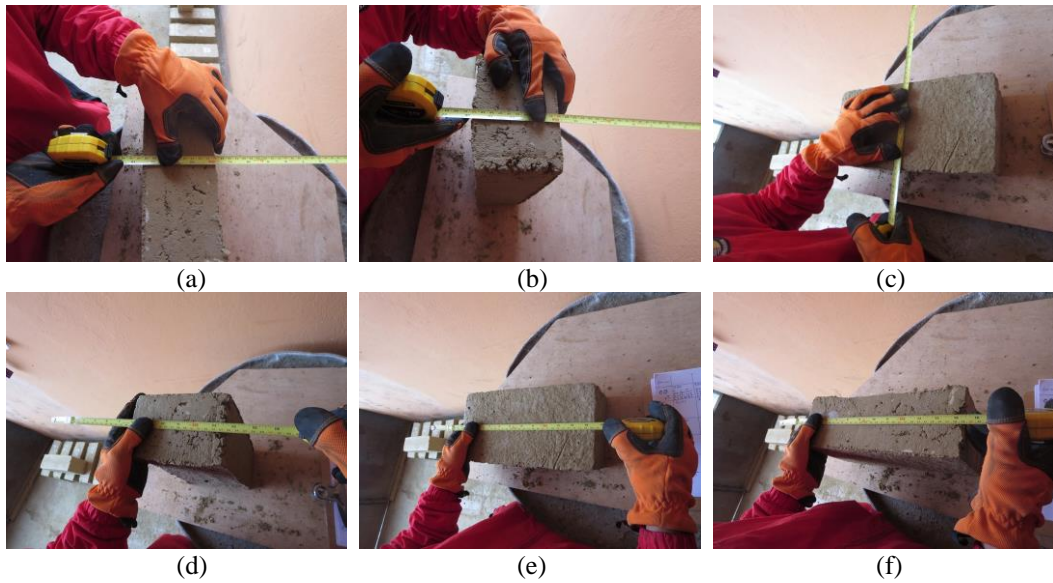


Figura 17.

Medición de las dimensiones de la unidad de adobe compactado.

Nota: (a) y (b) Altura. (c) y (d) Ancho. (e) y (f) Largo.

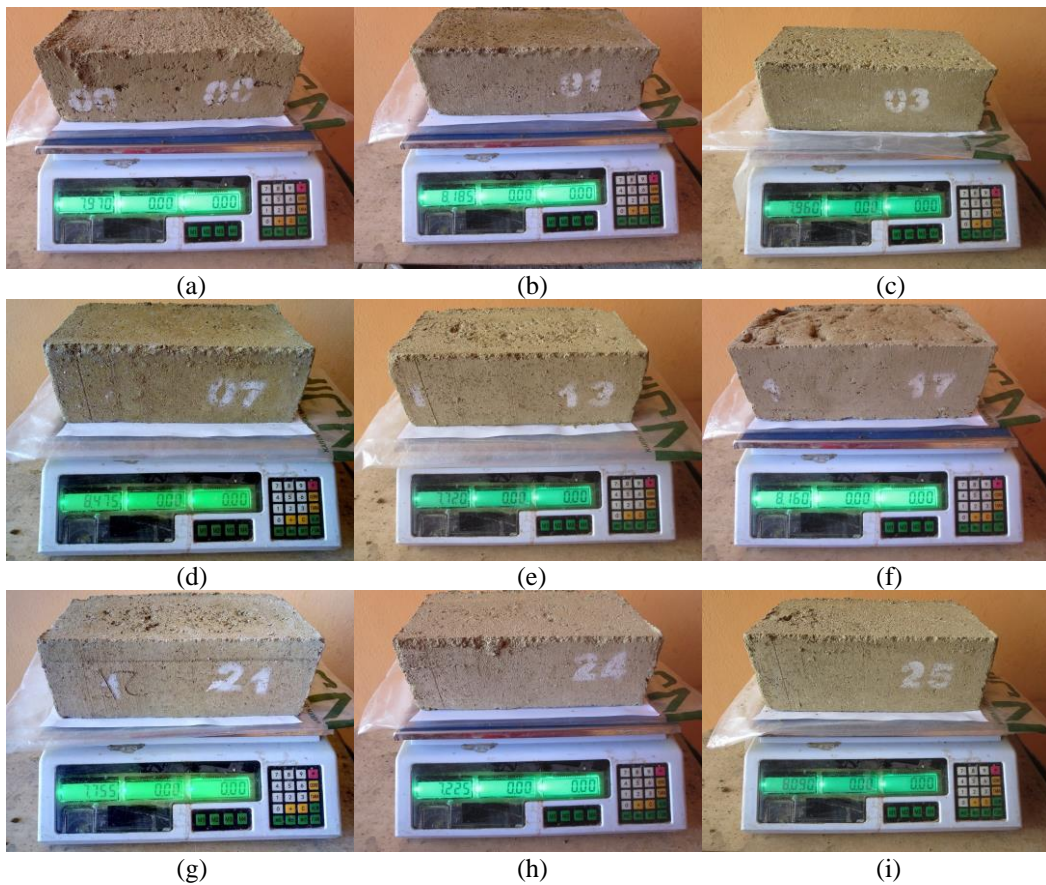


Figura 18.

Medición de la masa de la unidad de adobe compactado.

Nota: De (a) hasta (i) medición de cada espécimen.

### Medición del módulo de rotura.

La medición de los especímenes se desarrolló empleando el protocolo de medición del módulo de rotura de la unidad de adobe compactado. (Anexo 5).

Los ensayos del módulo de rotura se muestran en la Figura 19 y en la Figura 20.

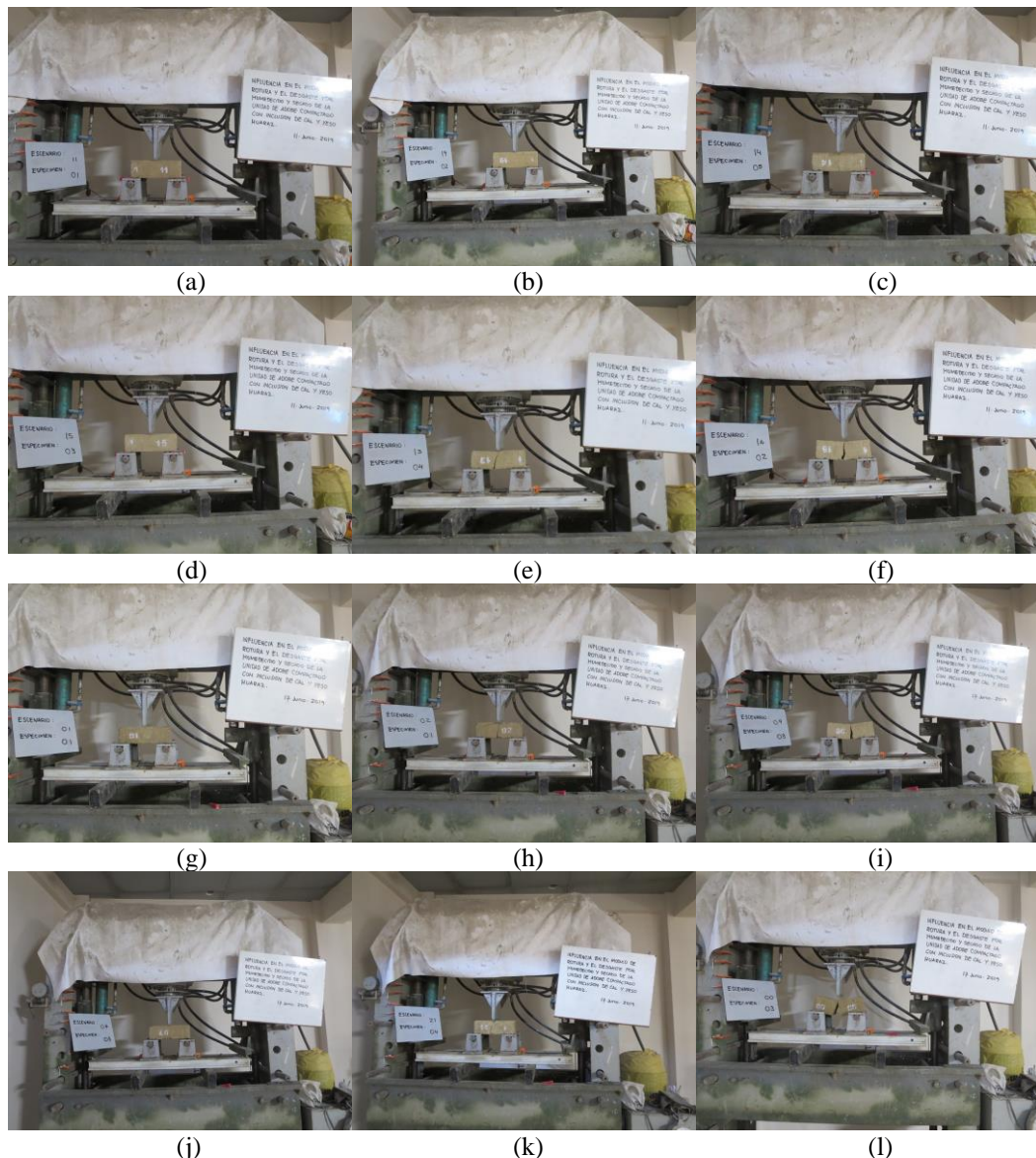


Figura 19.

Medición del módulo de rotura.

Nota: Ensayo de los especímenes por tratamiento (escenario).



Figura 20.

Bloques de ensayo del módulo de rotura.

Nota: (a) y (b) Primer bloque de mediciones. (c) y (d) Segundo bloque de mediciones.

### ***Medición de desgaste por humedecido y secado***

La medición de los especímenes se desarrolló empleando el protocolo de medición del desgaste de humedecido y secado de la unidad de adobe compactado. (Anexo 7).

Los detalles de almacenamiento, medición de pesos por ciclo, colocado al horno y en bandejas por inmersión parcial se muestran en la Figura 21, en la Figura 22 y en la Figura 23.

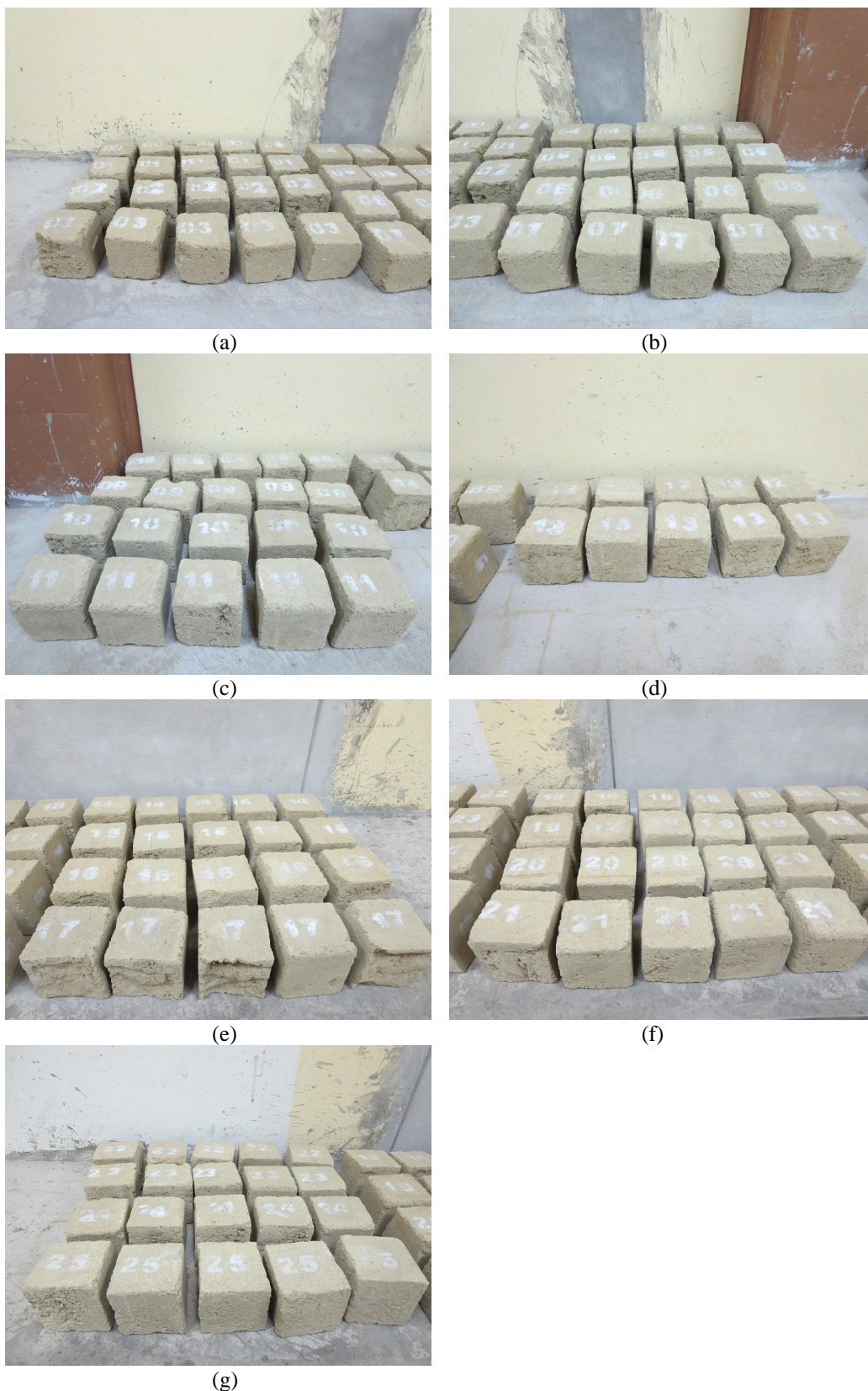


Figura 21.

Ordenamiento de los especímenes antes del ensayo.

Nota: Se muestran los 130 cubitos de adobe cortados de 130 unidades de adobe completas.



Figura 22.

Ciclos de mediciones de desgastes por humedecido y secado.

Nota: Primer ciclo de mediciones: (a) Cinco especímenes por tratamiento. (b) Zona de trabajo. (c) Antes de iniciar el ciclo. (d) y (e) Colocado en bandejas con inmersión parcial. (f) y (g) Humedecido después de 4 h. (h), (i) y (j) Al horno a 110°C por 18 h. (k) y (l) Limpieza de bandeja. (m) Retirado del horno. (n) Enfriamiento por 1 h. (o) Al terminar el ciclo y antes de iniciar el siguiente ciclo.



Figura 23.

Ciclos de mediciones de desgastes por humedecido y secado.

Nota: Quinto ciclo de mediciones: (a) Especímenes por tratamiento. (b) Inmersión parcial 1.5 cm de altura de agua. (c) Colocado en bandejas con inmersión parcial. (d) Humedecido después de 4 h, nótese que no existe residuos de tierra en la bandeja. (e) y (f) Al horno a 110°C por 18 h. (g) Retirado del horno. (h) Enfriamiento por 1 h. (i), (j), (k), (l), (m) y (n) Ordenamiento de los especímenes terminado todo los ciclos de humedecido y secado en todos los tratamientos, nótese que el orden inicia con el tratamiento 03.. (o) Zona de trabajo y almacenamiento de especímenes.



### 3.3. Instrumentos de recolección de la información

Los instrumentos de investigación empleados para la recolección de información fueron:

- Protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado (Anexo 3).
- Protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe compactado (Anexo 4).
- Protocolo de medición del módulo de rotura de la unidad de adobe compactado (Anexo 5).
- Protocolo de medición del desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado (Anexo 7).

### 3.4. Plan de procesamiento y análisis estadístico de la información

La información recolectada mediante los instrumentos de investigación fue procesada empleando los siguientes criterios (algunos de ellos reportados en los protocolos respectivos).

- La masa ( $m$ ), la altura ( $h$ ), el ancho ( $a$ ) y el largo ( $b$ ) de la unidad de adobe por tratamiento se obtuvo con la media de las mediciones de los especímenes de cada tratamiento.
- La densidad de la unidad de adobe por tratamiento se obtuvo primero aplicando la Ecuación ( 52 ) en cada espécimen, luego se determinó la media de los valores calculados de los especímenes de cada tratamiento.

$$\rho = \frac{m}{hab} \quad ( 52 )$$

Donde:

- $\rho$  : Densidad del espécimen en  $\text{g/cm}^3$ .
- $m$  : Masa del espécimen.
- $h$  : Altura del espécimen.
- $a$  : Ancho del espécimen.
- $b$  : Largo del espécimen.

- El módulo de rotura de la unidad de adobe por tratamiento se obtuvo primero aplicando la Ecuación ( 53 ) en cada espécimen, luego se determinó la media de los valores calculados de los especímenes de cada tratamiento.

$$M_r = \frac{3 PL_s}{2 ah^2} \quad ( 53 )$$

Donde:

- $M_r$  : Módulo de rotura del espécimen en MPa.
- $P$  : Carga aplicada en el espécimen como viga simple.
- $L_s$  : Longitud entre apoyos, 24 cm (constante durante el ensayo).
- $a$  : Ancho del espécimen en centímetros.
- $h$  : Altura del espécimen en centímetros.

- El desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe por tratamiento y por ciclo de medición, se obtuvo primero aplicando la Ecuación ( 54 ) y la Ecuación ( 55 ) por cada espécimen, luego se determinó la media de los valores calculados de los especímenes de cada tratamiento.

$$DHS_j = 100 \frac{m_0 - m_k}{m_0} , \quad j = i, ii, iii, iv, v, vi \quad , \quad k = I, II, III, IV, V, VI \quad ( 54 )$$

$$DHS_{vii} = 100 \frac{m_I - m_V}{m_I} \quad ( 55 )$$

Donde:

$DHS_j$  : Desgaste por humedecido y secado, respecto a la masa inicial del espécimen por ciclo de medición en %. De este modo,  $DHS_i$ : desgaste por humedecido y secado al primer ciclo;  $DHS_{ii}$ : desgaste por humedecido y secado al segundo ciclo;  $DHS_{iii}$ : desgaste por humedecido y secado al tercer ciclo;  $DHS_{iv}$ : desgaste por humedecido y secado al cuarto ciclo;  $DHS_v$ : desgaste por humedecido y secado al quinto ciclo;  $DHS_{vi}$ : desgaste por humedecido y secado final. Se emplean para analizar el comportamiento de la variable en el tiempo.

$DHS_{vii}$  : Desgaste por humedecido y secado intermedio, respecto a la masa al primer ciclo y quinto ciclo de medición del espécimen en % (Dirección de normalización, 2017b). Sin embargo, este valor de desgaste por humedecido y secado, propuesto para adobe estabilizado con asfalto, no describe adecuadamente el comportamiento de todos los tratamientos, sobre todo en aquellos que no completan todos los ciclos de ensayo. Se emplea en la investigación como una medida final del desgaste por humedecido y compararla con el valor de  $DHS_{vi}$ .

$m_0$  : Masa inicial del espécimen antes de iniciar los ciclos de medición.

$m_k$  : Masa del espécimen en diferentes ciclos de medición. De este modo,  $m_I$ : masa al primer ciclo;  $m_{II}$ : masa al segundo ciclo;  $m_{III}$ : masa al tercer ciclo;  $m_{IV}$ : masa al cuarto ciclo;  $m_V$ : masa al quinto ciclo;  $m_{VI}$ : masa final.

El análisis estadístico de la información recolectada y procesada se desarrolló empleando los siguientes métodos estadísticos.

- Para cada variable por tratamiento de la unidad de adobe se obtuvo la media con la Ecuación ( 56 ), la desviación estándar muestral con la Ecuación ( 57 ) y el

intervalo de confianza con la Ecuación ( 58 ). Los resultados se presentan en una gráfica de barra señalando la media y su respectivo intervalo de confianza.

$$\hat{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (56)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x})^2}{n - 1}} \quad (57)$$

$$IC = \pm t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1, gl\right)} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (58)$$

Donde:

$\hat{x}$  : Media de la variable por tratamiento.

$x_i$  : Valores de cada espécimen por tratamiento.

$n$  : Tamaño muestral por tratamiento.

$S$  : Desviación estándar muestral por tratamiento.

$IC$  : Intervalo de confianza para una media.

$t_{\left(\frac{\alpha}{2}, n-1, gl\right)}$ : Valor crítico de la distribución T de Student para un nivel de

significancia de  $\frac{\alpha}{2}$  con  $n - 1$  grados de libertad ( $gl$ ).

- En los casos en los que el número de especímenes por tratamiento era seis se eliminó uno de ellos para utilizar el mismo número de especímenes en cada tratamiento y tener un diseño balanceado. Se adoptó el criterio de dato atípico del diagrama de cajas, aquellos que están fuera o cerca de los límites superior ( $Q_3 + 1.5RIC$ ) e inferior ( $Q_1 - 1.5RIC$ ), donde  $RIC = (Q_3 - Q_1)$  es el intervalo intercuartil,  $Q_1$  es el primer cuartil,  $Q_3$  es el tercer cuartil, además,  $Q_2$  es el segundo cuartil o mediana.
- Para el análisis de los datos, por el método de superficie de respuesta se emplearon la Ecuación ( 45 ), la Ecuación ( 46 ), la Ecuación ( 47 ) y la Ecuación

( 48 ); y, por el método de diseño de mezclas la Ecuación ( 49 ); aplicando regresión lineal múltiple con la Ecuación ( 5 ). La significancia de los modelos se evaluó con una prueba de hipótesis ANOVA (Tabla 4). En esta etapa no se considera el tratamiento 00.

- Para predecir los puntos objetivos que permitan extender y analizar el rango de tratamientos (Figura 11c) se aplicó el método de Kriging ordinario puntual con la Ecuación ( 50 ) empleando un modelo de variograma lineal. En esta etapa no se considera el tratamiento 00.

Para la prueba de las hipótesis de investigación se emplearon los siguientes métodos estadísticos.

- Para verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad de la información recolectada y procesada se empleó la prueba asimetría y curtosis y la prueba de Shapiro – Wilks. Cuando se evidenció la falta de normalidad en algunas variables se adoptó: por transformar la información mediante una función que ajuste a la distribución normal, o, por tratarlas como datos no normales. Se muestra el histograma de frecuencias de la información analizada.
- Para verificar, en la información recolectada y procesada, los supuestos de homogeneidad de varianzas se empleó la Prueba de Bartlett, y, para los supuestos de independencia la prueba de Durbin-Watson.
- Para la prueba de hipótesis de cada variable dependiente por tratamiento se empleó un análisis de varianza (ANOVA) de un factor; y, para el caso de datos no normales una prueba de Kruskal-Wallis, prueba no paramétrica equivalente al ANOVA. Sin embargo, se considera que el ANOVA es lo bastante robusta a

- la falta de normalidad.
- Para evaluar si los tratamientos son diferentes o similares entre si se empleó métodos de comparación múltiples (comparación de medias de tratamiento por parejas, Anexo 18), como el método de Tukey y el método de Duncan. Se presenta un diagrama de caja simultáneo para mostrar gráficamente las diferencias entre los tratamientos.
  - Para comparar los tratamientos con el tratamientos base o control (Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso y Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso), se empleó el método de Dunnet.
  - La prueba de hipótesis para analizar la interacción de las variables independientes en cada variable dependiente se empleó un ANOVA de dos factores.
  - La prueba de hipótesis para analizar la interacción de las variables independientes en las variables dependientes se empleó un análisis multivariante de la varianza (MANOVA).

## IV. RESULTADOS

### Características de la tierra para la unidad de adobe

La tierra empleada en la elaboración de las unidades de adobe tiene las características indicadas en la Tabla 8 y Tabla 9, y se encuentran dentro de los rangos recomendados (Figura 24).

Tabla 8.

Clasificación y compactación por energía estándar.

Clasificación		Descripción	Límites de consistencia			Humedad natural	$\gamma_c$	Humedad óptima
AASHTO	SUCS		L.L.	L.P.	I.P.			
A-2-6(0)	SC	Arena arcillosa con grava	31	16	15	3.610%	1.94	12.480%

Nota:  $\gamma_c$ : Densidad seca compactada máxima ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ). Ver detalle en el Anexo 1.

Tabla 9.

Análisis granulométrico.

Grava		Arena				Finos	Tierra <sup>a</sup>	
Gruesa	Fina	Total	Gruesa	Media	Fina		Total	Arena
8.97%	10.45%	19.41%	8.71%	15.21%	26.76%	50.68%	62.88%	37.12%

Nota: <sup>a</sup> Porcentaje de tierra basado solo en arena y finos del análisis granulométrico, la grava fue retirada por zarandeo antes de elaborar una unidad de adobe. Ver detalle en el Anexo 1.

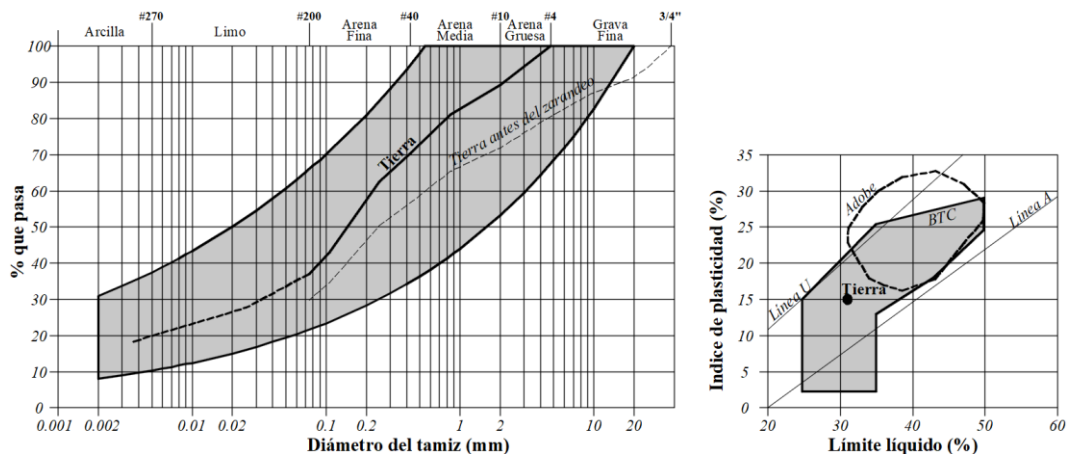


Figura 24.

Granulometría y plasticidad de la tierra empleada en la elaboración de las unidades de adobe según zona recomendada.

## Dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe

Las dimensiones obtenidas de la unidad de adobe para los diferentes tratamientos, así como su variabilidad, se muestran en la Figura 25.

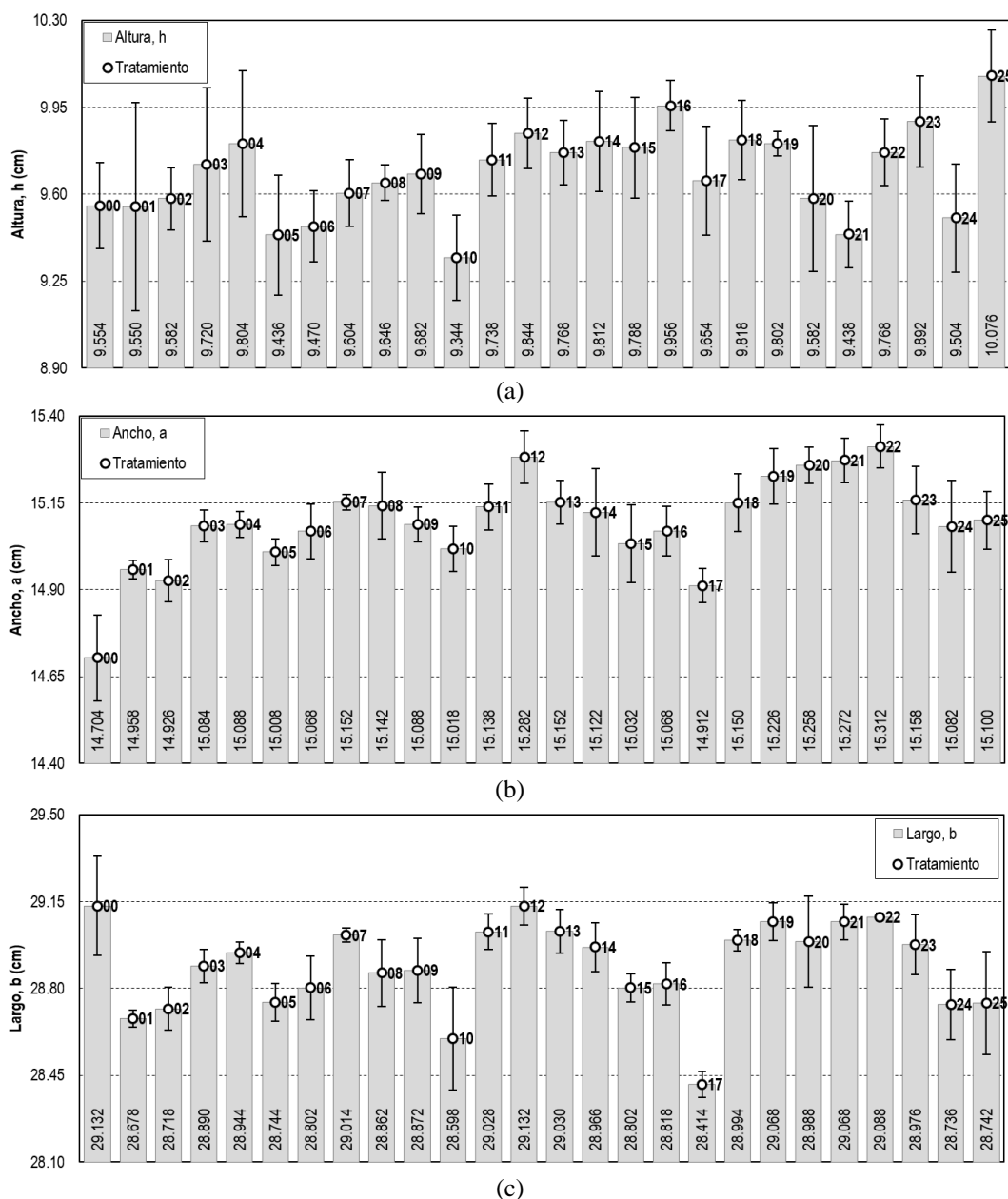


Figura 25.

Medias e intervalos de confianza de las dimensiones de la unidad de adobe por tratamiento.

Nota: (a) Altura, (b) ancho y (c) largo. Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.



La masa y densidad calculada de la unidad de adobe para los diferentes tratamientos, así como su variabilidad, se muestran en la Figura 26.

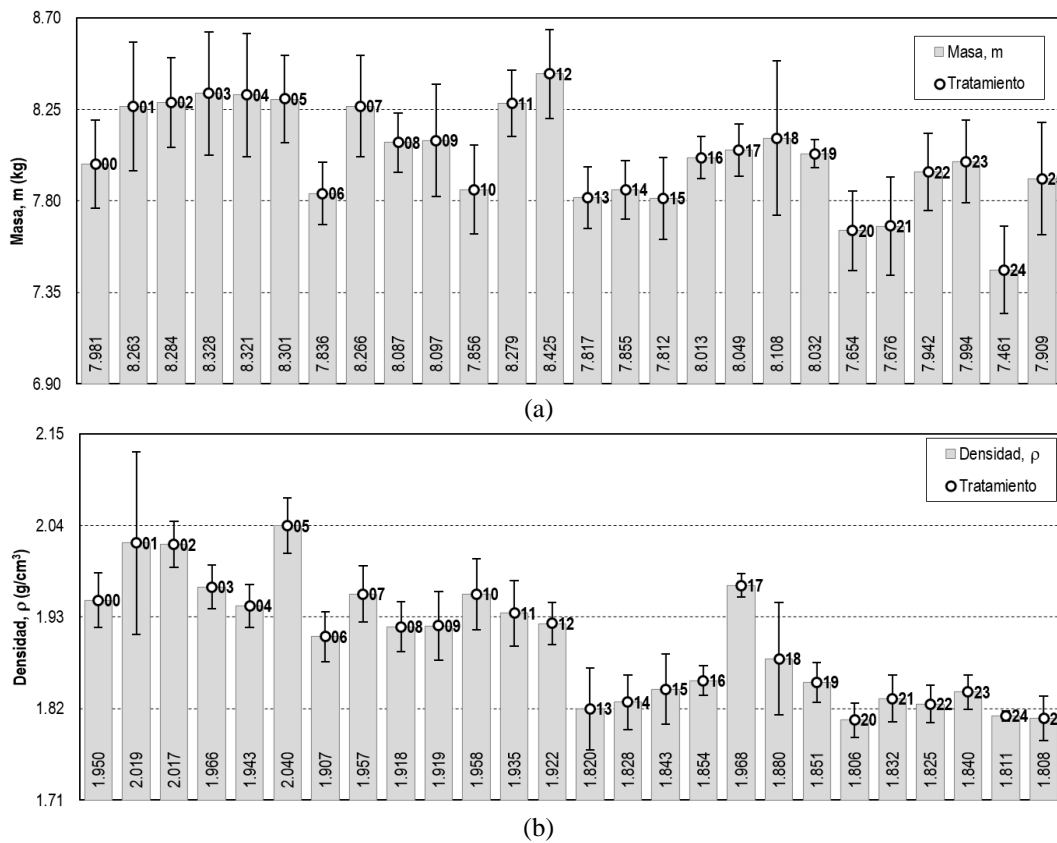


Figura 26.

Medias e intervalos de confianza de la masa y la densidad de la unidad por tratamiento.

Nota: (a) Masa y (b) densidad. Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.

### *Superficie de respuesta y diseño de mezclas*

Los modelos que se ajustan a las dimensiones de la unidad de adobe se expresan con la Ecuación ( 59 ), la Ecuación ( 60 ) y la Ecuación ( 61 ) para los modelos de superficie de respuesta, y, con la Ecuación ( 62 ) y Ecuación ( 63 ) para los modelos de diseño de mezclas, estos modelos se grafican en la Figura 27 y en la Figura 28, los valores de significancia correspondiente a los modelos se presentan en la Tabla 10, en la Tabla 11 y en la Tabla 12. Los resultados muestran que la

altura no se ajusta a un modelo de diseño de mezclas.

Tabla 10.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la altura de la unidad de adobe.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	2.820	2.182	1.827	1.504	1.888
$p$ -valor	0.06200 <sup>a</sup>	0.12438	0.21075	0.34993	0.18885
$R^2_{aj}$	0.185	0.198	0.237	0.227	0.206
$R^2$	0.287	0.365	0.523	0.678	0.437

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup>  $p$ -valor > 0.05 no significativo, sin embargo se adopta el modelo como el más cercano.

Tabla 11.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del ancho de la unidad de adobe.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	15.871	11.229	14.456	8.324	7.177
$p$ -valor	0.00001 <sup>b</sup>	0.00002 <sup>b</sup>	0.00000 <sup>a</sup>	0.00048 <sup>b</sup>	0.00036 <sup>a</sup>
$R^2_{aj}$	0.650	0.681	0.835	0.810	0.643
$R^2$	0.694	0.747	0.897	0.921	0.747

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p$ -valor < 0.05, y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

Tabla 12.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del largo de la unidad de adobe.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	9.881	8.892	9.083	5.922	5.745
$p$ -valor	0.00017 <sup>b</sup>	0.00012 <sup>b</sup>	0.00008 <sup>a</sup>	0.00254 <sup>b</sup>	0.00144 <sup>a</sup>
$R^2_{aj}$	0.526	0.622	0.752	0.742	0.581
$R^2$	0.585	0.701	0.845	0.892	0.703

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p$ -valor < 0.05, y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

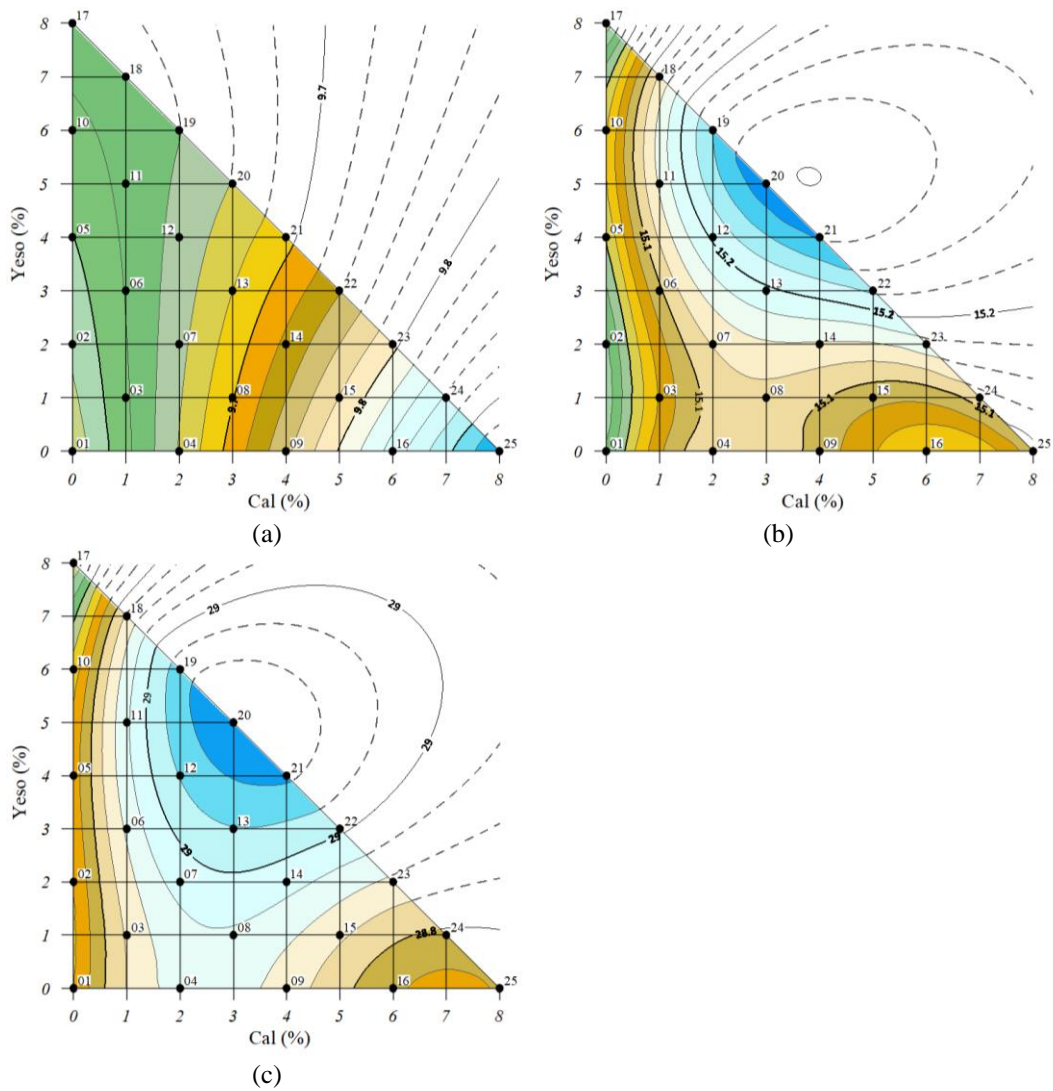


Figura 27.

Modelo del método de superficie de respuestas para las dimensiones de la unidad de adobe.

Nota: (a) 1er orden: Altura  $h$  en cm, (b) 3er orden: Ancho  $a$  en cm, y, (c) 3er orden: Largo  $b$  en cm.

$$h_{sr} = 9.56848 + 0.04675C + 0.00769Y - 0.00573CY \quad (59)$$

$$a_{sr} = 14.95321 + 0.15853C - 0.03701Y - 0.00070CY - 0.04463C^2 + 0.02055Y^2 + 0.00209C^2Y + 0.00028CY^2 + 0.00338C^3 - 0.00207Y^3 \quad (60)$$

$$b_{sr} = 28.69790 + 0.20585C - 0.01943Y + 0.01136CY - 0.05600C^2 + 0.01394Y^2 - 0.00042C^2Y + 0.00085CY^2 + 0.00390C^3 - 0.00191Y^3 \quad (61)$$

$$a_m = -0.36721C - 0.05723Y + 0.14970T + 0.00947CY + 0.00567CT + 0.00227YT + 0.00009CYT \quad (62)$$

$$b_m = -0.84664C - 0.20897Y + 0.28723T - 0.12697CY + 0.01217CT + 0.00521YT + 0.00173CYT \quad (63)$$

Donde:

$sr$  : Índice de los modelos de superficie de respuesta.

$m$  : Índice de los modelos de diseño de mezclas.

$C$  : Cal en porcentaje.

$Y$  : Yeso en porcentaje.

$T$  : Tierra en porcentaje.

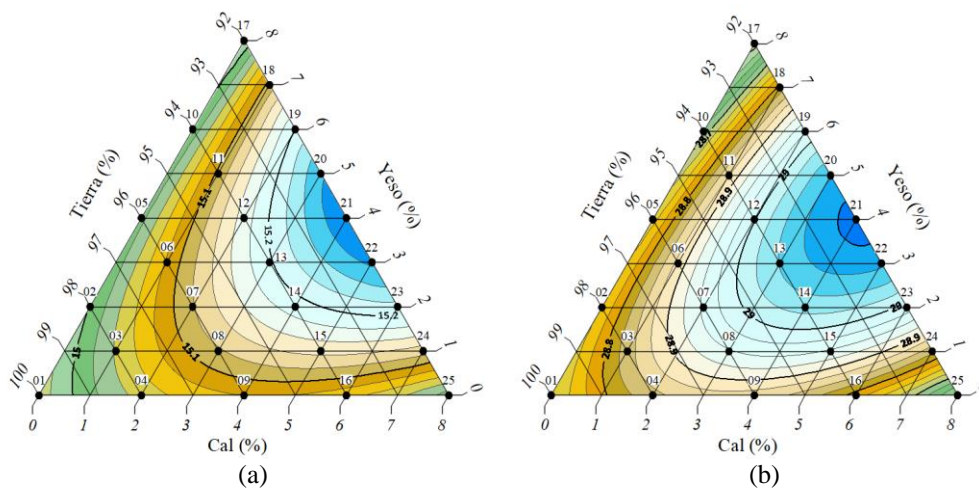


Figura 28.

Modelo cúbico especial del método de diseño de mezclas para las dimensiones de la unidad de adobe.

Nota: (a) Ancho  $a$  en cm, y, (b) Largo  $b$  en cm.

Los modelos que se ajustan a la masa y densidad de la unidad de adobe se expresan con la Ecuación (64) y la Ecuación (65) para los modelos de superficie

de respuesta, y, con la Ecuación ( 66 ) para el modelo de diseño de mezclas, estos modelos se grafican en la Figura 29 y en la Figura 30, los valores de significancia correspondiente a los modelos se presentan en la Tabla 13 y en la Tabla 14. Los resultados muestran que la masa no se ajusta a un modelo de diseño de mezclas.

Tabla 13.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la masa de la unidad de adobe.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	6.063	3.367	1.676	0.982	2.159
$p\text{-valor}$	0.00296 <sup>a</sup>	0.02728 <sup>b</sup>	0.26496	0.67852	0.12726
$R^2_{aj}$	0.388	0.330	0.202	-0.010	0.253
$R^2$	0.464	0.470	0.501	0.579	0.471

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p\text{-valor} < 0.05$ , y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

Tabla 14.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas de la densidad de la unidad de adobe.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	43.647	27.706	16.739	8.993	20.293
$p\text{-valor}$	0.00000 <sup>a</sup>	0.00000 <sup>b</sup>	0.00000 <sup>b</sup>	0.00032 <sup>b</sup>	0.00000 <sup>a</sup>
$R^2_{aj}$	0.842	0.848	0.855	0.823	0.849
$R^2$	0.862	0.879	0.909	0.926	0.893

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p\text{-valor} < 0.05$ , y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

$$m_{sr} = 8.36026 - 0.07060C - 0.03618Y - 0.00667CY \quad (64)$$

$$\rho_{sr} = 2.01207 - 0.02471C - 0.00731Y - 0.00456CY \quad (65)$$

$$\rho_m = 0.06151C - 0.18908Y + 0.02014T + 0.15889CY - 0.00071CT + 0.00217YT - 0.00177CYT \quad (66)$$

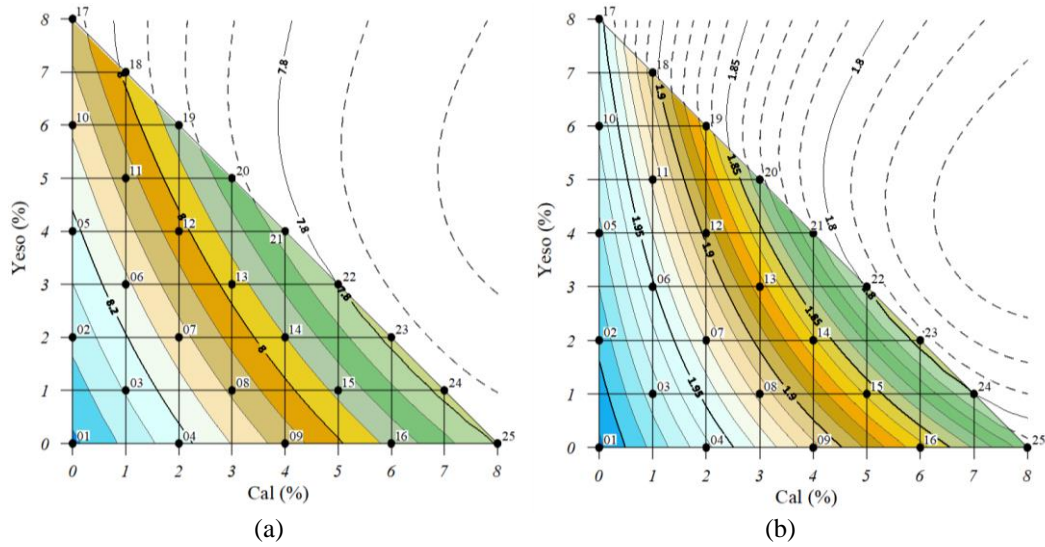


Figura 29.

Modelo del método de superficie de respuestas para la masa y densidad de la unidad de adobe.

Nota: (a) 1er orden: Masa  $m$  en kg, y (b) 1er orden: Densidad  $\rho$  en  $\text{g/cm}^3$ .

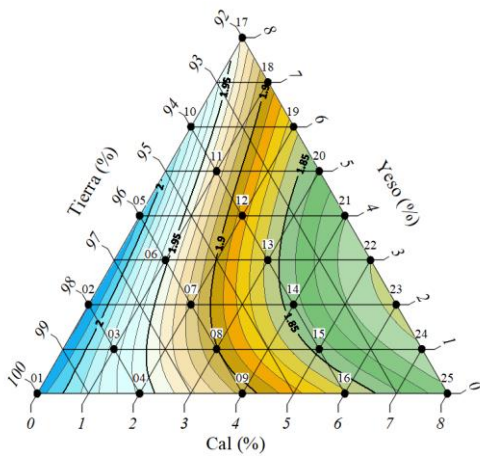


Figura 30.

Modelo cúbico especial del método de diseño de mezclas para la densidad de la unidad de adobe.

Nota: Densidad  $\rho$  en  $\text{g/cm}^3$ .

## Kriging

Los modelos Kriging que se ajustan a las dimensiones de la unidad de adobe se grafican en la Figura 31.

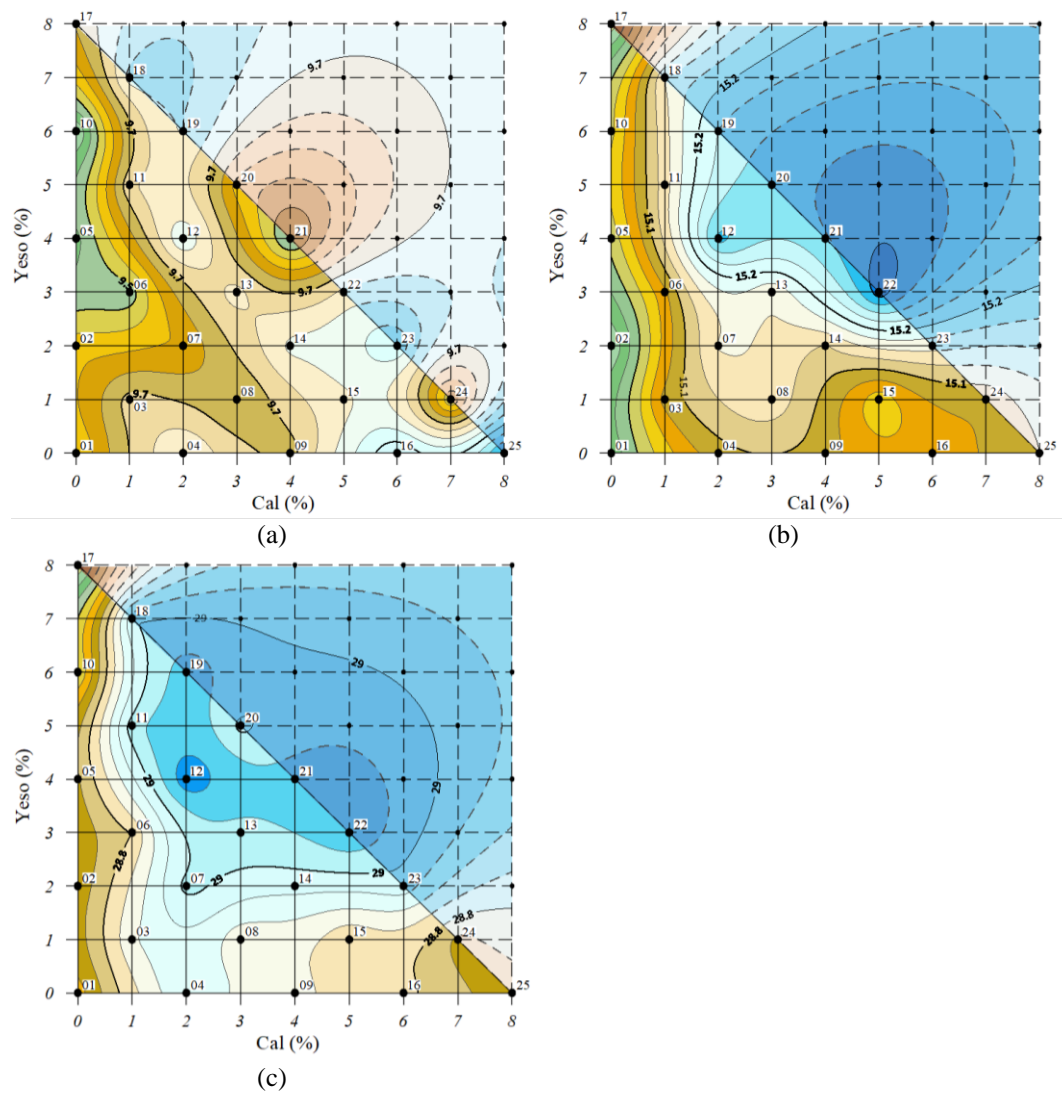


Figura 31.

Kriging ordinario para las dimensiones de la unidad de adobe.

Nota: (a) Altura  $h$  en cm, (b) Ancho  $a$  en cm, y, (c) Largo  $b$  en cm.

Los modelos Kriging que se ajustan a la masa y la densidad de la unidad de adobe se grafican en la Figura 32.

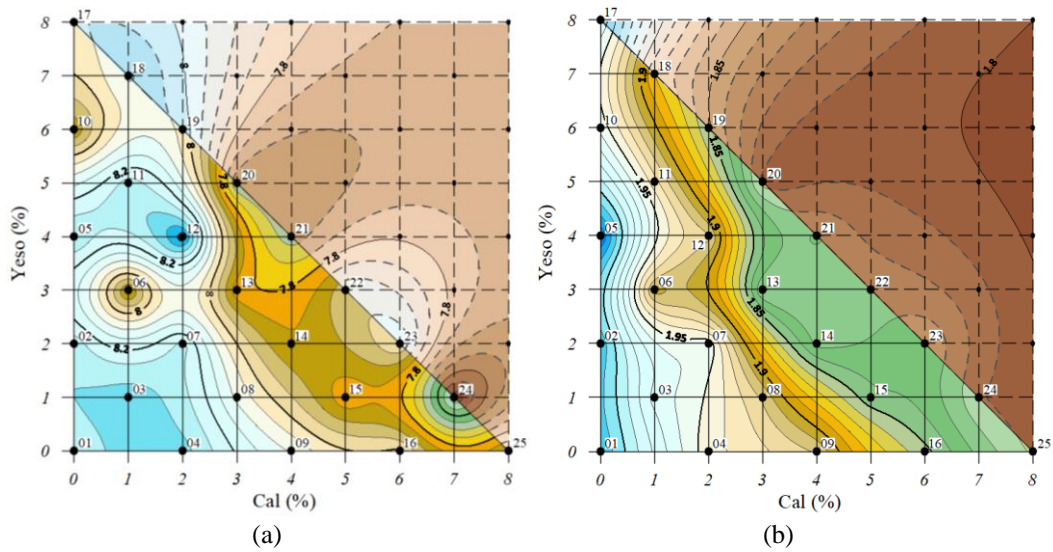


Figura 32.

Kriging ordinario para la masa y densidad de la unidad de adobe.

Nota: (a) Masa  $m$  en kg, y (b) Densidad  $\rho$  en  $\text{g/cm}^3$ .

### Módulo de rotura

Los valores del módulo de rotura para los diferentes tratamientos, así como su variabilidad, se muestran en la Figura 33.

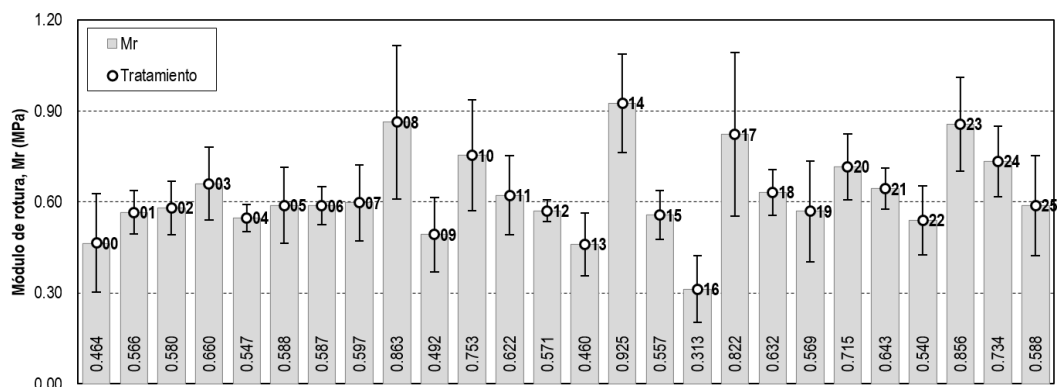


Figura 33.

Medias e intervalos de confianza del módulo de rotura por tratamiento.

Nota: Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.

### Superficie de respuesta y diseño de mezclas

El modelo que se ajustan al módulo de rotura, mas apropiadamente a la



inversa del cuadrado del módulo de rotura ( $1/M_r^2$ ) por ser significativo, se expresan con la Ecuación ( 67 ), solo para el modelo de superficie de respuesta, y, se grafica en la Figura 34, los valores de significancia correspondiente a los modelos se presentan en la Tabla 15 y en la Tabla 16. Los resultados muestran que el módulo de rotura no se ajusta a un modelo de diseño de mezclas.

Tabla 15.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del módulo de rotura.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	0.659	0.404	1.257	1.232	0.391
$p\text{-valor}$	0.59176	0.68292	0.48292	0.50854	0.61059
$R^2_{aj}$	-0.045	-0.142	0.088	0.119	-0.216
$R^2$	0.086	0.096	0.430	0.633	0.139

Nota: Ninguno de los modelos explica al módulo de rotura. Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

Tabla 16.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de la inversa del cuadrado del módulo de rotura ( $1/M_r^2$ ).

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	1.242	1.030	2.349	3.756	0.840
$p\text{-valor}$	0.33684	0.52596	0.09559	0.01893 <sup>a</sup>	0.70209
$R^2_{aj}$	0.029	0.006	0.336	0.617	-0.049
$R^2$	0.151	0.213	0.585	0.840	0.257

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelo seleccionado,  $p\text{-valor} < 0.05$ , y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

$$\left(\frac{1}{M_r^2}\right)_{sr} = 3.12594 + 2.52055C - 1.38196Y - 1.10397CY - 2.36331C^2 + 0.98408Y^2 + 0.30879C^2Y + 0.36570CY^2 + 0.64942C^3 - 0.22407Y^3 - 0.04539C^3Y - 0.02949C^2Y^2 - 0.02960YC^3 - 0.04920C^4 + 0.01500Y^4 \quad (67)$$

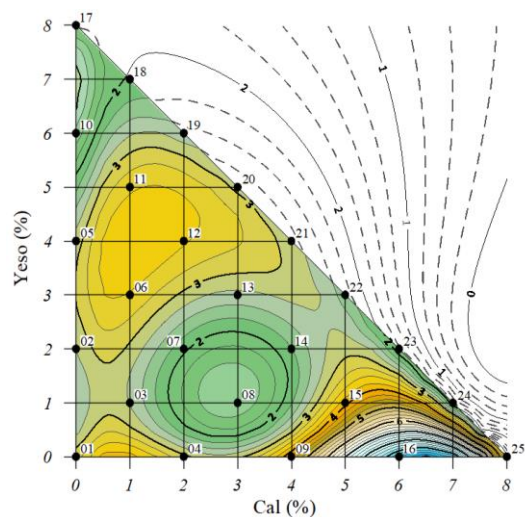


Figura 34.

Modelo de cuarto orden del método de superficie de respuesta para la inversa del cuadrado del módulo de rotura ( $1/M_r^2$ )

Nota:  $1/M_r^2$  en  $\text{MPa}^{-2}$ .

### Kriging

El modelo Kriging que se ajusta al módulo de rotura se grafica en la Figura

35.

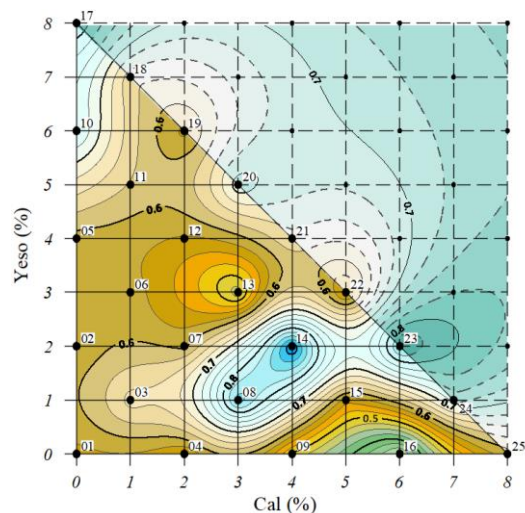


Figura 35.

Kriging ordinario para el módulo de rotura.

Nota:  $M_r$  en  $\text{MPa}$ .

## Desgaste por humedecido y secado

Los valores del desgaste por humedecido y secado (DHS) para los diferentes tratamientos, así como su variabilidad, se muestran en la Figura 36, en la Figura 37 y en la Figura 38.

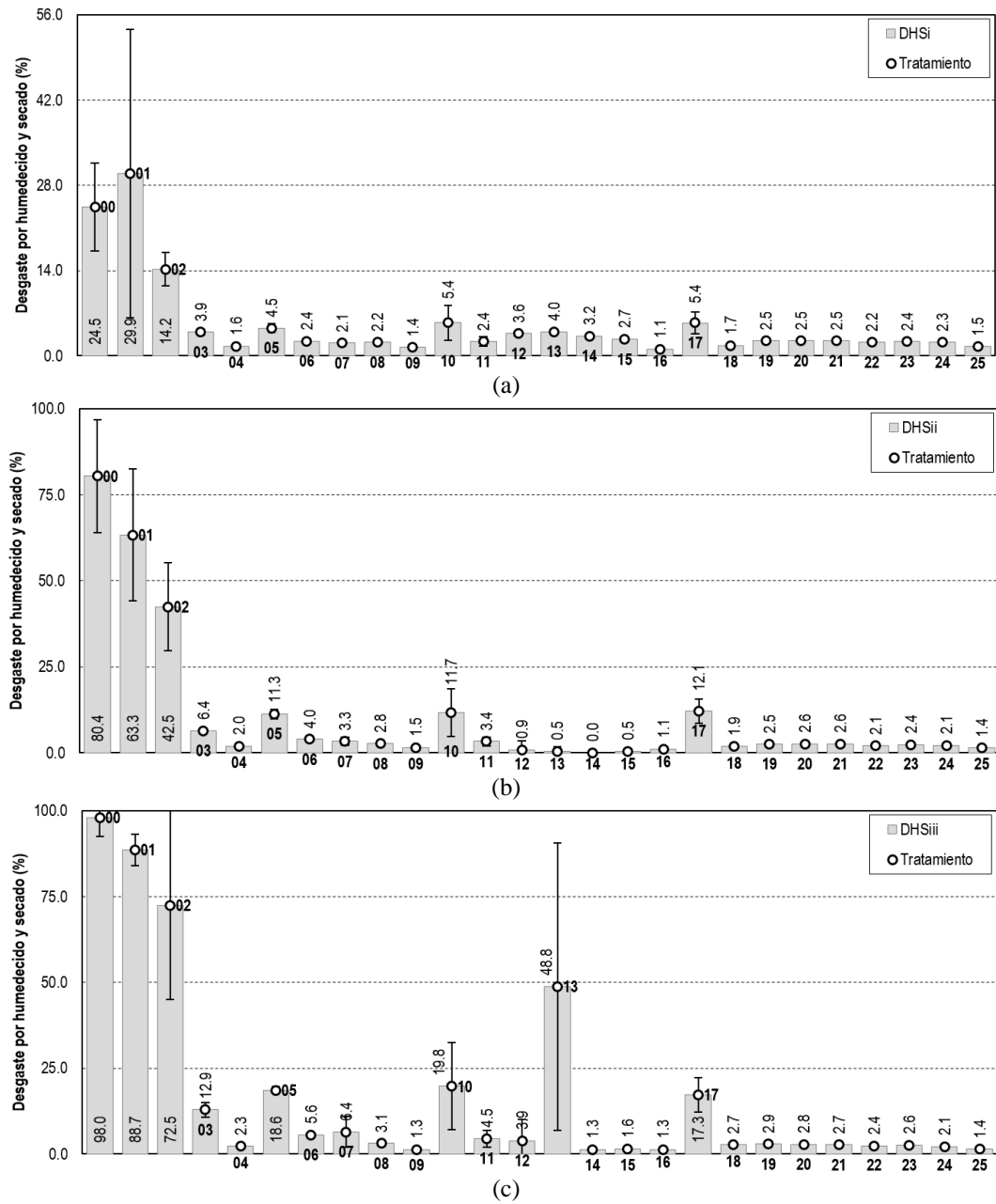


Figura 36.

Medias e intervalos de confianza del desgaste por humedecido y secado por tratamiento.

Nota: (a) DHS al primer ciclo, (b) DHS al segundo ciclo, y, (c) DHS al tercer ciclo. Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.

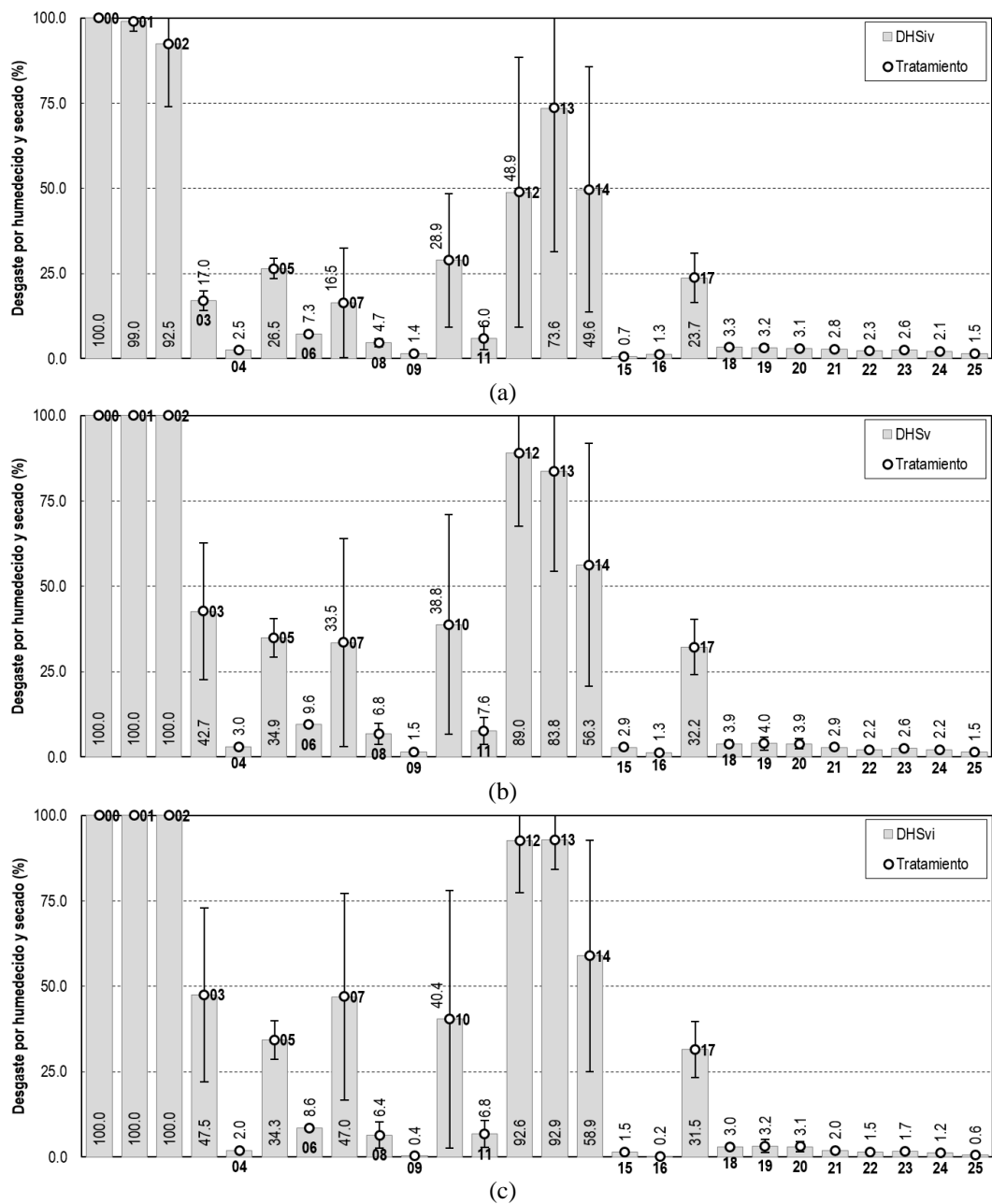


Figura 37.

Medias e intervalos de confianza del desgaste por humedecido y secado por tratamiento.

Nota: (a) DHS al cuarto ciclo, (b) DHS al quinto ciclo, y, (c) DHS final. Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.

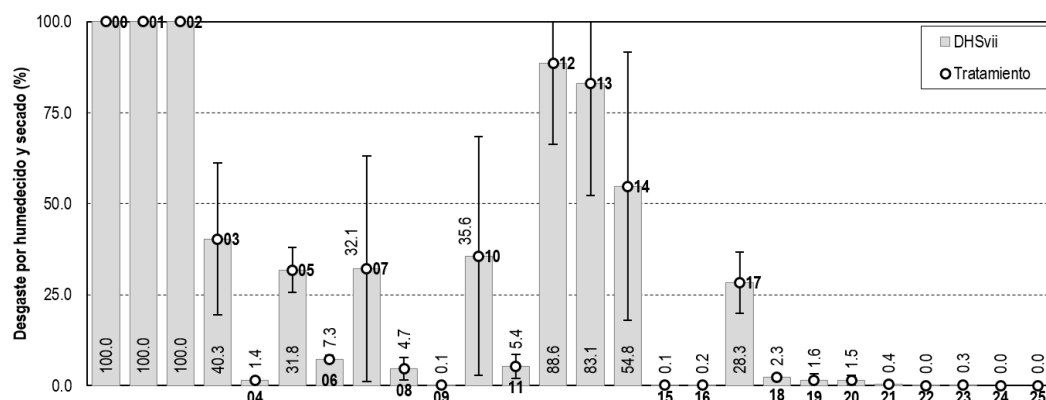


Figura 38.

Medias e intervalos de confianza del DHS intermedio por tratamiento.

Nota: Los detalles del cálculo se presentan en el Anexo 15.

### Superficie de respuesta y diseño de mezclas

Los modelos que se ajustan al desgaste por humedecido y secado final y desgaste por humedecido y secado intermedio se expresan con la Ecuación ( 68 ) y la Ecuación ( 69 ) para los modelos de superficie de respuesta, y, con la Ecuación ( 70 ) y Ecuación ( 71 ) para los modelos de diseño de mezclas, estos modelos se grafican en la Figura 39 y en la Figura 40, los valores de significancia correspondiente a los modelos se presentan en la Tabla 17 y en la Tabla 18.

Tabla 17.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del desgaste por humedecido y secado final.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	3.624	2.669	3.575	3.609	3.654
$p$ -valor	0.02735 <sup>b</sup>	0.06579	0.01699 <sup>b</sup>	0.02225 <sup>a</sup>	0.01607 <sup>a</sup>
$R^2_{aj}$	0.247	0.258	0.491	0.603	0.436
$R^2$	0.341	0.413	0.682	0.835	0.601

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p$ -valor < 0.05, y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

Tabla 18.

Significancia de los modelos del método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas del desgaste por humedecido y secado intermedio.

Item	Superficie de respuesta				Diseño de mezclas
	Modelo de 1er orden	Modelo de 2do orden	Modelo de 3er orden	Modelo de 4to orden	Modelo cúbico especial
$F_0$	3.677	2.788	3.596	4.278	3.436
$p\text{-valor}$	0.02595 <sup>b</sup>	0.05643	0.01652 <sup>b</sup>	0.01098 <sup>a</sup>	0.02134 <sup>a</sup>
$R^2_{aj}$	0.251	0.271	0.493	0.657	0.415
$R^2$	0.344	0.423	0.683	0.857	0.586

Nota: Los cálculos se detallan en el Anexo 16.

<sup>a</sup> Modelos seleccionados,  $p\text{-valor} < 0.05$ , y preferentemente  $R^2_{aj} > 0.7$  o  $R^2 > 0.7$ .

<sup>b</sup> Modelos significativos.

$$\begin{aligned}
 DHS_{vi_{sr}} = & 100 - 100.22295C + 75.27422Y - 56.32058CY \\
 & + 36.33684C^2 - 55.32306Y^2 + 15.21993C^2Y \\
 & + 30.88753CY^2 - 5.69150C^3 + 10.32935Y^3 \\
 & - 1.16368C^3Y - 3.53482C^2Y^2 - 2.97017YC^3 \\
 & + 0.31666C^4 - 0.58969Y^4
 \end{aligned} \tag{68}$$

$$Si DHS_{final} < 0 \rightarrow DHS_{final} = 0$$

$$Si DHS_{final} > 100 \rightarrow DHS_{final} = 100$$

$$\begin{aligned}
 DHS_{vii_{sr}} = & 100 - 103.71033C + 73.22795Y - 62.19008CY \\
 & + 38.50036C^2 - 53.80663Y^2 + 16.33934C^2Y \\
 & + 32.48588CY^2 - 6.07907C^3 + 9.96483Y^3 \\
 & - 1.20270C^3Y - 3.73490C^2Y^2 - 3.05475YC^3 \\
 & + 0.33783C^4 - 0.56466Y^4
 \end{aligned} \tag{69}$$

$$Si DHS_{inter} < 0 \rightarrow DHS_{final} = 0$$

$$Si DHS_{inter} > 100 \rightarrow DHS_{final} = 100$$

$$\begin{aligned}
 DHS_{vi_m} = & 390.34811C + 111.08536Y + 0.93264T - 296.03365CY \\
 & - 4.34487CT - 1.29452YT + 3.20899CYT
 \end{aligned} \tag{70}$$

$$Si DHS_{final} < 0 \rightarrow DHS_{final} = 0$$

$$Si DHS_{final} > 100 \rightarrow DHS_{final} = 100$$

$$\begin{aligned}
 DHS_{vii_m} = & 386.47176C + 111.50663Y + 0.91841T - 266.00771CY \\
 & - 4.30167CT - 1.30042YT + 2.88278CYT
 \end{aligned} \tag{71}$$

$$Si DHS_{inter} < 0 \rightarrow DHS_{final} = 0$$

$$Si DHS_{inter} > 100 \rightarrow DHS_{final} = 100$$

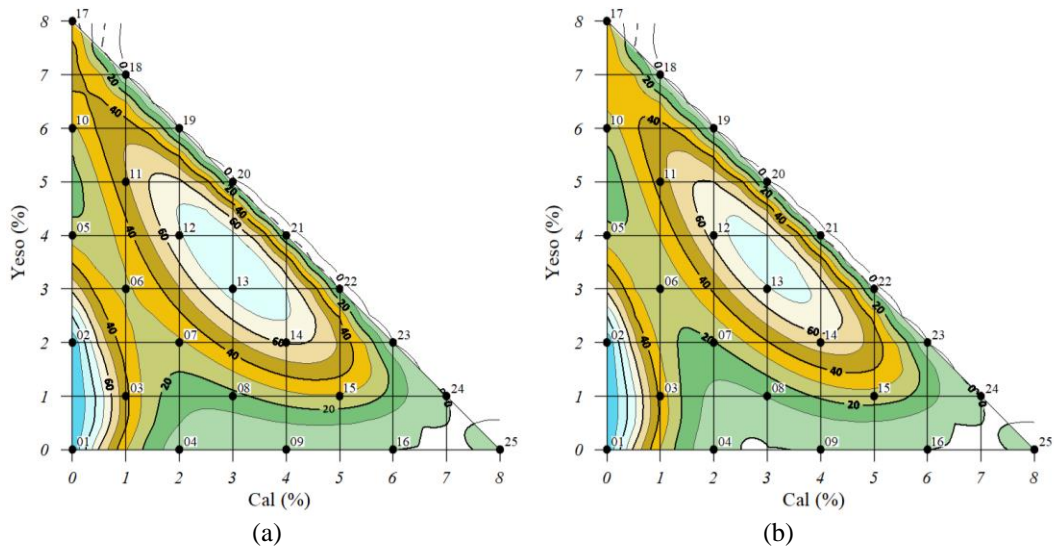


Figura 39.

Modelo del método de superficie de respuesta para el desgaste por humedecido y secado.

Nota: (a) 4to orden: DHS final en %, y (b) 4to orden: DHS intermedio en %.

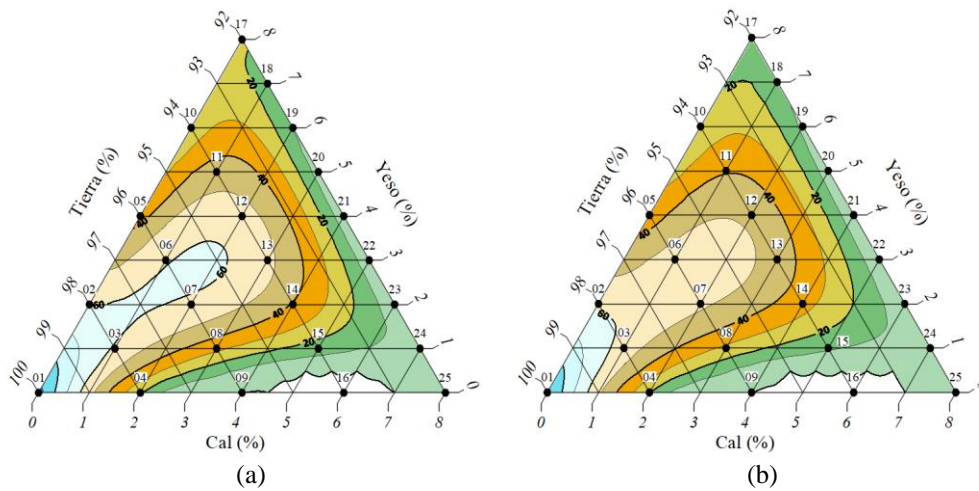


Figura 40.

Modelo del cúbico especial del método de diseño de mezclas para el DHS.

Nota: (a) DHS final en %, y (b) DHS intermedio en %.

### Kriging

Los modelos Kriging que se ajustan al desgaste por humedecido y secado en todo su proceso se grafican en la Figura 41 y Figura 42.

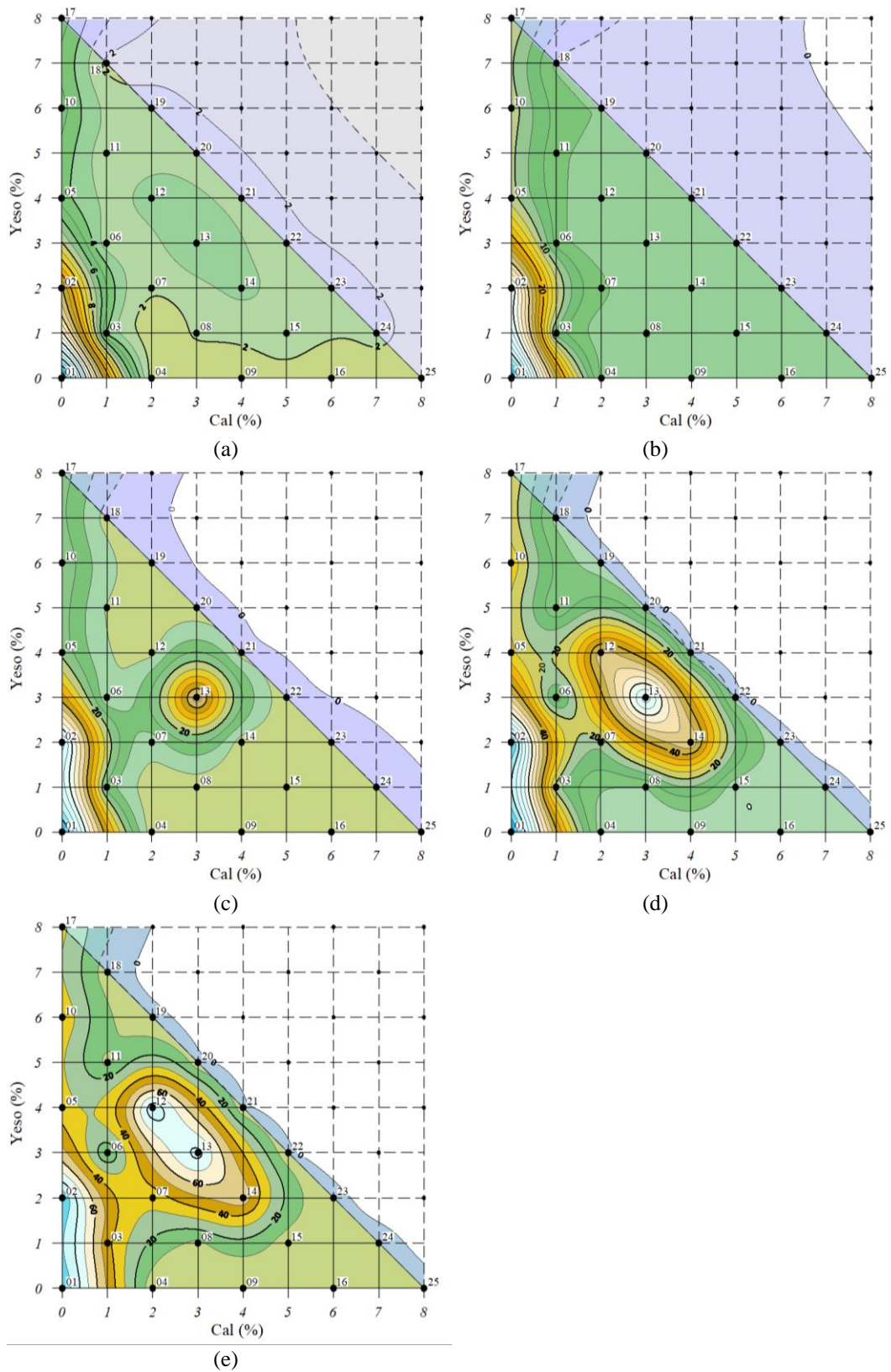


Figura 41.

Kriging ordinario para el desgaste por humedecido y secado.

Nota: (a) DHS al primer ciclo en %, (b) DHS al segundo ciclo en %, (c) DHS al tercer ciclo en %, (d) DHS al cuarto ciclo en %, y (e) DHS al quinto ciclo en %.



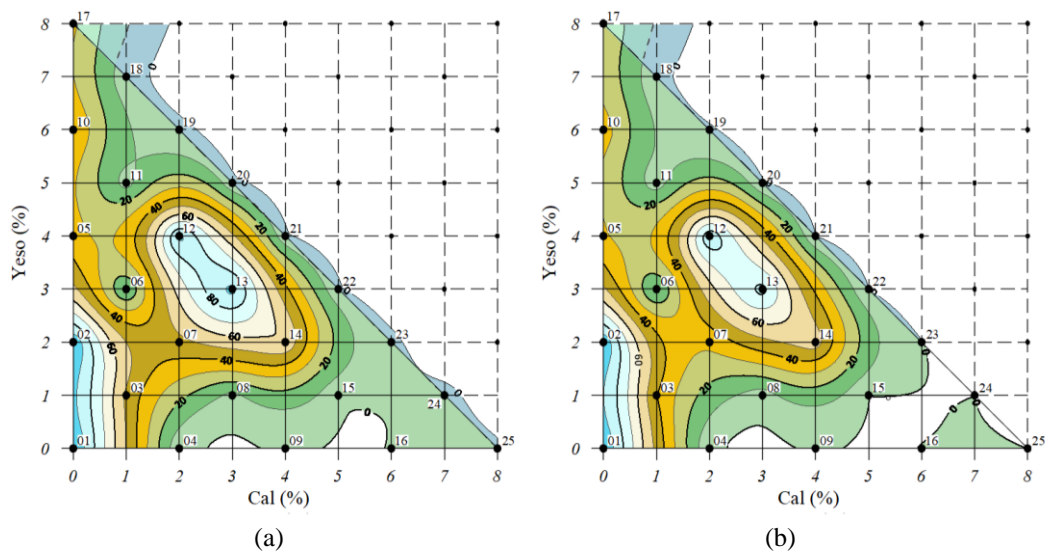


Figura 42.

Kriging ordinario para el desgaste por humedecido y secado.

Nota: (a) DHS final en %, y (b) DHS intermedio en %.

## Pruebas de hipótesis

### *Dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe*

**Normalidad.** El análisis de la normalidad de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe se detallan en la Tabla 19 y gráficamente en la Figura 43. Los resultados muestran que los datos del ancho, largo y densidad no se ajustan a una distribución normal.

Tabla 19.

Prueba de normalidad de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Variable	Asimetría y curtosis			Shapiro – Wilks			
	Sk	Kur	$\chi^2$	p-valor	W	z	p-valor
Altura	0.3254	0.2365	2.41	0.2992 <sup>a</sup>	0.98496	0.984	0.1625 <sup>a</sup>
Ancho	0.0013	0.0156	13.48	0.0012	0.96124	3.114	0.0009
Largo	0.0070	0.6146	6.99	0.0304	0.96344	2.983	0.0014
Masa	0.8079	0.6082	0.32	0.8513 <sup>a</sup>	0.99543	-1.696	0.9551 <sup>a</sup>
Densidad	0.1013	0.0177	7.59	0.0225	0.96780	2.697	0.0035

Nota: Sk: Prueba de asimetría. Kur: Prueba de curtosis. W: Prueba de Shapiro – Wilks. n = 130.

<sup>a</sup> No significativo.

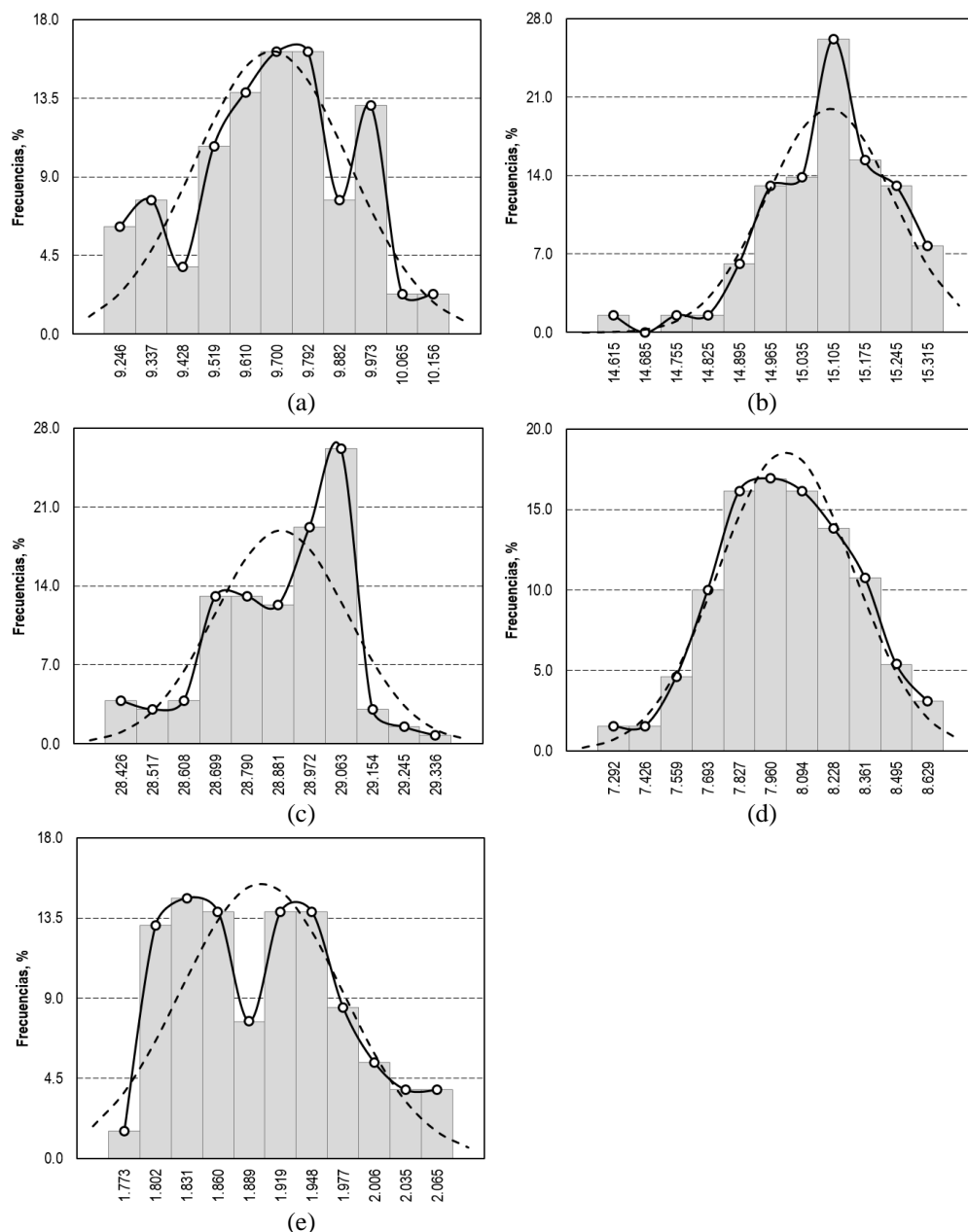


Figura 43.

Histograma de frecuencias de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe de los especímenes.

Nota: (a) Altura  $h$  en cm, (b) Ancho  $a$  en cm, (c) Largo  $b$  en cm, (d) Masa  $m$  en kg, y (e) Densidad  $\rho$  en  $\text{g/cm}^3$ .

**Homogeneidad de varianzas e independencia.** El análisis de la homogeneidad de varianzas e independencia se detalla en la Tabla 20. Los resultados muestran que el largo y la densidad no tienen homogeneidad.

Tabla 20.

Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Variable	Prueba de Bartlett		Prueba de Durbin – Watson	
	$\chi^2$	<i>p</i> -valor	DW <sub>orig</sub>	DW <sub>transf</sub>
Altura	33.6458	0.116 <sup>a</sup>	2.294533	1.982074 <sup>b</sup>
Ancho	31.6989	0.167 <sup>a</sup>	2.343929	2.044691 <sup>b</sup>
Largo	60.1232	0.000	2.249157	2.027986 <sup>b</sup>
Masa	21.3238	0.674 <sup>a</sup>	1.777048	2.012996 <sup>b</sup>
Densidad	52.3709	0.001	1.781003	2.005206 <sup>b</sup>

Nota: DW: Estadístico de Durbin – Watson. DW<sub>orig</sub>: Original. DW<sub>transf</sub>: Transformada.

<sup>a</sup> No significativo.

<sup>b</sup> No significativo en  $1.7252 < DW < 2.2748$  para  $n=130$  y  $k^*=1$

**Prueba de hipótesis.** La prueba de hipótesis de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe se detallan en la Tabla 21. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de los tratamientos en todas las variables.

Tabla 21.

Prueba de hipótesis ANOVA de un factor de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Variable	ANOVA de un factor			Prueba de Kruskal – Wallis			
	FV	<i>F</i> <sub>0</sub>	<i>p</i> -valor	$\chi^2$	<i>p</i> -valor	$\chi^2_{\nu}$	<i>p</i> -valor
Altura	Ttos.	6.02	0.0000 <sup>a</sup>	76.907	0.0001 <sup>a</sup>	77.030	0.0001 <sup>a</sup>
Ancho	Ttos.	22.22	0.0000 <sup>a</sup>	101.971	0.0001 <sup>a</sup>	102.405	0.0001 <sup>a</sup>
Largo	Ttos.	19.57	0.0000 <sup>a</sup>	105.919	0.0001 <sup>a</sup>	106.220	0.0001 <sup>a</sup>
Masa	Ttos.	9.10	0.0000 <sup>a</sup>	87.350	0.0001 <sup>a</sup>	87.360	0.0001 <sup>a</sup>
Densidad	Ttos.	26.44	0.0000 <sup>a</sup>	111.505	0.0001 <sup>a</sup>	111.511	0.0001 <sup>a</sup>

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). GL: grados de libertad. GL<sub>Ttos</sub> = 25.  $\chi^2$ : Chi cuadrada.  $\chi^2_{\nu}$ : Chi cuadrada con vínculos. Detalles en el Anexo 17. <sup>a</sup> Significativo.

**Comparación con el tratamiento base y entre tratamientos.** La determinación de los tratamientos que son significativos respecto al tratamiento base se detallan en la Tabla 22 y entre tratamientos gráficamente en la Figura 44 y Figura 45.

Tabla 22.

Diferencias con el tratamiento base en dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Ttos.	Tratamiento 0					Tratamiento 1				
	h	a	b	m	$\rho$	h	a	b	m	$\rho$
01		A	A <sup>a</sup>		C					
02		A	A <sup>a</sup>		D					
03		A	B <sup>a</sup>	C		E	B			
04		A	C <sup>a</sup>			D	A			C <sup>a</sup>
05		A	A <sup>a</sup>		A					
06		A	A <sup>a</sup>						C <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>
07		A				A	A			D <sup>a</sup>
08		A	A <sup>a</sup>			A	D			A <sup>a</sup>
09		A	A <sup>a</sup>			D	C			A <sup>a</sup>
10		A	A <sup>a</sup>						D <sup>a</sup>	E <sup>a</sup>
11		A				A	A			B <sup>a</sup>
12		A		B		A	A			A <sup>a</sup>
13		A			A <sup>a</sup>	A	A	B <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>
14		A			A <sup>a</sup>	B	A	D <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>
15		A	A <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>			B <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>
16	B	A	A <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>	B				A <sup>a</sup>
17		A	A <sup>a</sup>					A <sup>a</sup>		
18		A			B <sup>a</sup>	A	A			A <sup>a</sup>
19		A			A <sup>a</sup>	A	A			A <sup>a</sup>
20, 21		A			A <sup>a</sup>	A	A	A <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>
22		A			A <sup>a</sup>	A	A			A <sup>a</sup>
23	C	A			A <sup>a</sup>	C	A	A		A <sup>a</sup>
24		A	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>		F		A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>
25	A	A	A <sup>a</sup>		A <sup>a</sup>	A	C		E <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>

Nota: h: Altura, a: Ancho, b: Largo, m: Masa, y,  $\rho$ : Densidad. Detalles en el Anexo 18.

Las letras indican que existe diferencia significativa con el tratamiento base, donde A representa la mayor significancia. Las significancias de los tratamientos que comparte una letra son similares. Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso. Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>a</sup> Media inferior a la media del tratamiento base.

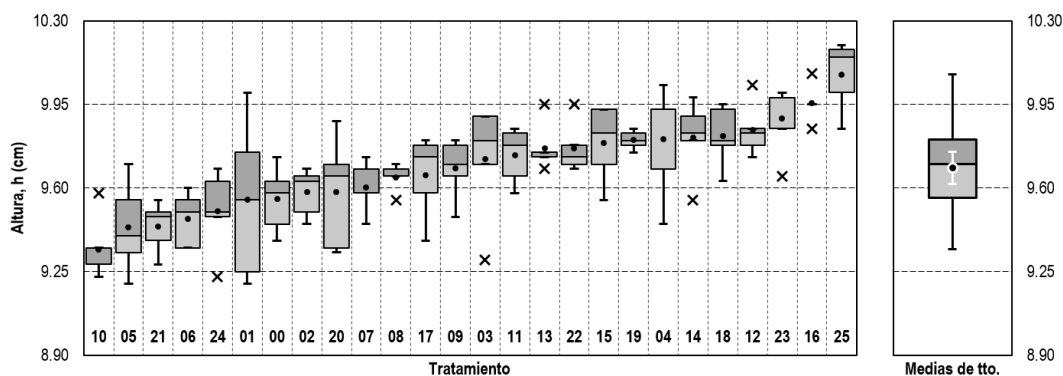


Figura 44.

Comparación descriptiva de la altura de la unidad de adobe por tratamiento y por medias de tratamiento.

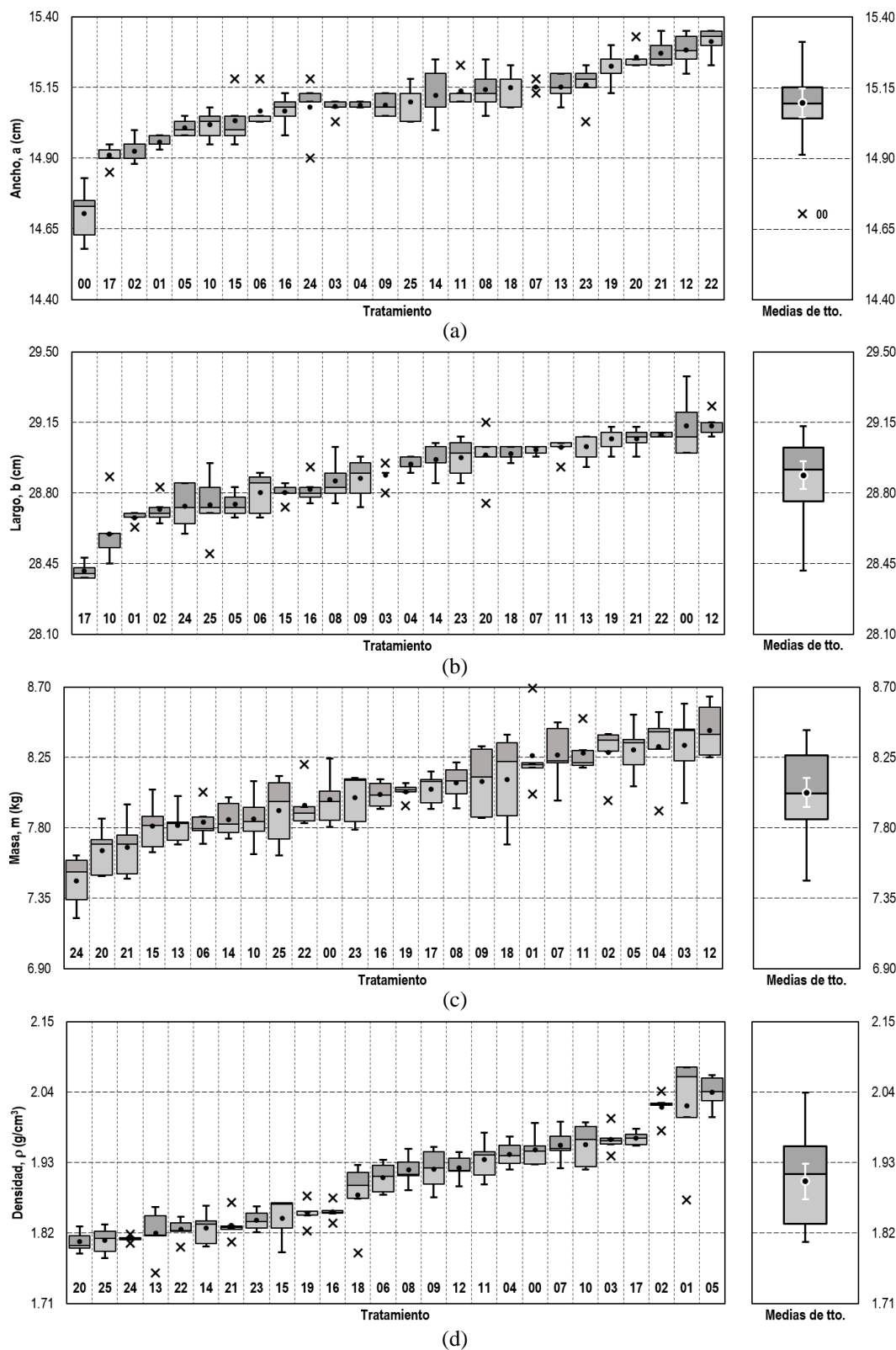


Figura 45.

Comparación descriptiva de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe por tratamiento y por medias de tratamiento.

Nota: (a) Ancho, (b) largo, (c) masa, y, (d) densidad.

**Prueba de hipótesis con interacción de las variables independientes.** La significancia de la interacción de las variables independientes en las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe se detallan en la Tabla 23. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de la cal y yeso en todas las variables.

Tabla 23.

Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe con interacción de las variables independientes.

Variable	Cal		Yeso		Cal#Yeso		R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor		
Altura	9.72	0.0000 <sup>a</sup>	2.19	0.0417 <sup>a</sup>	3.81	0.0004 <sup>a</sup>	0.5928	0.4951
Ancho	23.25	0.0000 <sup>a</sup>	13.83	0.0000 <sup>a</sup>	5.55	0.0000 <sup>a</sup>	0.7878	0.7369
Largo	27.69	0.0000 <sup>a</sup>	14.55	0.0000 <sup>a</sup>	4.61	0.0000 <sup>a</sup>	0.8320	0.7916
Masa	18.14	0.0000 <sup>a</sup>	6.66	0.0000 <sup>a</sup>	4.74	0.0000 <sup>a</sup>	0.6938	0.6204
Densidad	63.62	0.0000 <sup>a</sup>	15.32	0.0000 <sup>a</sup>	4.43	0.0001 <sup>a</sup>	0.8650	0.8326

Nota: R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. R<sup>2</sup><sub>aj</sub>: Coeficiente de determinación ajustado. No incluye el tratamiento 00. Detalles en Anexo 19. <sup>a</sup> Significativo.

### Módulo de rotura

**Normalidad.** El análisis de la normalidad del módulo de rotura se detalla en la Tabla 24 y gráficamente en la Figura 46. Los resultados muestran que los datos del módulo de rotura no se ajustan a una distribución normal, por lo que se opta por analizar la función  $\sqrt{M_r}$  que tiene una distribución normal.

Tabla 24.

Prueba de normalidad del módulo de rotura.

Variable	Asimetría y curtosis				Shapiro – Wilks		
	Sk	Kur	$\chi^2$	p-valor	W	z	p-valor
Módulo de rotura, $M_r$	0.0034	0.0423	10.88	0.0043	0.95847	3.270	0.00054
$\sqrt{M_r}$	0.7634	0.0296	4.85	0.0883 <sup>a</sup>	0.97291	2.309	0.01048

Nota: Sk: Prueba de asimetría. Kur: Prueba de curtosis. W: Prueba de Shapiro – Wilks. n = 130. <sup>a</sup> No significativo.

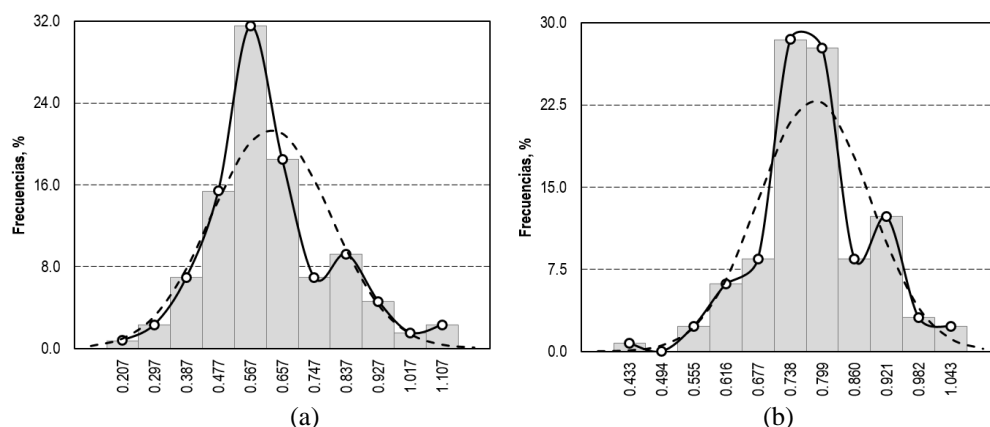


Figura 46.

Histograma de frecuencias del módulo de rotura de los especímenes.

Nota: (a) Módulo de rotura  $M_r$  en MPa, y (b)  $\sqrt{M_r}$ .

**Homogeneidad de varianzas e independencia.** El análisis de la homogeneidad de varianzas e independencia se detalla en la Tabla 25. Los resultados muestran que el módulo de rotura y la función  $\sqrt{M_r}$  tiene homogeneidad e independencia.

Tabla 25.

Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia del módulo de rotura.

Variable	Prueba de Bartlett		Prueba de Durbin – Watson	
	$\chi^2$	<i>p</i> -valor	DW <sub>orig</sub>	DW <sub>transf</sub>
Módulo de rotura	36.6138	0.063 <sup>a</sup>	2.099432	1.991194 <sup>b</sup>
$\sqrt{M_r}$	30.3751	0.211 <sup>a</sup>	2.093134	1.994195 <sup>b</sup>

Nota: DW: Estadístico de Durbin – Watson. DW<sub>orig</sub>: Original. DW<sub>transf</sub>: Transformada.

<sup>a</sup> No significativo.

<sup>b</sup> No significativo en  $1.7252 < DW < 2.2748$  para  $n=130$  y  $k^*=1$

**Prueba de hipótesis.** La prueba de hipótesis del módulo de rotura se detalla en la Tabla 26. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de los tratamientos en el módulo de rotura y en la función  $\sqrt{M_r}$

Tabla 26.

Prueba de hipótesis ANOVA de un factor del módulo de rotura.

Variable	ANOVA de un factor			Prueba de Kruskal – Wallis			
	FV	$F_0$	$p$ -valor	$\chi^2$	$p$ -valor	$\chi^2_v$	$p$ -valor
Módulo de rotura	Ttos.	8.06	0.0000 <sup>a</sup>	81.188	0.0001 <sup>a</sup>	81.196	0.0001 <sup>a</sup>
$\sqrt{M_r}$	Ttos.	8.47	0.0000 <sup>a</sup>	81.188	0.0001 <sup>a</sup>	81.196	0.0001 <sup>a</sup>

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). GL: grados de libertad.  $GL_{Ttos} = 25$ .  $\chi^2$ : Chi cuadrada.  $\chi^2_v$ : Chi cuadrada con vínculos. Detalles en el Anexo 17. <sup>a</sup> Significativo.

**Comparación con el tratamiento base y entre tratamientos.** La determinación de los tratamientos que son significativos respecto al tratamiento base se detallan en la Tabla 27 y entre tratamientos gráficamente en la Figura 47.

Tabla 27.

Diferencias con el tratamiento base en el módulo de rotura.

Ttos.	Tratamiento 00		Tratamiento 01	
	Mr	$\sqrt{M_r}$	Mr	$\sqrt{M_r}$
01				
02				
03		D		
04, 05, 06, 07				
08	A	A	B	B
09				
10	B	B		
11, 12, 13				
14	A	A	A	A
15				
16			D <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>
17	A	A	C	C
18, 19				
20	D	C		
21, 22				
23	A	A	B	B
24	C	B		
25				

Nota: Detalles en el Anexo 18. Las letras indican que existe diferencia significativa con el tratamiento base, donde A representa la mayor significancia. Las significancias de los tratamientos que comparte una letra son similares. Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso. Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>a</sup> Media inferior a la media del tratamiento base.



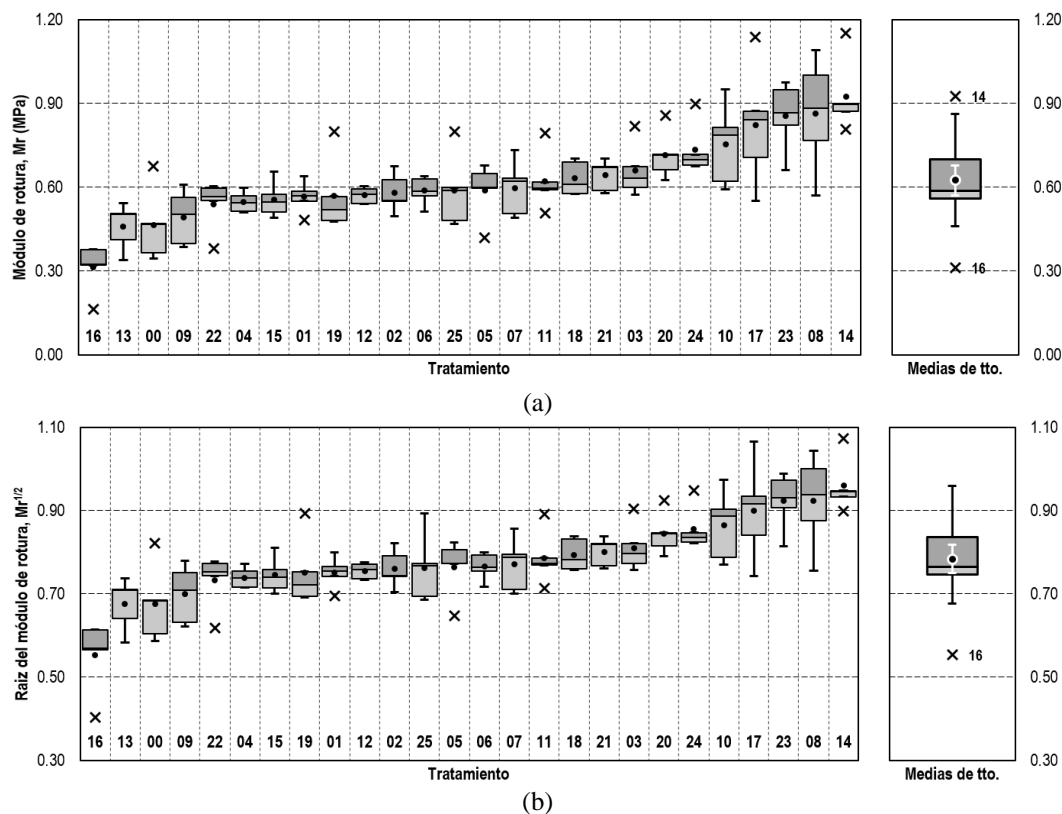


Figura 47.

Comparación descriptiva del módulo de rotura por tratamiento y por medias de tratamiento.

Nota: (a) Módulo de rotura, y (b)  $\sqrt{M_r}$ .

**Prueba de hipótesis con interacción de las variables independientes.** La significancia de la interacción de las variables independientes en el módulo de rotura se detalla en la Tabla 28. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de la cal y yeso en el módulo de rotura.

Tabla 28.

Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores del módulo de rotura.

Variable	Cal		Yeso		Cal#Yeso		R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor		
M <sub>r</sub>	3.93	0.0005 <sup>a</sup>	13.47	0.0000 <sup>a</sup>	7.89	0.0000 <sup>a</sup>	0.6594	0.5777
$\sqrt{M_r}$	4.28	0.0002 <sup>a</sup>	14.03	0.0000 <sup>a</sup>	8.60	0.0000 <sup>a</sup>	0.6732	0.5947

Nota: R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. R<sup>2</sup><sub>aj</sub>: Coeficiente de determinación ajustado. No incluye el tratamiento 00. Detalles en el Anexo 19. <sup>a</sup> Significativo.

## Desgaste por humedecido y secado

**Normalidad.** El análisis de la normalidad de los desgaste por humedecido y secado por ciclo, final e intermedio se detallan en la Tabla 29, y gráficamente en la Figura 48 y en la Figura 49. Los resultados muestran que el desgaste por humedecido y secado no se ajustan a una distribución normal; por otro lado, no se ha obtenido una función del desgaste por humedecido y secado que permita que los datos se ajusten a una distribución normal.

Tabla 29.

Prueba de normalidad del desgaste por humedecido y secado.

Variable	Asimetría y curtosis			Shapiro – Wilks			
	Sk	Kur	$\chi^2$	p-valor	W	z	p-valor
DHS <sub>i</sub>	0.0000	0.0000	-	0.0000	0.47367	8.984	0.0000
DHS <sub>ii</sub>	0.0000	0.0000	65.32	0.0000	0.51244	8.811	0.0000
DHS <sub>iii</sub>	0.0000	0.0003	44.15	0.0000	0.57367	8.510	0.0000
DHS <sub>iv</sub>	0.0000	0.1895	24.42	0.0000	0.69878	7.728	0.0000
DHS <sub>v</sub>	0.0000	0.1484	17.00	0.0002	0.75712	7.244	0.0000
DHS <sub>vi</sub>	0.0001	0.0058	18.98	0.0001	0.76593	7.160	0.0000
DHS <sub>vii</sub>	0.0000	0.2131	17.15	0.0002	0.75524	7.261	0.0000

Nota: Sk: Prueba de asimetría. Kur: Prueba de curtosis. W: Prueba de Shapiro – Wilks. n = 130.

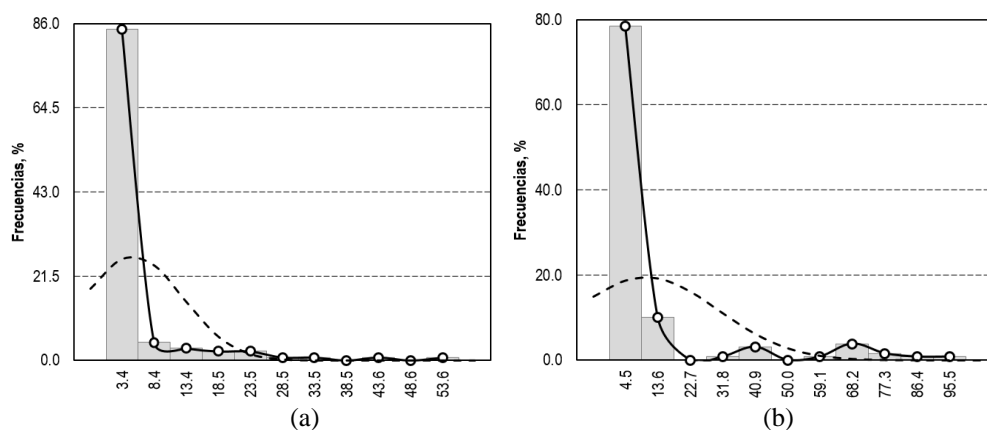


Figura 48.

Histograma de frecuencias del desgaste por humedecido y secado de los especímenes.

Nota: (a) Al primer ciclo en %, y, (b) al segundo ciclo en %.

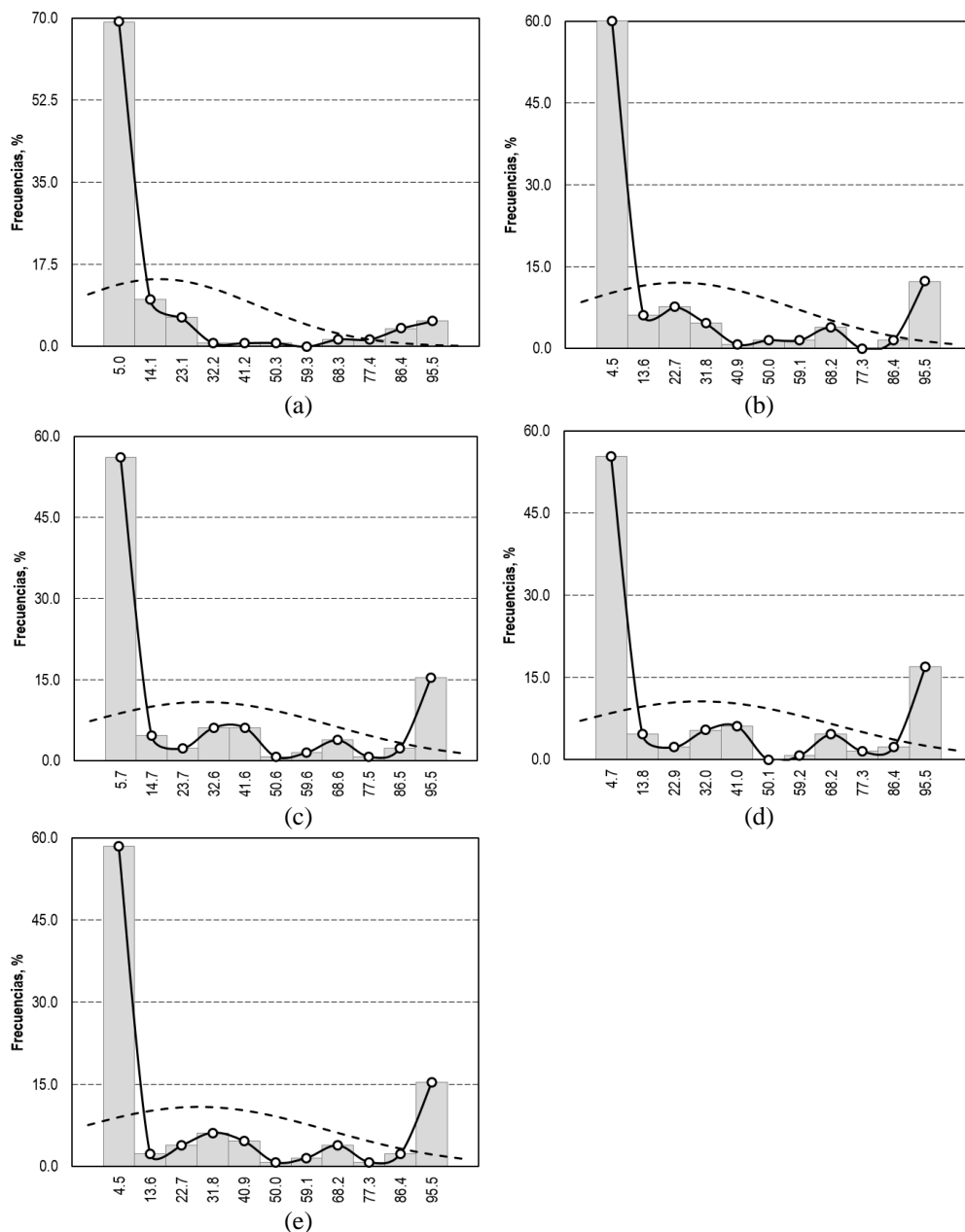


Figura 49.

Histograma de frecuencias del desgaste por humedecido y secado de los especímenes.

Nota: (a) Al tercer ciclo en %, (b) al cuarto ciclo en %, (c) al quinto ciclo en %, (d) final en %, y (e) intermedio en %.

**Homogeneidad de varianzas e independencia.** El análisis de la homogeneidad de varianzas e independencia se detalla en la Tabla 30. Los resultados muestran que el desgaste por humedecido y secado no tienen homogeneidad.

Tabla 30.

Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de independencia del desgaste por humedecido y secado.

Variable	Prueba de Bartlett		Prueba de Durbin – Watson	
	$\chi^2$	<i>p</i> -valor	DW <sub>orig</sub>	DW <sub>transf</sub>
DHS <sub>i</sub>	471.4940	0.000	1.941118	1.994654 <sup>d</sup>
DHS <sub>ii</sub>	362.5760 <sup>a</sup>	0.000	1.954787	1.995456 <sup>d</sup>
DHS <sub>iii</sub>	432.5173	0.000	2.046851	2.008361 <sup>d</sup>
DHS <sub>iv</sub>	410.3961 <sup>a</sup>	0.000	2.107670	2.011690 <sup>d</sup>
DHS <sub>v</sub>	352.6610 <sup>b</sup>	0.000	2.124063	2.007643 <sup>d</sup>
DHS <sub>vi</sub>	367.7816 <sup>b</sup>	0.000	2.150605	2.006854 <sup>d</sup>
DHS <sub>vii</sub>	332.7325 <sup>c</sup>	0.000	2.137527	2.009033 <sup>d</sup>

Nota: DW: Estadístico de Durbin – Watson. DW<sub>orig</sub>: Original. DW<sub>transf</sub>: Transformada.

Celdas de observación múltiple con varianza negativa no utilizadas: <sup>a</sup> 1 Celda, <sup>b</sup> 3 Celdas, <sup>c</sup> 5 Celdas.

<sup>d</sup> No significativo en  $1.7252 < DW < 2.2748$  para  $n=130$  y  $k^*=1$

**Prueba de hipótesis.** La prueba de hipótesis del desgaste por humedecido y secado se detalla en la Tabla 31. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de los tratamientos la variable.

Tabla 31.

Prueba de hipótesis ANOVA de un factor del desgaste por humedecido y secado.

Variable	ANOVA de un factor			Prueba de Kruskal – Wallis			
	FV	<i>F</i> <sub>0</sub>	<i>p</i> -valor	$\chi^2$	<i>p</i> -valor	$\chi^2_{\nu}$	<i>p</i> -valor
DHS <sub>i</sub>	Ttos.	15.61	0.0000 <sup>a</sup>	119.251	0.0001 <sup>a</sup>	119.413	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>ii</sub>	Ttos.	92.72	0.0000 <sup>a</sup>	117.825	0.0001 <sup>a</sup>	118.083	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>iii</sub>	Ttos.	55.50	0.0000 <sup>a</sup>	120.079	0.0001 <sup>a</sup>	120.190	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>iv</sub>	Ttos.	37.27	0.0000 <sup>a</sup>	117.770	0.0001 <sup>a</sup>	117.963	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>v</sub>	Ttos.	51.21	0.0000 <sup>a</sup>	123.468	0.0001 <sup>a</sup>	123.942	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>vi</sub>	Ttos.	61.85	0.0000 <sup>a</sup>	124.384	0.0001 <sup>a</sup>	124.873	0.0001 <sup>a</sup>
DHS <sub>vii</sub>	Ttos.	50.00	0.0000 <sup>a</sup>	123.717	0.0001 <sup>a</sup>	124.482	0.0001 <sup>a</sup>

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). GL: grados de libertad. GL<sub>Ttos</sub> = 25.  $\chi^2$ : Chi cuadrada.

$\chi^2_{\nu}$ : Chi cuadrada con vínculos. Detalles en el Anexo 17. <sup>a</sup> Significativo.

**Comparación con el tratamiento base y entre tratamientos.** La determinación de los tratamientos que son significativos respecto al tratamiento base se detallan en la Tabla 32 y entre tratamientos gráficamente en la Figura 50, en la Figura 51 y en la Figura 52.

Tabla 32.

Diferencias con el tratamiento base en el desgaste por humedecido y secado.

Ttos.	Tratamiento 0							Tratamiento 1							
	i	ii	iii	iv	v	vi	vii	i	ii	iii	iv	v	vi	vii	
01		A <sup>a</sup>													
02	B <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>					A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>					
03, 04, 05	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
06, 07, 08	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
09, 10, 11	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
12	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>				A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>				
13	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>				A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	B <sup>a</sup>				
14, 15, 16	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
17, 18, 19	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
20, 21, 22	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	
23, 24, 25	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	A <sup>a</sup>	

Nota: Detalles en el Anexo 18. Las letras indican que existe diferencia significativa con el tratamiento base, donde A representa la mayor significancia. Las significancias de los tratamientos que comparte una letra son similares. Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso. Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>a</sup> Media inferior a la media del tratamiento base.

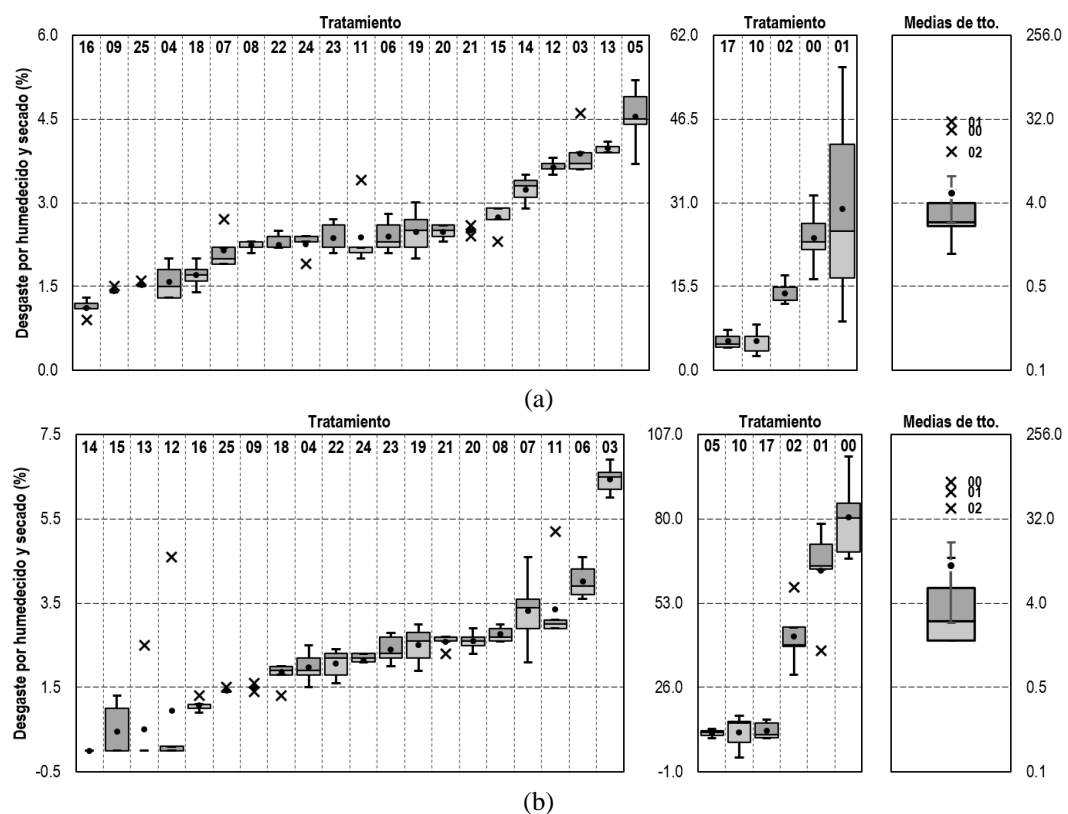


Figura 50.

Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado por tratamiento y por medias de tratamiento.

Nota: (a) Al primer ciclo, y, (b) al segundo ciclo.

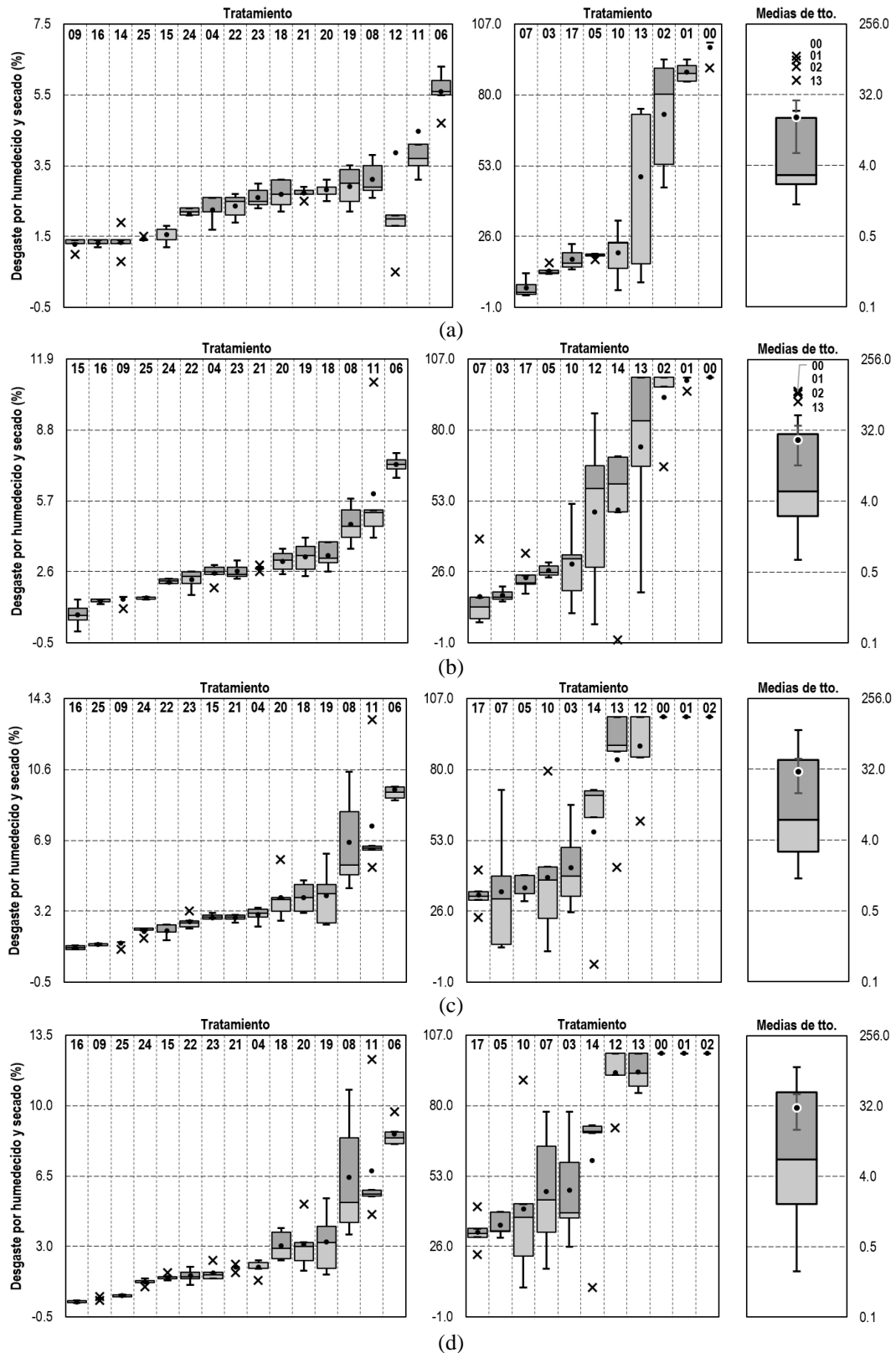


Figura 51.

Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado por tratamiento y por medias de tratamiento.

Nota: (a) Al tercer ciclo, (b) al cuarto ciclo, (c) al quinto ciclo, y, (d) final.

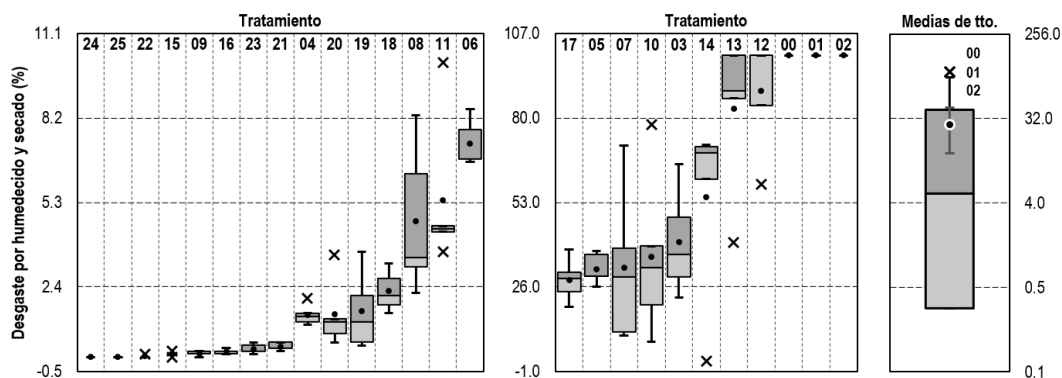


Figura 52.

Comparación descriptiva del desgaste por humedecido y secado intermedio por tratamiento y por medias de tratamiento.

**Prueba de hipótesis con interacción de las variables independientes.** La significancia de la interacción de las variables independientes en el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe se detalla en la Tabla 33. Los resultados muestran que existe un efecto significativo de la cal y yeso en la variable.

Tabla 33.

Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores del desgaste por humedecido y secado.

Variable	Cal		Yeso		Cal#Yeso		R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor	F <sub>0</sub>	p-valor		
DHS <sub>i</sub>	19.93	0.0000 <sup>a</sup>	8.06	0.0000 <sup>a</sup>	11.34	0.0000 <sup>a</sup>	0.7362	0.6729
DHS <sub>ii</sub>	131.37	0.0000 <sup>a</sup>	46.90	0.0000 <sup>a</sup>	43.97	0.0000 <sup>a</sup>	0.9408	0.9266
DHS <sub>iii</sub>	71.47	0.0000 <sup>a</sup>	28.38	0.0000 <sup>a</sup>	25.81	0.0000 <sup>a</sup>	0.8967	0.8720
DHS <sub>iv</sub>	42.92	0.0000 <sup>a</sup>	23.61	0.0000 <sup>a</sup>	26.80	0.0000 <sup>a</sup>	0.8739	0.8437
DHS <sub>v</sub>	55.42	0.0000 <sup>a</sup>	32.60	0.0000 <sup>a</sup>	46.01	0.0000 <sup>a</sup>	0.9119	0.8908
DHS <sub>vi</sub>	66.26	0.0000 <sup>a</sup>	43.79	0.0000 <sup>a</sup>	56.33	0.0000 <sup>a</sup>	0.9272	0.9097
DHS <sub>vii</sub>	53.56	0.0000 <sup>a</sup>	32.78	0.0000 <sup>a</sup>	45.32	0.0000 <sup>a</sup>	0.9097	0.8881

Nota: R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinación. R<sup>2</sup><sub>aj</sub>: Coeficiente de determinación ajustado. No incluye el tratamiento 00. Detalles en el Anexo 19. <sup>a</sup> Significativo.

## V. DISCUSIÓN

### Contrastación de hipótesis.

Para la contrastación de las hipótesis de investigación a partir de las hipótesis estadísticas, se verificaron los supuestos de modelo ANOVA (Tabla 34), cuyos resultados muestran que algunas variables no se ajustan a una distribución normal como el ancho, largo, densidad, módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado; así mismo, no son homogéneas como el largo, densidad y el desgaste por humedecido y secado; sin embargo, todas las variables son independientes.

Tabla 34.

Verificaciones de los supuestos del modelo ANOVA.

Variable dependiente	Normalidad	Homogeneidad	Independencia
Altura	0.2992 <sup>a</sup>	0.116 <sup>a</sup>	1.982074 <sup>b</sup>
Ancho	0.0012	0.167 <sup>a</sup>	2.044691 <sup>b</sup>
Largo	0.0304	0.000	2.027986 <sup>b</sup>
Masa	0.8513 <sup>a</sup>	0.674 <sup>a</sup>	2.012996 <sup>b</sup>
Densidad	0.0225	0.001	2.005206 <sup>b</sup>
Módulo de rotura	0.0043	0.063 <sup>a</sup>	1.991194 <sup>b</sup>
$\sqrt{M_r}$	0.0883 <sup>a</sup>	0.211 <sup>a</sup>	1.994195 <sup>b</sup>
DHS <sub>i</sub>	0.0000	0.000	1.994654 <sup>b</sup>
DHS <sub>ii</sub>	0.0000	0.000	1.995456 <sup>b</sup>
DHS <sub>iii</sub>	0.0000	0.000	2.008361 <sup>b</sup>
DHS <sub>iv</sub>	0.0000	0.000	2.011690 <sup>b</sup>
DHS <sub>v</sub>	0.0002	0.000	2.007643 <sup>b</sup>
DHS <sub>vi</sub>	0.0001	0.000	2.006854 <sup>b</sup>
DHS <sub>vii</sub>	0.0002	0.000	2.009033 <sup>b</sup>

Nota: Valores del  $p$ -valor. Normalidad: Prueba de asimetría y curtosis. Homogeneidad: Prueba de Bartlett. Independencia: Prueba de Durbin –Watson (DW). Incluye tratamiento 00.

<sup>a</sup> No significativo. <sup>b</sup> No significativo en  $1.7252 < DW < 2.2748$ .

De esta forma se decidió analizar la significancia simultáneamente empleando el ANOVA de un factor y el método de Kruskal – Wallis para los datos no paramétricos (Tabla 35); los resultados muestran que los tratamientos desarrollados influyen significativamente en todas las variables dependientes. Por otro lado, con



un ANOVA de dos factores se encontró que las variables independientes, porcentaje de cal, porcentaje de yeso y su interacción, influyen significativamente en cada variable dependiente.

Tabla 35.

Prueba de hipótesis de cada variable dependiente.

Variable dependiente	ANOVA 1 F. Tratamiento	Kruskal – Wallis Tratamiento	ANOVA 2 Factores <sup>b</sup>		
			Cal	Yeso	Cal#Yeso
Altura	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0417 <sup>a</sup>	0.0004 <sup>a</sup>
Ancho	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
Largo	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
Masa	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
Densidad	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>
Módulo de rotura	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0005 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
$\sqrt{M_r}$	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0002 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>i</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>ii</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>iii</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>iv</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>v</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>vi</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>vii</sub>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0001 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>	0.0000 <sup>a</sup>

Nota: Valores del  $p$ -valor. <sup>a</sup> Significativo. <sup>b</sup> No incluye tratamiento 00.

El MANOVA (Tabla 36) nos muestra que las variables independientes, porcentaje de cal, porcentaje de yeso y su interacción, influyen significativamente en las variables dependientes y su interacción.

Tabla 36.

Prueba de hipótesis MANOVA con interacción de variables independientes y dependientes.

Variables dependientes	Cal		Yeso		Cal#Yeso	
	$F_0$	$p$ -valor	$F_0$	$p$ -valor	$F_0$	$p$ -valor
Altura#Ancho#Largo	11.82	0.0000 <sup>a</sup>	7.19	0.0000 <sup>a</sup>	3.91	0.0000 <sup>a</sup>
Masa#Densidad	30.03	0.0000 <sup>a</sup>	7.13	0.0000 <sup>a</sup>	4.47	0.0000 <sup>a</sup>
Módulo de rotura#DHS <sub>vi</sub>	23.75	0.0000 <sup>a</sup>	26.18	0.0000 <sup>a</sup>	24.79	0.0000 <sup>a</sup>
Módulo de rotura#DHS <sub>vii</sub>	20.82	0.0000 <sup>a</sup>	22.30	0.0000 <sup>a</sup>	21.94	0.0000 <sup>a</sup>
$\sqrt{M_r}$ #DHS <sub>vi</sub>	24.00	0.0000 <sup>a</sup>	26.47	0.0000 <sup>a</sup>	25.29	0.0000 <sup>a</sup>
$\sqrt{M_r}$ #DHS <sub>vii</sub>	21.12	0.0000 <sup>a</sup>	22.67	0.0000 <sup>a</sup>	22.53	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>i</sub> #DHS <sub>ii</sub> #DHS <sub>iii</sub> #DHS <sub>iv</sub>	13.95	0.0000 <sup>a</sup>	11.29	0.0000 <sup>a</sup>	12.62	0.0000 <sup>a</sup>
DHS <sub>iii</sub> #DHS <sub>iv</sub> #DHS <sub>v</sub> #DHS <sub>vi</sub>	15.35	0.0000 <sup>a</sup>	11.42	0.0000 <sup>a</sup>	13.68	0.0000 <sup>a</sup>

Nota: Los resultados se basan en el Lambda de Wilks. No incluye tratamiento 00. Ver detalles en Anexo 20. <sup>a</sup> Significativo.

De este modo, al analizar los resultados de la Tabla 35 y de la Tabla 36, con una significancia de  $p_{-valor} < \alpha = 0.05$  rechazamos la hipótesis nula de la hipótesis estadística planteada, por lo que aceptamos la hipótesis alternativa que la inclusión de cal y el yeso como tratamiento al adobe compactado tiene un efecto en las variables dependientes; demostrando con ello las hipótesis de investigación.

### Tratamiento óptimo.

Para determinar estadísticamente el tratamiento óptimo con el mayor módulo de rotura, con el menor desgaste por humedecido y secado, y la menor densidad de la unidad de adobe, se tuvo en cuenta la significancia con los tratamientos base y la similaridad entre tratamientos; en la Tabla 37 se muestran estos tratamientos óptimos, algunos más adecuados que otros según lo que el caso requiera.

Por otro lado, para obtener los rangos de interacción cal y yeso óptimos con el mayor módulo de rotura, con el menor desgaste por humedecido y secado, y la menor densidad de la unidad de adobe, se intersectan los modelos Kriging de los valores óptimos de cada variable (Figura 53) para obtener el gráfico de módulo de rotura óptimo (Figura 54a).

Tabla 37.

Tratamientos óptimos según el módulo de rotura y comparación de tratamientos.

Variables	Tratamientos <sup>a</sup>							
	03	20	24	10	17	23	08	14
Cal (%)	1.0	3.0	7.0	0.0	0.0	6.0	3.0	4.0
Yeso (%)	1.0	5.0	1.0	6.0	8.0	2.0	1.0	2.0
$M_r$ (MPa)	0.660 <sup>c</sup>	0.715 <sup>c</sup>	0.734 <sup>c</sup>	0.753 <sup>c</sup>	0.822 <sup>b,c</sup>	0.856 <sup>b,c</sup>	0.863 <sup>b,c</sup>	0.925 <sup>b,c</sup>
DHS <sub>vi</sub> (%)	47.46 <sup>f</sup>	3.08 <sup>d</sup>	1.24 <sup>d</sup>	40.40 <sup>e</sup>	31.48 <sup>e</sup>	1.68 <sup>d</sup>	6.44 <sup>d</sup>	58.92 <sup>f</sup>
DHS <sub>vii</sub> (%)	40.34 <sup>f</sup>	1.46 <sup>d</sup>	0.00 <sup>d</sup>	35.60 <sup>e</sup>	28.30 <sup>e</sup>	0.28 <sup>d</sup>	4.66 <sup>d</sup>	54.80 <sup>f</sup>
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	1.966 <sup>h,i,j</sup>	1.806 <sup>g</sup>	1.811 <sup>g</sup>	1.958 <sup>h,j</sup>	1.968 <sup>h,i,j</sup>	1.840 <sup>g</sup>	1.918 <sup>h</sup>	1.828 <sup>g</sup>

Nota:  $M_r$ : Módulo de rotura. <sup>a</sup> Tratamientos con mayor media en  $\sqrt{M_r}$ ; <sup>b</sup> Significativo respecto al tratamiento 01 y similares según Duncan; y, <sup>c</sup> Significativo respecto al tratamiento 00; y, similares según Tukey. <sup>d,e,f,g,h</sup> Similares según Tukey y Duncan. <sup>i</sup> No significativo respecto al tratamiento 01. <sup>j</sup> No significativo respecto al tratamiento 00.

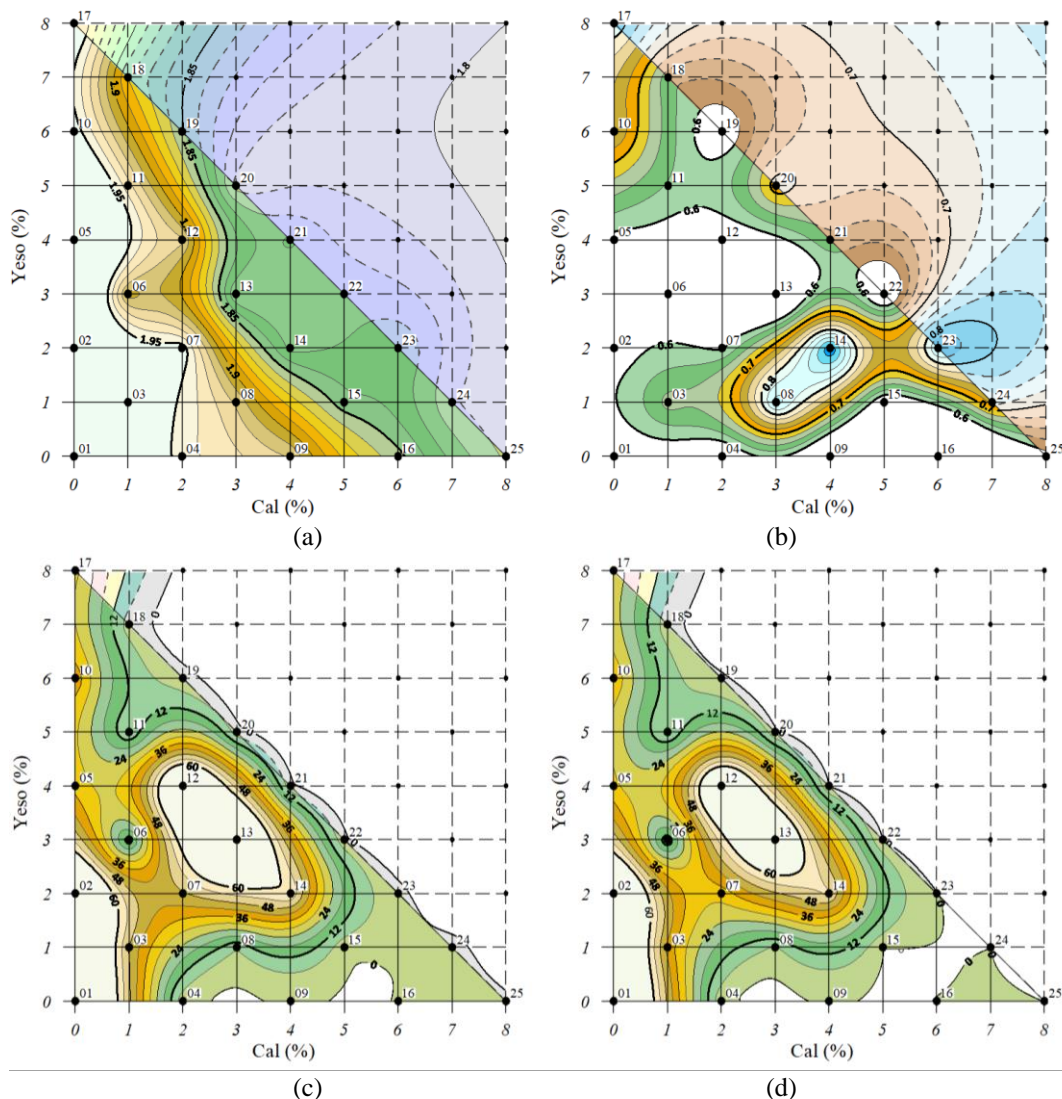


Figura 53.

Valores óptimos de las variables según comparación de tratamientos y Kriging.

Nota: (a) Densidad en  $\text{gr}/\text{cm}^3$ ,  $\rho < 1.95$  similares según Tukey y significativo en comparación al tratamiento 01,  $\rho < 1.85$  similares según Duncan y significativo en comparación al tratamiento 00. (b) Módulo de rotura en MPa,  $M_r > 0.60$  similares según Tukey,  $M_r > 0.70$  similares según Duncan y significativo en comparación al tratamiento 00,  $M_r > 0.80$  significativo en comparación al tratamiento 01. (c) y (d) Desgaste por humedecido y secado en %, final e intermedio respectivamente,  $DHS < 60$  significativo en comparación al tratamiento 00 y tratamiento 01,  $DHS < 12$  similares según Tukey y Duncan.

En la Figura 54b, se muestra las proporciones cal/yeso más óptimas, que son:

- Proporción cal/yeso de 2/1 a 4/1 con un porcentaje mínimo de cal de 2.0%.
- Proporción cal/yeso de 0 a 1/5 con un porcentaje mínimo de yeso de 4.5%.

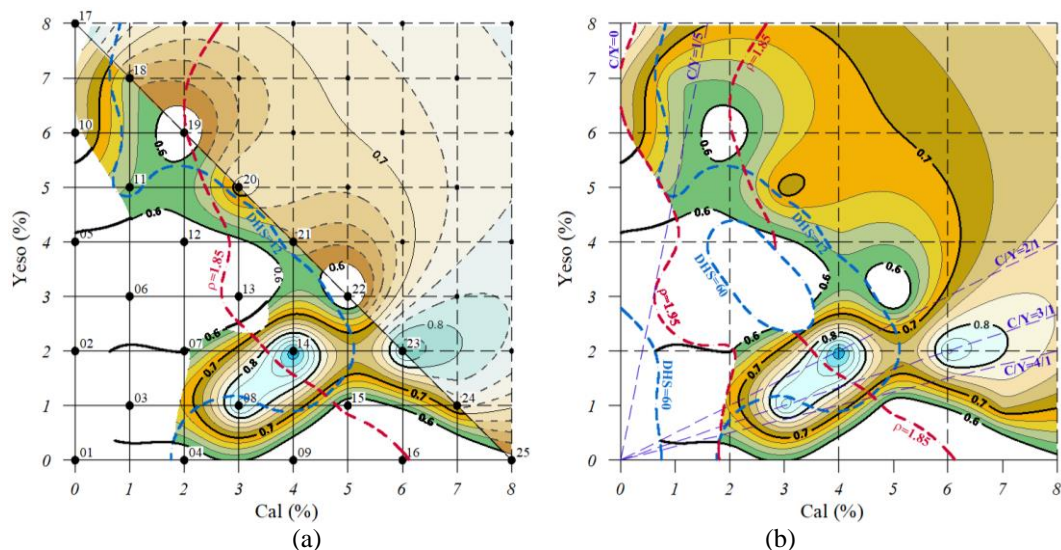


Figura 54.

Módulo de rotura óptimo por límites de densidad y desgaste por humedecido y secado.

Nota: (a) Intersección de valores óptimos. (b) Con proporciones y rangos importantes.

### Discusión.

Según los resultados obtenidos, la inclusión de cal y/o yeso para elaborar un adobe influyen en diferentes formas, en las propiedades geométricas y físicas de la unidad de adobe.

En la altura, solo algunos tratamiento (23, 16 y 25) son significativos respecto a los tratamientos base, presentando diez agrupamientos similares según las pruebas de Tukey y Duncan. Por otro lado, en el ancho, la gran mayoría de tratamientos son significativos respecto a los tratamiento base, presentan siete agrupamientos similares. Y por último, en el largo, la gran mayoría de tratamientos son significativos respecto a los tratamientos base, presentan once agrupamientos similares.

En la masa varios tratamientos son significativos y presentan diez agrupamientos similares. La densidad, producto de la masa y las dimensiones de la unidad de adobe, nos muestran que existe diferencia significativa en varios

tratamientos respecto al tratamiento base, siendo aquellas unidades de adobe con menor densidad la que se ubican en tratamiento con mayor contenido de cal y yeso.

En el módulo de rotura solo algunos tratamientos (20, 24, 10, 17, 23, 08 y 14) son significativos respecto a los tratamientos base, presentando ocho agrupamientos similares.

Por otro lado, en el desgaste por humedecido y secado, la mayoría de tratamientos son significativos respecto los tratamiento base y solo posee cinco agrupamientos similares.

Los métodos de superficie de respuesta y diseño de mezclas se ajustan a algunas variables generando ecuaciones en algunos caso complejas y difíciles de manejar; sin embargo, el modelo Kriging permite ajustar modelos para todas las variables, pero, no se tiene evidencia de la función del variograma que debe emplearse en cada ocasión, en esta investigación se optó por usar un variograma lineal.

La intersección de superficies por el modelo Kriging entre las variables densidad, módulo de rotura y desgaste por humedecido y seca, permitió valorar los rangos de cal/yeso más óptimos que pueden sugerirse para la elaboración de una adobe compactado, siendo la mejor opción el uso cal respecto al yeso.

## VI. CONCLUSIONES

1. La inclusión de cal y yeso, en la mezcla de tierra (arena arcillosa con grava) de la unidad de adobe compactado, influye significativamente en el módulo de rotura ( $0.660 < M_r < 0.952$  MPa), incrementándola respecto a una unidad base de adobe sin cal o yeso: compactada ( $M_r = 0.566$  MPa) y no compactada ( $M_r = 0.464$  MPa).
2. La inclusión de cal y yeso, en la mezcla de tierra (arena arcillosa con grava) de una unidad de adobe compactado, influye significativamente en el desgaste por humedecido y secado ( $0.0 < DHS < 54.8$  %), reduciéndola respecto a una unidad base de adobe sin cal o yeso: compactada ( $DHS = 100.0$  %). y no compactada ( $DHS = 100.0$  %).
3. Las proporciones de cal /yeso más óptimas para un módulo de rotura mayor ( $0.60 < M_r < 0.95$  MPa) con un bajo desgaste por humedecido y secado ( $0.0 < DHS < 50.0$  %) y baja densidad ( $1.80 < M_r < 1.95$  gr/cm<sup>3</sup>), se presenta, según los resultados de los tratamientos analizados en dos rangos: la primera y la más óptima con una mayor cantidad de cal en proporciones de 2/1 a 4/1 con un mínimo de 2% de cal, y, la segunda con una mayor cantidad de yeso en proporciones de 0 a 1/5 con un mínimo de 4.5% de yeso. Por otro lado, proporciones similares de cal y yeso no generan mejores resultados.
4. Los tratamientos con diferentes porcentajes de inclusión de cal y yeso, en la unidad de adobe compactada, que influyen significativamente en todas las variables dependientes a la vez, son las que poseen mayor cantidad de cal que de yeso.

## VII. RECOMENDACIONES

1. Considerar los ensayos de módulo de rotura por el método de viga simplemente cargada en el punto medio o similar en los ensayos establecidos por la norma E080, en reemplazo al de método directo con un cilindro de barro.
2. Considerar en la norma E080 los ensayos de desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe, que permita evaluar la calidad y resistencia de la unidad de adobe en presencia permanente de agua. Se sugiere el protocolo de medición del desgaste por humedecido y secado adjunto en los anexos.
3. Se recomienda ampliar la presente investigación con diferentes rangos de cal/yeso o diferentes conglomerantes, con otros tipos de suelo empleado como tierra, y, con otros tipos técnicas de elaboración de unidades de adobe.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorós García, M. (2011). *Desarrollo de un nuevo ladrillo de tierra cruda, con aglomerantes y aditivos estructurales de base vegetal*. [Trabajo fin de máster, Universidad Politécnica de Madrid]. [http://oa.upm.es/9058/2/TESIS\\_MASTER\\_MARTA\\_AMOROS\\_GARCI A.pdf](http://oa.upm.es/9058/2/TESIS_MASTER_MARTA_AMOROS_GARCI_A.pdf)
- Asociación Española de Normalización y Certificación. (2008). *Bloques de tierra comprimida para muros y tabiques. Definiciones, especificaciones y métodos de ensayo.: Vol. Norma española UNE 41410 (AEN/CTN 41Construcción)*. [http://www.bioarkiteco.com/uploads/1/1/3/2/11328176/une\\_414102008.pdf](http://www.bioarkiteco.com/uploads/1/1/3/2/11328176/une_414102008.pdf)
- Bestraten Castells, S., & Hormias Laperal, E. (2012). *Bloques de tierra comprimida en el proyecto del Centro del Adulto Mayor de San José de Chiquitos, Bolivia*. 1–10. <http://hdl.handle.net/2117/17648>
- Blondet, M., Vargas, J., & Tarque, N. (2008). *Behaviour of earthen structures during the Pisco earthquake of August 15, 2007*.
- Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., & Iwaki, C. (2011). Construcción sismorresistente en tierra: La gran experiencia contemporánea de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *Informes de la Construcción*, 63(523), 41–50.
- Bozzano Ciavaglia, B. (2017). *Acabados y revestimiento en el diseño de arquitectura de tierra* [Tesina de grado].



[http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2018/08/TESINA\\_ACABADOS-Y-REVESTIMIENTOS-EN-EL-DISEÑO-DE-ARQUITECTURA-DE-TIERRA\\_Bozzano-Blanca-FINAL.pdf](http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2018/08/TESINA_ACABADOS-Y-REVESTIMIENTOS-EN-EL-DISEÑO-DE-ARQUITECTURA-DE-TIERRA_Bozzano-Blanca-FINAL.pdf)

Caballero Caballero, M., Silva Santos, L., & Montes Bernabé, J. L. (2010). Resistencia Mecanica del Adobe Compactado Incrementada por Bagazo de Agave. *Centro interdisciplinario de Investigacion para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca. Instituto Politecnico Nacional.*  
[http://somim.org.mx/memorias/memorias2010/A3/A3\\_221.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2010/A3/A3_221.pdf)

Cabo Laguna, M. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción* [Trabajo final de carrera, Universidad Pública de Navarra].  
<http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4504/577656.pdf?sequence=1>

Cáceres Luján, F. (2010). *Mejora del adobe a partir de su estabilización con el material confitillo.* [Trabajo de investigación].  
<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/165>

Crespo Escobar, S. (2010). *Materiales de construcción para edificación y obra civil.* Editorial Club Universitario.

Dirección de normalización. (2017a). NTP 331.201. Elementos de suelo sin cocer. Adobe estabilizado con asfalto para muros. Requisitos. *Norma técnica peruana.*

Dirección de normalización. (2017b). NTP 331.202. Elementos de suelo sin cocer. Adobe estabilizado con asfalto para muros. Métodos de ensayo. *Norma técnica peruana.*

Dirección de normalización. (2017c). NTP 331.203. Elementos de suelo sin cocer.

- Adobe estabilizado con asfalto para muros. Muestreo y recepción. *Norma técnica peruana*.
- Dirección de normalización. (2017d). NTP 399.613. Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. *Norma técnica peruana*.
- Galán-Marín, C., Rivera-Gómez, C., & Petric, J. (2010). Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, 24(8), 1462–1468. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.01.008>
- Galíndez, F. (2007). Bloques de tierra comprimida (BTC) sin adición de cemento. *Investigación. Fundación MAPFRE*. [https://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/proyecto/3-BLOQUES\\_TIERRA\\_COMPRIMIDA.pdf](https://www.mapfre.com/ccm/content/documentos/fundacion/prev-ma/proyecto/3-BLOQUES_TIERRA_COMPRIMIDA.pdf)
- Gómez Domínguez, J. (2007). *Materiales de construcción*. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos* (Segunda Edición).
- Hernández Pocero, J. (2016). *Construcción con tierra: Análisis, conservación y mejora. Un caso práctico en Senegal*. [Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/107822>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Encuesta Nacional de Hogares*. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>
- INSTRON. (s/f). *Módulo de rotura*. Recuperado el 1 de diciembre de 2018, de

<http://www.instron.com.ar/es-ar/our-company/library/glossary/m/modulus-of-rupture>

Jofré, C., & Kraemer, C. (2017). *Manual de estabilización de suelos con cemento o cal*. <http://www.anter.es/pdf/MANUAL-SUELOS.pdf>

Kuroiwa H., J. (1987). *Evaluación de Los Riesgos de Desastres Naturales en la Región Del Trifinio*. Bib. Orton IICA / CATIE.

Lacouture, L. E. Y., Bernal, C. P., Ortiz, J. C. R., & Valencia, D. R. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *Apuntes. Revista de estudios sobre patrimonio cultural*, 20(2). <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v20n2/v20n2a09.pdf>

Ministerio de transportes y comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2006). *Reglamento nacional de edificaciones, norma E.080. Adobe*.

Ministerio de vivienda construcción y saneamiento. (2017). *Norma E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada*. (Anexo-Resolución ministerial N° 121-2017-Vivienda).

Minke, G. (2005a). *Manual de construcción de Tierra* (2da. edic.). Editorial Fin de Siglo.

Minke, G. (2005b). *Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra* (3ra. edic.).

Morales-Dominguez, V. J., Ortiz-Guzmán, M., & Alavéz-Ramirez, R. (2007). Mejoramiento de las propiedades mecánicas del adobe compactado. *Naturaleza y Desarrollo*, 5(1), 41–48.

- Oliver, M., & Webster, R. (2015). *Basic Steps in Geostatistics: The Variogram and Kriging*. Springer.
- Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica. (2014). *Urbanismo y construcción en lo relativo al uso del sistema constructivo de adobe para viviendas de un nivel*. (RTS 91.02.01:14). [http://www.puntofocal.gob.ar/notific\\_otros\\_miembros/slv172\\_t.pdf](http://www.puntofocal.gob.ar/notific_otros_miembros/slv172_t.pdf)
- Quiteño, A. A. (2015). La cal como elemento que mejora la resistencia en la producción del ladrillo de adobe en el departamento de Ahuchapán. *Anuario de investigación*, 4, 367–374.
- Rojas Vargas, J., & Vidal Toche, R. A. (2014). *Comportamiento sísmico de un módulo de dos pisos reforzado y construido con ladrillos ecológicos prensados* [Trabajo fin de máster]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5618>
- Roux Gutiérrez, R. S., & Olivares Santiago, M. (2002a). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento portland al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico. *Informes de la Construcción*, 53(478), 39–50.
- Roux Gutiérrez, R. S., & Olivares Santiago, M. (2002b). Utilización de ladrillos de adobe estabilizados con cemento portland al 6% y reforzados con fibra de coco, para muros de carga en Tampico. *Informes de la Construcción*, 53(478), 39–50.
- Tavera, H., & Buforn, E. (1998). Sismicidad y sismotectónica de Perú. *Física de la Tierra*, 10, 187–219.
- Vargas Díaz, L. (2016). *Determinación de propiedades mecánicas de la*

*mampostería de adobe, ladrillo y piedra en edificaciones históricas peruanas* [Tesis]. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/7472>

Yamin, L. E., Rodríguez, Á. E., Fonseca, L. R., Reyes, J. C., & Phillips, C. A. (2003). Comportamiento sísmico y alternativas de rehabilitación de edificaciones en adobe y tapia pisada con base en modelos a escala reducida ensayados en mesa vibratoria. *Revista de ingeniería*, 18, 175–192.

Yamin Lacouture, L. E., Phillips Bernal, C., Reyes Ortiz, J. C., & Ruiz Valencia, D. (2007). Estudios de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y refuerzo de casas en adobe y tapia pisada. *APUNTES*, 20(2), 286–303.

## ANEXO

- Anexo 1. Matriz de consistencia.
- Anexo 2. Ensayos de laboratorio de la tierra empleada para la elaboración de la unidad de adobe.
- Anexo 3. Protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado.
- Anexo 4. Protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe compactado.
- Anexo 5. Protocolo de medición del módulo de rotura de la unidad de adobe compactado.
- Anexo 6. Ficha de calibración de la máquina universal de ensayos.
- Anexo 7. Protocolo de medición del desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.
- Anexo 8. Reporte de ensayos de laboratorio del desgaste por humedecido y secado - piloto.
- Anexo 9. Reporte de ensayos de laboratorio de las dimensiones y masa de la unidad de adobe.
- Anexo 10. Dimensiones promedio, masa y densidad de la unidad de adobe por espécimen y tratamiento.
- Anexo 11. Reporte de ensayos de laboratorio del módulo de rotura.
- Anexo 12. Módulo de rotura por espécimen y tratamiento
- Anexo 13. Reporte de ensayos de laboratorio del desgaste por humedecido y secado.
- Anexo 14. Desgaste por humedecido y secado por espécimen y tratamiento.
- Anexo 15. Medias, desviación estándar muestral e intervalos de confianza por variable.
- Anexo 16. Método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas.
- Anexo 17. Prueba de hipótesis ANOVA de un factor por tratamientos.
- Anexo 18. Comparación de medias de tratamiento por parejas.
- Anexo 19. Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores: Cal, yeso y la interacción Cal#Yeso.
- Anexo 20. Prueba de hipótesis MANOVA, relación variables dependientes con la

cal, yeso y la interacción Cal#Yeso.

Anexo 1.

Matriz de consistencia.

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Metodología
<p><b>General:</b> ¿Cuál es la influencia que se genera en el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado elaborado con inclusión de cal y yeso?</p>	<p><b>General:</b> Analizar la influencia en el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado elaborado con inclusión de cal y yeso.</p> <p><b>Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Determinar el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe típico.</li> <li>- Determinar el módulo de rotura y el desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.</li> <li>- Determinar el módulo de rotura de unidades de adobe compactado con</li> </ul>	<p><b>General:</b> El módulo de rotura de la unidad de adobe compactado se incrementa con la inclusión de cal y yeso.</p> <p>El desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado se reduce con la inclusión de cal y yeso.</p>	<p>Independientes: Cal y Yeso: Material conglomerante</p> <hr/> <p>Dependiente 1: Módulo de rotura, Mr (MPa).</p> <hr/> <p>Dependiente 2: Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)</p>	<p>Porcentaje en peso de cal.</p> <hr/> <p>Porcentaje en peso de yeso.</p> <hr/> <p>Carga aplicada</p> <hr/> <p>Longitud entre apoyos.</p> <hr/> <p>Ancho del adobe</p> <hr/> <p>Altura del adobe</p> <hr/> <p>Masa inicial del espécimen.</p> <hr/> <p>Masas intermedias del espécimen.</p> <hr/> <p>Masa final del espécimen.</p>	<p><b>Tipo de investigación</b> Es de enfoque cuantitativo con un nivel de investigación explicativo e investigación experimental.</p> <p><b>Diseño de investigación.</b> Los diseños de experimentos planteados: a. Método de superficie de respuesta b. Método de diseño de mezclas c. Kriging ordinario</p> <p><b>Población y muestra</b> 130 especímenes para el módulo de rotura. 130 especímenes para el desgaste de humedecido y secado.</p> <p><b>Instrumentos de recolección de datos</b></p>





Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable	Indicador	Metodología
	<p>inclusión de cal y yeso en porcentajes en peso de 2%, 4%, 6% y 8%.</p> <p>- Determinar el desgaste por humedecido y secado de unidades de adobe compactado con inclusión de cal y yeso en porcentajes en peso de 2%, 4%, 6% y 8%.</p>				<p>a. Protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado.</p> <p>b. Protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe compactado.</p> <p>c. Protocolo de medición del módulo de rotura de la unidad de adobe compactado.</p> <p>d. Protocolo de medición del desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.</p> <p><b>Procesamiento y análisis estadístico de la información.</b></p> <p>a. Media de cada variable.</p> <p>b. Regresión lineal múltiple.</p> <p>c. Kriging con variograma lineal.</p> <p>d. Supuestos de normalidad, de homogeneidad e independencia.</p> <p>e. ANOVA de un factor.</p> <p>f. ANOVA de dos factores.</p> <p>g. MANOVA.</p> <p>h. Comparación de medias de tratamiento por parejas.</p>



Anexo 2.

Ensayos de laboratorio de la tierra empleada para la elaboración de la unidad de adobe.





**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
 (NTP 339.134, NTP 339.135, ASTM D 2487)

Solicitud N° **V-035-2019**

Tesis : Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz  
 Tesista : Richard Alberto Depaz Blácido Fecha : Agosto 2019  
 Lugar : Urbanización Nuevo Progreso Muestreado por : Interesado  
Técnico : Y.D.T.

DATOS DE LA MUESTRA	Progresiva	--			
	Cantera	Urbanización Nuevo Progreso			
	Calicata	--			
	Profundidad	0.00 - 1.50 m			
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00			
	2"	100.00			
	1 1/2"	100.00			
	1"	94.11			
	3/4"	91.03			
	3/8"	86.85			
	# 4	80.59			
	# 10	71.88			
	# 20	65.41			
	# 40	56.67			
	# 60	50.43			
	# 140	34.61			
	# 200	29.91			
Coef. de Uniformidad Cu		--			
Coef. de Curvatura Cc		--			
Porcentaje de Material	Grava	19.41			
	Arena	50.68			
	Finos	29.91			
Mitad de Fracción Gruesa		35.04			
Limites de Consistencia	L.L.	31.00			
	L.P.	16.00			
	I.P.	15.00			
Humedad Natural (%)		3.61			
Indice de Grupo	IG - LL	-0.79			
	IG - IP	0.75			
	Indice de Grupo	0			
Clasificación AASTHO		A-2-6(0)			
Clasificación SUCS		SC			
Descripción		Arena arcillosa con grava			

\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
*Elio Alejandro Milla Vergara*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com

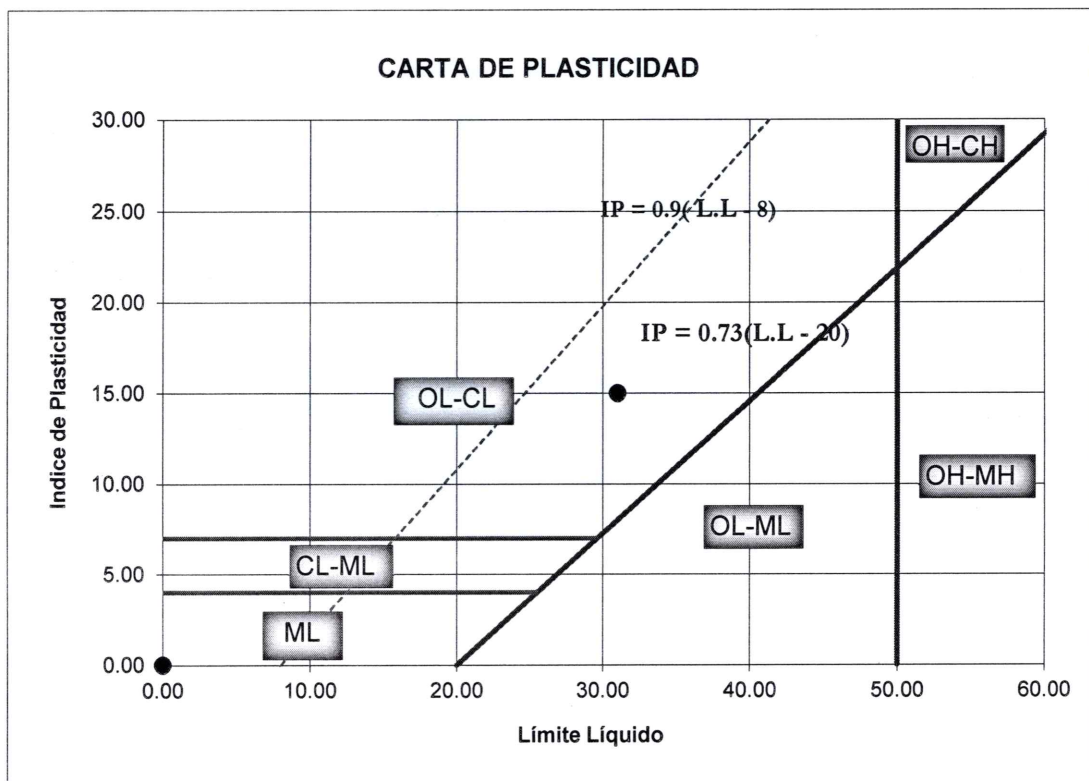


**HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS**  
(NTP 339.134, ASTM D 2487)

Solicitud N° **V-035-2019**

**UBICACIÓN DE PUNTOS EN LA CARTA DE PLASTICIDAD**

Tesis	: Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz				
Tesista	: Richard Alberto Depaz Blácido	Fecha	: Agosto 2019		
Lugar	: Urbanización Nuevo Progreso	Muestreado por	: Interesado Técnico : Y.D.T.		
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>					
Cantera	: Urbanización Nuevo Progreso	Progresiva	: --	Material	: Propio
Calicata	: --	Muestra	: mab-01	Profundidad	: 0.00 - 1.50 m



\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
**Elio Alejandro Milla Vergara**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 42832



# EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

## CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 339.127, ASTM D2216)

Solicitud N° **V-035-2019**

Tesis : Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz  
Tesisista : Richard Alberto Depaz Blácido Fecha : Agosto 2019  
Lugar : Urbanización Nuevo Progreso Muestreado por : Interesado  
Técnico : Y.D.T.

### DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : Urbanización Progresiva : -- Material : Propio  
          : Nuevo Progreso  
Calicata : -- Muestra : mab-01 Profundidad : 0.00 - 1.50 m

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	332.39	333.17
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	321.97	322.50
Peso Contenedor	Mc	30.28	30.61
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	291.69	291.89
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	10.42	10.67
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	3.57	3.66

<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>3.61</b>
-----------------------------	-------------

\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

  
COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Elio Alejandro Milla Vergara  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP. N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
 (NTP 339.128, ASTM D 422)

Solicitud N° **V-035-2019**

Tesis : Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz  
 Tesista : Richard Alberto Depaz Blácido Fecha : Agosto 2019  
 Lugar : Urbanización Nuevo Progreso Muestreado por : Interesado  
 Técnico : Y.D.T.

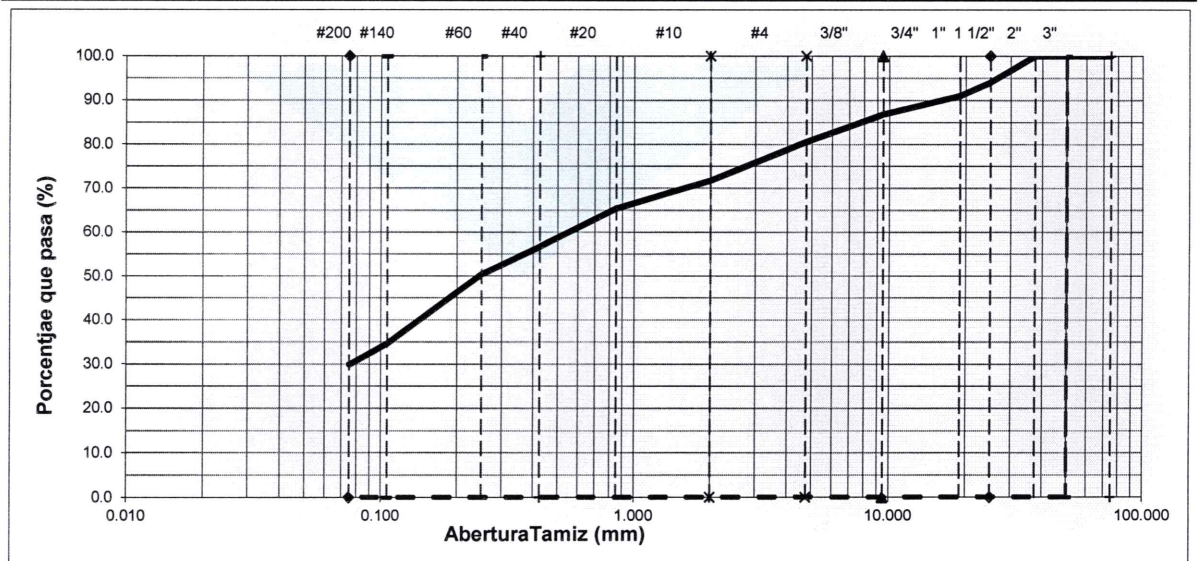
**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera : Urbanización Nuevo Progreso Progresiva : -.- Material : Propio  
 Calicata : -.- Muestra : mab-01 Tamaño Máximo: 1 1/2"

**DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA**

Masa Inicial Seca (gr) = 3991.00 Porción de masa que pasa tamiz N° 10 (gr) = 130.0  
 Masa Lavada y Seca (gr) = 2870.00 Masa de Material Grueso (gr) = 1122.30  
 Masa Retenido 3"(gr) = 0.00 % que pasa N° 200 = 28.09

Abertura de Tamices		RETENIDO EN CADA TAMIZ		PORCENTAJE ACUMULADO	
ASTM	mm	Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.0	100.0
2"	50.000	0.00	0.00	0.0	100.0
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	100.0
1"	25.000	235.20	5.89	5.9	94.1
3/4"	19.000	122.60	3.07	9.0	91.0
3/8"	9.500	166.90	4.18	13.1	86.9
# 4	4.750	250.00	6.26	19.4	80.6
# 10	2.000	347.60	8.71	28.1	71.9
# 20	0.850	11.70	6.47	34.6	65.4
# 40	0.425	15.80	8.74	43.3	56.7
# 60	0.250	11.30	6.25	49.6	50.4
# 140	0.106	28.60	15.81	65.4	34.6
# 200	0.075	8.50	4.70	70.1	29.9
< 200	Fondo	54.10	29.91	100.0	0.0



% GRAVA	19.41	% Gruesa :	8.97	D60 (mm) =	0.587
		% Fina :	10.45	D30 (mm) =	0.076
% ARENA	50.68	% Gruesa :	8.71	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	15.21	Coef. Unif. (Cu) =	-.-
		% Fina :	26.76	Coef. Conc. (Cc) =	-.-
% FINOS	29.91				

\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

**Elio Alejandro Milla Vergara**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com



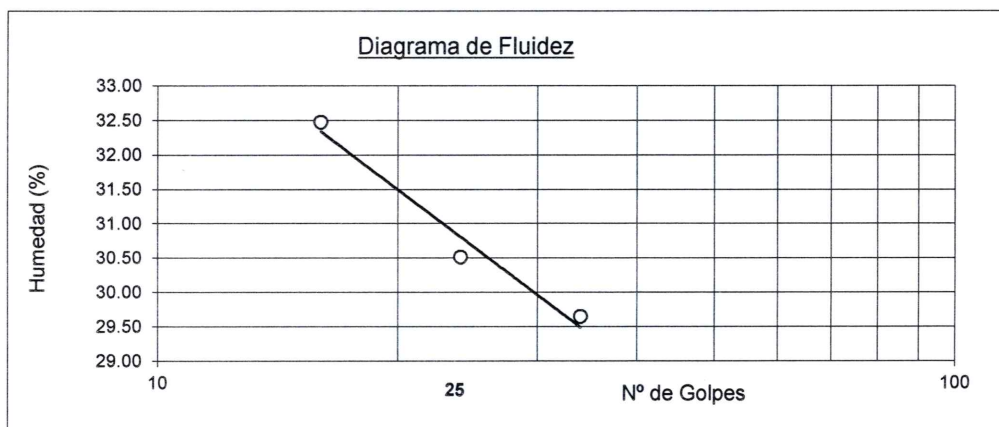
**LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS**  
 (NTP 339.129, ASTM D4318)

Solicitud N° **V-035-2019**

Tesis	: Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz		
Tesista	: Richard Alberto Depaz Blácido	Fecha	: Agosto 2019
Lugar	: Urbanización Nuevo Progreso	Muestreado por	: Interesado
		Técnico	: Y.D.T.
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
Cantera	: Urbanización Progresiva : -:-	Material	: Propio
Calicata	: -:-	Muestra	: mab-01
		Profundidad	: 0.00 - 1.50 m

**DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO**

N° de golpes	16	24	34
P.Suelo Húmedo+Rec.	30.89	31.53	37.67
P.Suelo Seco+Rec.	27.25	28.07	32.93
Peso del Recipiente	16.04	16.73	16.94
Peso Suelo Seco	11.21	11.34	15.99
Peso del Agua	3.64	3.46	4.74
C. de Humedad %	32.47	30.51	29.64



**DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO**


P.Suelo Húmedo+Rec.	21.35	19.83
P.Suelo Seco+Rec.	20.44	18.83
Peso del Recipiente	14.62	12.52
Peso Suelo Seco	5.82	6.31
Peso del Agua	0.91	1.00
C. de Humedad %	15.64	15.85

Limite Líquido = **31.0**

Limite Plástico = **16.0**

Indice Plasticidad = **15.0**

\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU**  
*Elio Alejandro Milla Vergara*  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 42832



**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTÁNDAR**  
**( 600 kN-m/m<sup>3</sup> - 12 400 pie-lb/pie<sup>3</sup> )**  
 (NTP 339.142, ASTM D6985)

Solicitud N° **V-035-2019**

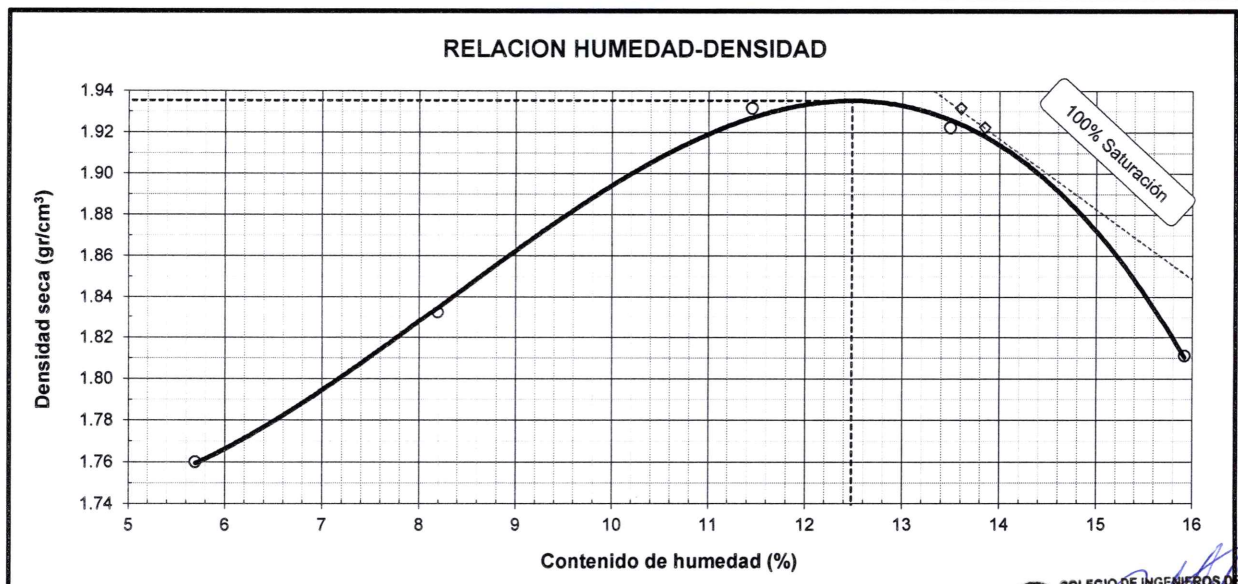
Tesis	: Influencia en el Módulo de Rotura y el Desgaste por Humedecido y Secado de la Unidad de Adobe Compactado con Inclusión de Cal y Yeso, Huaraz	Fecha	: Agosto 2019
Tesista	: Richard Alberto Depaz Blácido	Muestreado por	: Interesado
Lugar	: Urbanización Nuevo Progreso	Técnico	: Y.D.T.

**DATOS DE LA MUESTRA**

Cantera	: Urbanización Nuevo Progreso	Progresiva	: --
Calicata	: --	Muestra	: mab-01
Material	: Propio	Clasif. (SUCS)	: SC
		Clasif. (AASHTO)	: A-2-6(0)

<b>PROCEDIMIENTO DE COMPACTACION:</b>	<b>A</b>	Método de Preparación	: Húmedo	Molde N°	: 04
<b>Pisón:</b>	Manual	Gravedad Específica (Gs)	: 2.62	Tamiz N°	: # 4
Golpes por capa:	25	Capas	: Cinco	P <sub>c</sub> (%)	: 19.41

Masa suelo húmedo + molde	gr	3682.6	3797.2	3957.1	3984.2	3906.9	
Masa del molde	gr	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0	1938.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1744.6	1859.2	2019.1	2046.2	1968.9	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	937.9	937.9	937.9	937.9	937.9	
Densidad húmeda compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.860	1.982	2.153	2.182	2.099	
Cálculo Contenido de Humedad							
Masa del suelo húmedo+ recip.	gr	218.24	155.11	225.51	198.27	170.92	
Masa del suelo seco + recipiente	gr	208.55	146.08	204.82	177.55	152.51	
Masa del recipiente	gr	38.41	35.87	24.14	23.97	36.86	
Masa del agua	gr	9.69	9.03	20.69	20.72	18.41	
Masa del suelo seco	gr	170.14	110.21	180.68	153.58	115.65	
Contenido de Humedad	%	5.70	8.19	11.45	13.49	15.92	
Densidad seca compactada	gr/cm <sup>3</sup>	1.76	1.83	1.93	1.92	1.81	
						Densidad Seca Compactada Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ) $\gamma_d$	<b>1.94</b>
						Peso Unitario Seco Compactado (kN/m <sup>3</sup> ) $\gamma_d$	<b>19.0</b>
						Humedad óptima (%)	<b>12.48</b>



**Observaciones:**

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz, Celular: 981-700444

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Teléfono (043) 620406 Celular: 944-931238 - E-mail: emv.laboratorio@gmail.com

**Elio Alejandro Milla Vergara**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. N° 42832



Anexo 3.

Protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado.

## 1. OBJETO.

Establecer el procedimiento para la elaboración de especímenes de adobe uniforme asegurando solo la variación de la inclusión de cal y yeso

## 2. DEFINICIONES.

**Adobe.** Unidad de tierra cruda, secada en el ambiente.

**Tierra.** Material de construcción compuesto de cuatro componentes básicos: arcilla, limo, arena fina y arena gruesa.

**Arcilla.** Único material activo e indispensable del suelo. En contacto con el agua permite su amasado, se comporta plásticamente y puede cohesionar el resto de partículas inertes del suelo formando el barro, que al secarse adquiere una resistencia seca que lo convierte en material constructivo. Tiene partículas menores a dos micras (0.002 mm).

**Arena fina.** Es un componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendido entre 0.08 mm y 0.50 mm. Como el limo puede contribuir a lograr una mayor compacidad del suelo, en ciertas circunstancias.

**Arena gruesa.** Es un componente inerte, estable en contacto con el agua, sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca comprendidas entre 0.6 mm y 4.75 mm (según Normas Técnicas Peruanas y/o las mallas N°30 y N° 4 ASTM) que conforman la estructura granular resistente del barro en su proceso de secado. La adición de arena gruesa a suelos arcillosos, disminuye el número y espesor de las fisuras creadas en el proceso de secado, lo que significa un aumento de la resistencia del barro seco según se ha comprobado en el laboratorio.

**Limo.** Es un material componente inerte, estable en contacto con agua y sin propiedades cohesivas, constituido por partículas de roca con tamaños comprendidos entre 0.002 mm y 0.08 mm.

**Secado.** Proceso de evaporación del agua que existe en la tierra húmeda. El proceso debe controlarse para producir una evaporación muy lenta del agua, mientras la arcilla y barro se contraen y adquieren resistencia. Si la contracción es muy rápida, se producen fisuras.

## 3. EQUIPOS Y MATERIALES.

### Equipos

- Balanza. Con la que se mide los pesos de la tierra, cal, yeso y agua que se emplearán.
- Mallas para el tamizado. Permitirán retirar las Gravas de la tierra.
- Máquina para adobe prensado. Modelo CINVA RAM de construcción casera. Se empleará con molde de acero de 30x15x10 cm
- Amoladora de 4.5" para cortar adobes en cubitos de 10 cm de lado.
- Herramientas manuales como lampas, picos, bugui, badilejo y baldes.
- Guantes de seguridad.

### Materiales

- Tierra.
- Cal.
- Yeso.
- Agua.

## 4. PROPORCIONES.

Las proporciones para obtener los especímenes de adobe compactado basada en 10 kg de mezcla total se detallan en el Cuadro 1 y el esquema de proporciones por tratamiento en el Cuadro 2.

Cuadro 1.

Proporciones en peso para elaborar especímenes por cada 10 kg del peso total.

Tratamiento	Cal – C (kg)	Yeso – Y (kg)	Tierra – T (kg)	Peso total (kg)	Agua – A (kg)
00 <sup>a</sup>	0.00	0.00	10.00	10.00	~
01 <sup>b</sup>	0.00	0.00	10.00	10.00	0.75
02	0.00	0.20	9.80	10.00	0.75
03	0.10	0.10	9.80	10.00	0.75
04	0.20	0.00	9.80	10.00	0.75
05	0.00	0.40	9.60	10.00	0.75
06	0.10	0.30	9.60	10.00	0.75
07	0.20	0.20	9.60	10.00	0.75
08	0.30	0.10	9.60	10.00	0.75
09	0.40	0.00	9.60	10.00	0.75
10	0.00	0.60	9.40	10.00	0.75
11	0.10	0.50	9.40	10.00	0.75
12	0.20	0.40	9.40	10.00	0.75
13	0.30	0.30	9.40	10.00	0.75
14	0.40	0.20	9.40	10.00	0.75
15	0.50	0.10	9.40	10.00	0.75
16	0.60	0.00	9.40	10.00	0.75
17	0.00	0.80	9.20	10.00	0.75
18	0.10	0.70	9.20	10.00	0.75
19	0.20	0.60	9.20	10.00	0.75
20	0.30	0.50	9.20	10.00	0.75
21	0.40	0.40	9.20	10.00	0.75
22	0.50	0.30	9.20	10.00	0.75
23	0.60	0.20	9.20	10.00	0.75
24	0.70	0.10	9.20	10.00	0.75
25	0.80	0.00	9.20	10.00	0.75

Nota: <sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 2.

Esquema de proporciones por tratamiento para especímenes de adobe compactado.

Mezcla de adobe			
Cal (C)	Yeso (Y)	Tierra (T)	Agua (A)
0% a 8% P	0% a 8% P	92% a 100% P	Aprox. 5%–10% P
100% = P: Peso total			

## 5. PROCEDIMIENTO.

- Preparar la tierra para la mezcla.
- Pesar las proporciones por cada espécimen y tratamiento.
- Mezclar la tierra más la cal o yeso empleando un badilejo hasta que exista uniformidad.
- Llenar el agua y volver a mezclar hasta obtener una pasta uniforme.
- Llenar la pasta en la máquina para adobe prensado en tres tercios hasta llegar al ras del molde compactando preliminarmente en forma circular con 10 golpes con un mazo de madera.
- Ejercer presión con la máquina de adobe.
- Desmoldar cada adobe esperando 1 a 3 minutos para retirarla completamente del molde.
- Para el caso de unidades de adobe típico de tierra el molde de madera esta se retira lentamente luego de colocada la mezcla.
- Llevar los especímenes a un tendal techado y protegido del aire del ambiente.

- Pintar con plantillas el número de tratamiento y el número de espécimen
- Dejar secar por 30 días, cambiando de posición el espécimen para asegura un secado adecuado.
- Elaborar especímenes adicionales si luego del secado de unidad por 5 días si el espécimen presenta daño o fisuras importantes.
- Para los especímenes para el ensayo de desgaste por humedecido y secado. Luego de secado por 30 días, cortar con una amoladora los especímenes en cubitos de 10x10cm (2 cubitos por cada espécimen). Solo se ensaya un cubito por espécimen.

## **6. PROCESO DE VALIDACION.**

El instrumento se basó en los detalles de la mezcla y elaboración que se desarrollan típicamente para unidades de adobe compactado y no compactado.

## **7. PLAN PILOTO.**

Para realizar el proceso de validación del adobe compactado se elaboraron 04 especímenes de adobe compactado para verificar la consistencia de los adobes y el uso de máquina para adobe prensado.

## Anexo 4.

Protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe compactado.

### 1. OBJETO.

Establecer el procedimiento que se debe seguir para la determinación de las dimensiones, masa y densidad del adobe compactado.

### 2. FINALIDAD Y ALCANCE.

Este protocolo pretende establecer una alternativa de ensayo, que aún no está normalizado en nuestro país para adobes compactados. Este protocolo no considera los problemas de seguridad asociados con su uso; sin embargo, se establecerá prácticas apropiadas de seguridad y salubridad durante la ejecución de la misma.

### 3. EQUIPOS Y MATERIALES.

#### Equipos

- Regla metálica.
- Balanza con una precisión en la lectura de 1g.

#### Materiales

- Especímenes de unidad de adobe.

### 4. MUESTRA.

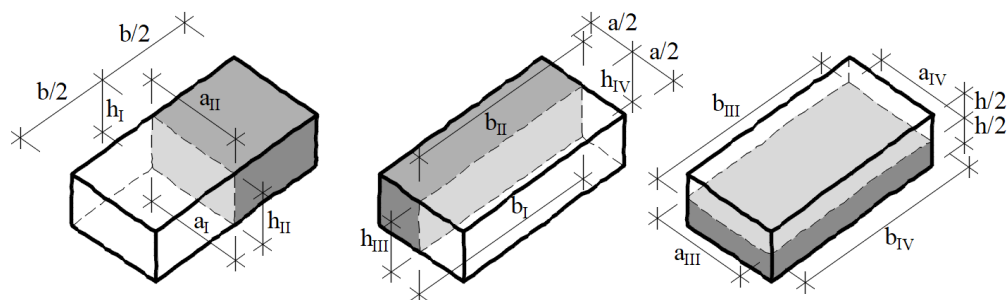
Los especímenes de ensayo deben cumplir con los requerimientos del protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado (Anexo 3). Se deben seleccionar los mejores cinco especímenes por tratamiento para ser ensayadas. Las muestras serán ensayadas como mínimo luego de 30 días de secado el adobe.

### 5. PROCEDIMIENTO.

- Medir la altura, el ancho y el largo en el punto medio del espécimen, como se muestra en la Ilustración 1.
- Medir la masa de cada espécimen.
- La información obtenida del ensayo se registra en las tablas mostradas en el Cuadro 3 y en el Cuadro 4.

#### Ilustración 1.

Dimensiones del espécimen de la unidad de adobe.



Cuadro 3.

Tabla de tabulación de datos de las dimensiones de la unidad de adobe.

Tratamiento	Altura, h Ancho, a Largo, b	Espécimen				
		1	2	3	4	5
00	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm) a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm) b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)					
...	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm) a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm) b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)					
25	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm) a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm) b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)					

Cuadro 4.

Tabla de tabulación de datos de la masa de la unidad de adobe.

Tratamiento	Espécimen				
	1	2	3	4	5
00					
...					
25					

## 6. CALCULO.

La densidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{m}{hab}$$

Donde:

$\rho$  : Densidad en g/cm<sup>3</sup>.

$m$  : Masa en kg.

$h = \frac{h_I + h_{II} + h_{III} + h_{IV}}{4}$  : Altura promedio del adobe, en cm.

$a = \frac{a_I + a_{II} + a_{III} + a_{IV}}{4}$  : Ancho promedio del adobe, en cm.

$b = \frac{b_I + b_{II} + b_{III} + b_{IV}}{4}$  : Largo promedio del adobe, en cm.

## 7. PROCESO DE VALIDACION

El instrumento se basa en protocolos establecidos para la medición del módulo de rotura (resistencia a la flexión) de la normativa de referencia,

## 8. PLAN PILOTO

Se aplicó el protocolo en 04 unidades de adobe para ajustar el protocolo de medición de las dimensiones, masa y densidad.

## Anexo 5.

Protocolo de medición del módulo de rotura de la unidad de adobe compactado.

### 1. OBJETO.

Establecer el procedimiento que se debe seguir para la determinación del módulo de rotura (resistencia a la flexión) de la unidad de adobe compactado, por medio del uso de una viga simple cargada en el punto medio.

### 2. NORMATIVAS REFERENCIALES.

- Norma técnica peruana NTP 331.201 (Dirección de normalización, 2017a).
- Norma técnica peruana NTP 331.202 (Dirección de normalización, 2017b).
- Norma técnica peruana NTP 331.203 (Dirección de normalización, 2017c).
- Norma técnica peruana NTP 399.613 (Dirección de normalización, 2017d).
- Norma MTC E 711. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2016).

### 3. FINALIDAD Y ALCANCE.

Este protocolo pretende establecer una alternativa de ensayo, que aún no está normalizado en nuestro país para adobes compactados. Este protocolo no considera los problemas de seguridad asociados con su uso; sin embargo, se establecerá prácticas apropiadas de seguridad y salubridad durante la ejecución de la misma.

### 4. EQUIPOS Y MATERIALES.

#### Equipos

- Regla metálica.
- Máquina de ensayo de flexión.
- Dos cintas de la cara inferior, conectadas a una distancia constante entre ejes de  $L_s = 240mm$ . Se permite cualquier material para las cintas.
- Una cinta de la cara superior: Se permite cualquier tipo de material para las cintas.

#### Materiales

- Especímenes de unidad de adobe.

### 5. MUESTRA.

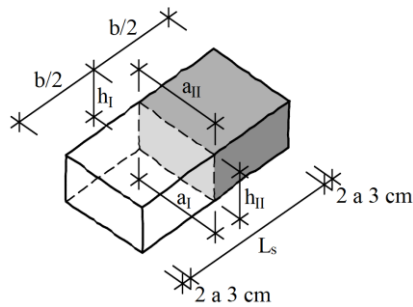
Los especímenes de ensayo deben cumplir con los requerimientos del protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado (Anexo 3). Se deben seleccionar y ensayar los mejores cinco especímenes por tratamiento para ser ensayadas. Las muestras serán ensayadas como mínimo luego de 30 días de secado el adobe.

### 6. PROCEDIMIENTO.

- Medir la altura y el ancho en el punto medio del espécimen, como se muestra en la Ilustración 2.
- Se coloca el adobe en la máquina para ensayo de flexión, apoyándolo sobre la cinta de la cara inferior. Centrar adecuadamente el adobe de manera que la carga este al centro de la longitud apoyada  $L_s$ .
- La carga se aplica en la cinta de la cara superior con una longitud no menor que el ancho del adobe a ensayar.
- La carga debe ser aplicada uniformemente hasta la rotura.
- La información obtenida del ensayo se registra en las tablas mostradas en el Cuadro 5 y en el Cuadro 6.

Ilustración 2.

Variables del ensayo del módulo de rotura.



Cuadro 5.

Tabla de tabulación de datos de las dimensiones de la unidad de adobe para el módulo de rotura.

Tratamiento	Altura, h Ancho, a	Especimen				
		1	2	3	4	5
00	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)					
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)					
...	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)					
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)					
25	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)					
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)					

Cuadro 6.

Tabla de tabulación de datos de la carga aplicada P.

Tratamiento	Especimen				
	1	2	3	4	5
00					
...					
25					

7. CALCULO.

El módulo de rotura se calcula con la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3PL_s}{2ah^2}$$

Donde:

- $M_r$  : Módulo de rotura en MPa
- $P$  : Carga aplicada en punto medio del adobe en kN
- $L_s$  : Longitud entre apoyos en cm.
- $a = \frac{a_I + a_{II}}{2}$  : Ancho del adobe, en cm.
- $h = \frac{h_I + h_{II}}{2}$  : Altura del adobe, en cm.

8. PROCESO DE VALIDACION

El instrumento se basa en protocolos establecidos para la medición del módulo de rotura (resistencia a la flexión) de la normativa de referencia,

9. PLAN PILOTO

Se aplicó el protocolo en 04 unidades de adobe para ajustar el ensayo del módulo de rotura y su toma de datos.

Anexo 6.

Ficha de calibración de la máquina universal de ensayos.





# AM3

## AM3 Ingeniería & Negocios SAC

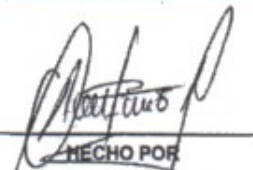
RUC: 20513903261  
Dirección: Av. Nicolás Ayllón 2941 Piso 7 Of. 7Q  
El Agustino-Lima  
Código Postal: Lima 10  
Teléfono: 986 776 783  
Email: serviciotecnico@am3.com.pe

N° de certificado:	30102019-1
Fecha de emisión:	30/10/2019
Fecha de vencimiento:	30/10/2020

### DATOS DEL CLIENTE

Razón Social: Fernando Miguel Arias Enriquez  
RUC: 10316017148  
Dirección: Av. Manco Capac N° 573 - Huaraz - Ancash  
Atención: Ing. Fernando Miguel Arias Enriquez

EQUIPO:	MÁQUINA UNIVERSAL DE ENSAYOS
MARCA:	UNIVERSAL FME
MODELO:	FME-2011
N° DE SERIE EQUIPO:	FME-2011/01
CAPACIDAD:	1000 KN
INDICADOR	Manómetro Digital SCJN-Mini Press
DIVISIÓN DE ESCALA	1 PSI
PROCEDENCIA	Perú
PATRÓN DE REFERENCIA:	Celda transductor CCDHA-2000 KN-004-000
N° DE SERIE DE PATRÓN DE REFERENCIA:	56638
METODO DE CALIBRACION	ASTM E-4 "Metodo Estandar para verificacion de Fuerza para Maquina de ensayo"
TEMP. INICIAL (°C)	17 HUMEDAD INICIAL (%) 66
TEMP. FINAL (°C)	17 HUMEDAD FINAL (%) 66
TIPO DE VERIFICACIÓN:	Directa-Verificada con celda de carga probada y calibrada usando trazabilidad UKAS.
REFERENCIA DE TRAZABILIDAD	Certificado N° 14072017 / APPLIED MEASUREMENTS LTD
FECHA DE VERIFICACION:	29/10/2019
LUGAR DE VERIFICACIÓN	Laboratorio del Cliente, Av. Manco Capac N° 573 - Huaraz - Ancash
N° DE PAGINAS	2

  
HECHO POR  
Antonio Pelayo Misari

  
ALDO MARCO  
MUCHA MALLAUPOMA  
Ingeniero Civil  
CIP N° 234122  
REVISADO POR  
Ing. Aldo Mucha Mallaupoma

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin alteraciones posterior a la autorización asignada por AM3 Ingeniería & Negocios S.A.C.

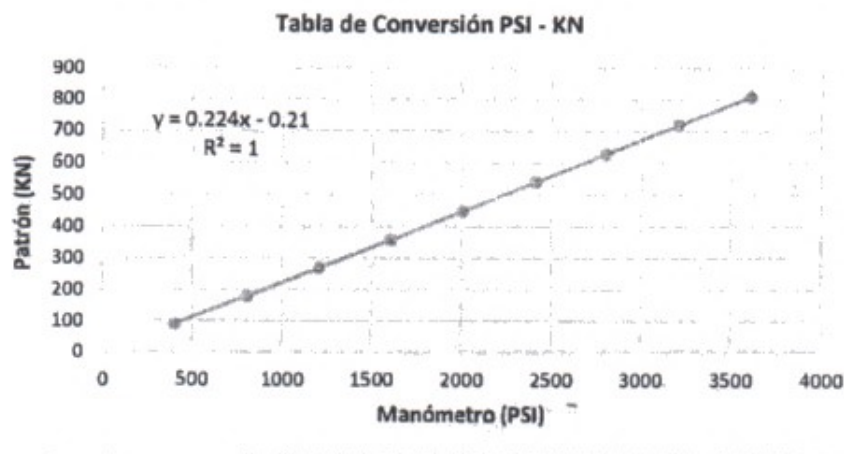
Este certificado de verificación sin firma y sello carece de validez.

# AM3

## RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura del Manómetro	Lectura de celda transductor (patrón)		
	LM	Lectura 1	Lectura 2
(Psi)	(KN)	(KN)	(KN)
402	91.35	88.79	90.07
799	179.74	178.95	179.35
1205	269.13	267.90	268.52
1605	359.65	359.56	359.61
2003	449.35	448.42	448.89
2409	542.61	537.04	539.83
2803	628.33	625.34	626.84
3206	717.74	718.72	718.23
3606	810.22	805.79	808.01

### Gráfico de Correlación entre Lectura del Patrón y Lectura del Equipo



#### Factor de Conversión de Lectura del Equipo (PSI a KN)

Lectura de Carga Corregida (kN) =  $0.224X - 0.21$

Donde:

X : Lectura en el manómetro en PSI

#### Observaciones / Indicaciones

El cliente debe mantener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo según el uso, carga de trabajo y mantenimiento, según corresponda.

El equipo se encuentra CALIBRADO

## Anexo 7.

Protocolo de medición del desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.

### 1. OBJETO.

Establecer el procedimiento que se debe seguir para la determinación del desgaste por humedecido y secado de la unidad de adobe compactado.

### 2. NORMATIVAS REFERENCIALES.

- Norma técnica peruana NTP 331.201 (Dirección de normalización, 2017a).
- Norma técnica peruana NTP 331.202 (Dirección de normalización, 2017b).
- Norma técnica peruana NTP 331.203 (Dirección de normalización, 2017c).

### 3. FINALIDAD Y ALCANCE.

Este protocolo pretende establecer una alternativa de ensayo, que aún no está normalizado en nuestro país para adobes compactados. Este protocolo no considera los problemas de seguridad asociados con su uso; sin embargo, se establecerá prácticas apropiadas de seguridad y salubridad durante la ejecución de la misma.

### 4. EQUIPOS Y MATERIALES.

#### Equipos

- Balanza con una precisión en la lectura de 0.1g.
- Horno de desecación de temperatura regulable.
- Bandejas de 77 cm x 41cm para colocar los especímenes.

#### Materiales

- Especímenes de unidad de adobe.

### 5. MUESTRA.

Los especímenes de ensayo deben cumplir con los requerimientos del protocolo de elaboración de especímenes de adobe compactado (Anexo 3). Los especímenes serán cúbitos de arista igual a la menor dimensión del adobe (altura del adobe) y se obtendrán por tallado o corte de los adobes destinados a estas pruebas. Se deben seleccionar los mejores cinco especímenes por tratamiento para ser ensayadas. Las muestras serán ensayadas como mínimo luego de 30 días de secado el adobe.

### 6. PROCEDIMIENTO.

- Si se requiere se alisarán las caras con una lija delgada para eliminar todo material suelto de las superficies de los especímenes.
- Se someten los especímenes a un proceso de cinco ciclos de humedecido y secado. El ciclo consiste en:
  - o Pesar cada espécimen antes de iniciar cada ciclo.
  - o Llenar las bandejas con 1.5 cm de altura de agua para la inmersión parcial.
  - o Los especímenes se colocan en la bandeja con agua en inmersión parcial durante 4 h.
  - o Sacar solo los especímenes intactos del agua y colocarlos en el horno durante 18 h a 110 °C.
  - o Retirar los especímenes que se disolvieron en el agua y lavar las bandejas para dejarlas preparadas para el siguiente ciclo.
  - o Retirar los especímenes del horno y dejarlos enfriar 1 h.
- Pesar cada espécimen luego del último ciclo.
- Luego de cinco días, pesar cada espécimen para finalizar.

- La información obtenida del ensayo, pesos antes de iniciar cada uno de los ciclos, al terminar el quinto, y, luego de cinco días de terminado el ensayo, se registran en la tabla mostrada en el Cuadro 7.

Cuadro 7.

Tabla de tabulación de datos de pesos por cada ciclo.

Masa, m (g)	Espécimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00					
01					
...					
25					

Bandeja de humedecido 01					Horno de secado				

Bandeja de humedecido 02					Horno de secado				

## 7. CALCULO.

El desgaste por humedecido y secado se calcula con las siguientes fórmulas:

$$\text{Durante el proceso: } DHS_j = 100 \frac{m_0 - m_k}{m_0}$$

Entre el peso después del primer ciclo y del quinto ciclo (Dirección de normalización, 2017a).

$$DHS_{vij} = 100 \frac{m_I - m_V}{m_I}, j = i, ii, iii, iv, v, vi, k = I, II, III, IV, V, VI$$

Donde:

$DHS_j$  : Desgaste por humedecido y secado, respecto a la masa inicial del espécimen por ciclo de medición en %. De este modo,  $DHS_i$ : desgaste por humedecido y secado al primer ciclo;  $DHS_{ii}$ : desgaste por humedecido y secado al segundo ciclo;  $DHS_{iii}$ : desgaste por humedecido y secado al tercer ciclo;  $DHS_{iv}$ : desgaste por humedecido y secado al cuarto ciclo;  $DHS_v$ : desgaste por humedecido y secado al quinto ciclo;  $DHS_v$ : desgaste por humedecido y secado final.

$DHS_{vij}$  : Desgaste por humedecido y secado, respecto a la masa al primer ciclo y quinto ciclo de medición del espécimen en %.

$m_0$  : Masa inicial del espécimen antes de iniciar los ciclos de medición en g.

$m_k$  : Masa del espécimen en diferentes ciclos de medición. De este modo,  $m_I$ : masa al primer ciclo;  $m_{II}$ : masa al segundo ciclo;  $m_{III}$ : masa al tercer ciclo;  $m_{IV}$ : masa al cuarto ciclo;  $m_V$ : masa al quinto ciclo;  $m_{VI}$ : masa final.

## 8. PROCESO DE VALIDACION

El instrumento se basa en protocolos establecidos para la medición del desgaste por humedecido y secado la normativa de referencia,

## 9. PLAN PILOTO

Se aplicó el protocolo en 35 unidades de adobe de diferentes tratamientos como prueba piloto, encontrándose que el procedimiento propuesto por la normativa (Dirección de normalización, 2017a).solo se ajusta para evaluar el desgaste por humedecido y secado de unidades de adobe estabilizados con asfalto. Por lo que, se ajustó el protocolo en el proceso de secado en tiempo y temperatura. También el proceso de humedecido cambiándolo de sumergido a ensayo por inmersión parcial en una lámina inicial de 1.5 cm factible para las unidades de adobe de la presente investigación.

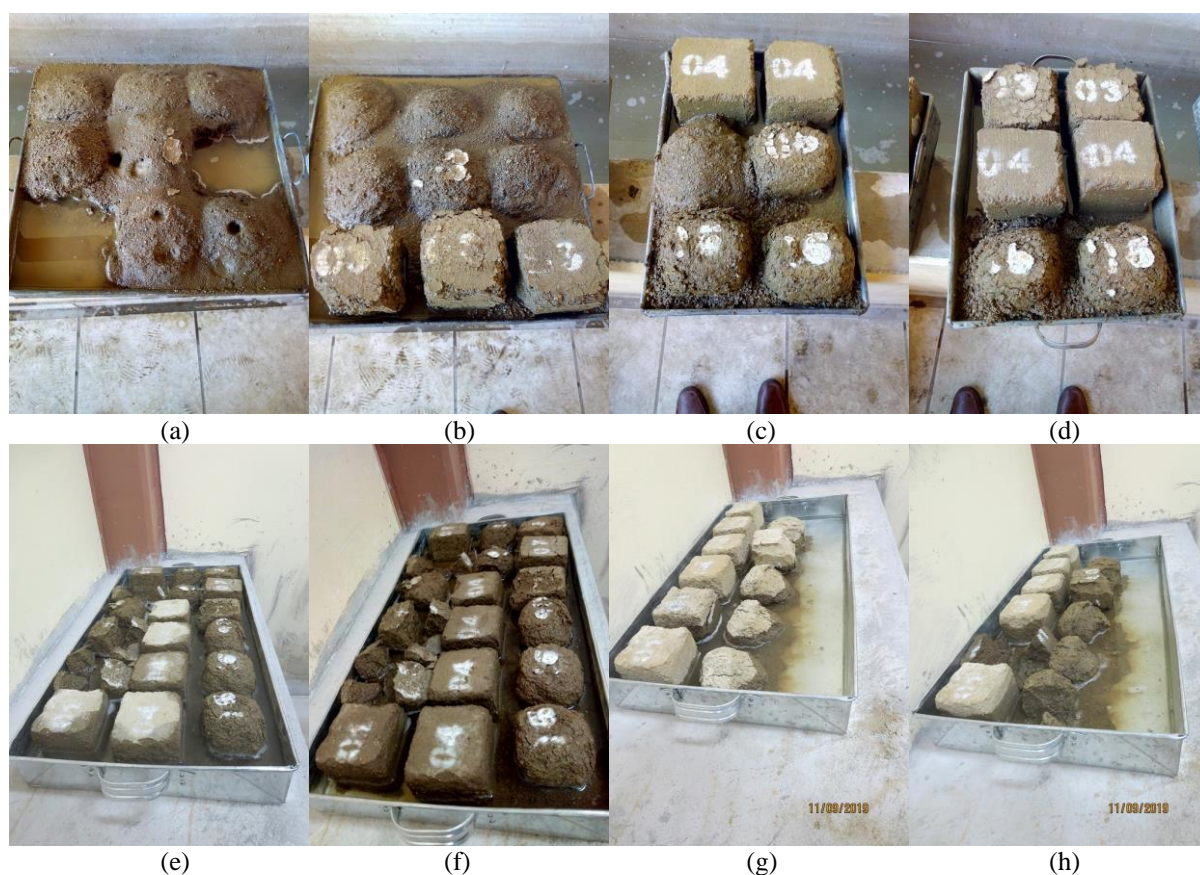
## Anexo 8.

### Reporte de ensayos de laboratorio del desgaste por humedecido y secado - piloto.

Los resultados gráficos de plan piloto se muestran en la Ilustración 3, y los datos de la masa en los siguientes cuadros.

#### Ilustración 3.

Ciclo de medición de desgaste por humedecido y secado.



Nota: (a), (b), (c) y (d) Humedecido por sumergido de los especímenes en la poza de curado por 4 h, nótese como se erosionan los especímenes con la presencia de agua. (e) y (f) Humedecido por inmersión parcial de 5 cm, nótese el grado de saturación por capilaridad de los especímenes con la presencia de agua después de 4 h. (g) y (h) Humedecido por inmersión parcial de 1.5 cm, nótese el grado de saturación por capilaridad de los especímenes con la presencia de agua, se selecciona este último por considerarse más factible para la medición en el tiempo del desgaste por humedecido y secado.

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-01P-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	09-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00p	1695.79	1729.18	1802.16	1947.81	1819.25
01p	1644.05	~	1852.78	1803.52	1831.02
02p	1858.25	1819.46	1833.21	1954.80	1933.83
03p	1645.70	1882.27	1910.79	1793.51	1685.76

**Bandeja de humedecido 01**

00p - 1	00p - 2	00p - 3	
00p - 4	00p - 5	01p - 1	[-]
01p - 3	01p - 4	01p - 5	

**Horno de secado**

00p - 1	00p - 2	00p - 3
00p - 4	00p - 5	01p - 1
[-]	01p - 3	01p - 4
01p - 5	02p - 1	02p - 2
02p - 3	02p - 4	02p - 5
03p - 1	03p - 2	03p - 3
03p - 4		03p - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02p - 1	02p - 2	02p - 3	
02p - 4	02p - 5	03p - 1	03p - 2
03p - 3	03p - 4	03p - 5	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	10-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	1468.51	~	1689.88	1456.62	1447.43

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
03p - 1	[-]	03p - 3
03p - 4		03p - 5

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	03p - 1	[-]
03p - 3	03p - 4	03p - 5	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	11-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-01P-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	12-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	13-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	16-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	~	~	~	~	~

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
00p	~	~	~	~	~
01p	~	~	~	~	~
02p	~	~	~	~	~
03p	~	~	~	~	~

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-02P-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	09-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04p	1929.52	1747.97	1827.90	1786.55	1917.02
05p	1898.05	1949.17	1916.62	1938.21	1902.01
06p	~	~	~	~	~
07p	1633.86	1815.41	1564.31	1707.20	1631.07

**Bandeja de humedecido 01**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	04p - 5	05p - 1
05p - 3	05p - 4	05p - 5

**Horno de secado**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	04p - 5	05p - 1
05p - 2	05p - 3	05p - 4
05p - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
07p - 1	07p - 2	07p - 3
07p - 4		07p - 5

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	07p - 1
07p - 3	07p - 4	07p - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	10-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04p	1886.73	1710.17	1786.33	1756.71	~
05p	1259.45	1483.20	1442.57	1460.55	1369.27
06p	~	~	~	~	~
07p	1612.11	1786.36	1524.55	1669.43	1524.27

**Bandeja de humedecido 01**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	05p - 1
05p - 3	05p - 4	05p - 5

**Horno de secado**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	05p - 1
05p - 2	05p - 3	05p - 4
05p - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
07p - 1	07p - 2	07p - 3
07p - 4		07p - 5

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	07p - 1
07p - 3	07p - 4	07p - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	11-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04p	1866.40	1669.86	1754.60	1743.58	~
05p	978.57	854.15	999.46	~	~
06p	~	~	~	~	~
07p	~	1380.27	1262.19	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	05p - 1
05p - 3	[-]	[-]

**Horno de secado**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	05p - 1
05p - 2	05p - 3	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	07p - 2	07p - 3
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
07p - 3	[-]	[-]



**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-02P-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	12-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04p	1830.73	1616.71	1712.36	1730.09	~
05p	~	~	~	~	~
06p	~	~	~	~	~
07p	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	13-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04p	1808.65	1594.80	1681.01	1722.42	~
05p	~	~	~	~	~
06p	~	~	~	~	~
07p	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

04p - 1	04p - 2	04p - 3
04p - 4	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	16-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04p	1796.34	1586.91	1670.75	1722.30	~
05p	~	~	~	~	~
06p	~	~	~	~	~
07p	~	~	~	~	~

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04p	1806.25	1595.75	1680.85	1734.15	~
05p	~	~	~	~	~
06p	~	~	~	~	~
07p	~	~	~	~	~

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-03P-a

Ciclos de medición		Especimen					
Tratamiento	Masa, m (g)	1	2	3	4	5	6
<b>00p</b>	Inicio	1695.79	1729.18	1802.16	1947.81	1819.25	
	1er Ciclo	~	~	~	~	~	
	2do Ciclo	~	~	~	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	
<b>01p</b>	Inicio	1644.05	~	1852.78	1803.52	1831.02	
	1er Ciclo	~	~	~	~	~	
	2do Ciclo	~	~	~	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	
<b>02p</b>	Inicio	1858.25	1819.46	1833.21	1954.80	1933.83	
	1er Ciclo	~	~	~	~	~	
	2do Ciclo	~	~	~	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	
<b>03p</b>	Inicio	1645.70	1882.27	1910.79	1793.51	1685.76	
	1er Ciclo	1468.51	~	1689.88	1456.62	1447.43	
	2do Ciclo	~	~	~	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	
<b>04p</b>	Inicio	1929.52	1747.97	1827.90	1786.55	1917.02	
	1er Ciclo	1886.73	1710.17	1786.33	1756.71	~	
	2do Ciclo	1866.40	1669.86	1754.60	1743.58	~	
	3er Ciclo	1830.73	1616.71	1712.36	1730.09	~	
	4to Ciclo	1808.65	1594.80	1681.01	1722.42	~	
	5to Ciclo	1796.34	1586.91	1670.75	1722.30	~	
	Final	1806.25	1595.75	1680.85	1734.15	~	
<b>05p</b>	Inicio	1898.05	1949.17	1916.62	1938.21	1902.01	
	1er Ciclo	1259.45	1483.20	1442.57	1460.55	1369.27	
	2do Ciclo	978.57	854.15	999.46	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	
<b>07p</b>	Inicio	1633.86	1815.41	1564.31	1707.20	1631.07	
	1er Ciclo	1612.11	1786.36	1524.55	1669.43	1524.27	
	2do Ciclo	~	1380.27	1262.19	~	~	
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	
	Final	~	~	~	~	~	

Anexo 9.

Reporte de ensayos de laboratorio de las dimensiones y masa de la unidad de adobe.



**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código : VDP-01-a

Responsable de medición: Richard A. Depaz Blácido

Fecha de medición: 15-Junio-2019

Tratamiento	Altura, h Ancho, a Largo, b	Especimen																			
		1				2				3				4				5			
00	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.2	9.5	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.0	9.3	9.5	10.2	9.5	9.4	9.5	9.8	9.6	9.5	9.7	9.7	10.0
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.0	14.1	14.5	14.7	14.4	15.1	14.7	14.8	14.6	15.4	14.4	14.9	14.9	14.5	14.7	14.8	14.5	14.9	14.7	14.4
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.9	29.5	28.7	29.4	28.7	29.0	29.2	29.1	28.9	29.1	29.5	29.3	29.2	29.1	29.2	28.5	28.9	29.0	29.4	29.0
01	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	10.2	9.8	10.0	10.0	9.4	9.1	9.7	9.3	9.4	8.9	9.4	9.0	9.6	9.0	9.2	9.9	10.0	9.4	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.0	14.9	14.9	14.9	14.9	15.1	14.9	15.0	15.0	15.1	14.7	15.0	15.4	14.6	14.8	15.0	14.9	15.3	14.8	14.9
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.7	28.7	28.5	28.8	28.6	28.7	28.6	28.9	28.8	28.7	28.5	28.7	28.7	29.2	28.4	28.5	28.7	28.8	28.4	28.6
02	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.2	10.0	9.2	9.4	9.5	9.9	9.2	9.4	9.5	10.1	9.6	9.4	9.6	10.0	9.5	9.4	9.7	10.0	9.5	9.5
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	14.8	14.4	15.0	15.0	14.6	15.0	15.0	15.2	15.0	15.0	14.8	14.8	15.1	15.0	14.9	14.8	15.2	14.8	14.8
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.5	28.8	28.5	28.8	28.2	28.8	29.0	28.8	28.8	28.9	28.5	28.7	29.0	28.8	28.6	28.9	28.8	28.7	28.4	28.8
03	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.9	10.2	9.7	9.8	9.3	9.4	9.4	9.1	9.9	10.1	9.9	9.7	9.7	10.0	9.5	9.6	10.0	10.0	9.7	9.5
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.2	14.8	15.0	15.0	15.3	15.0	15.0	15.0	15.2	15.0	14.9	15.3	15.1	15.0	15.1	15.0	15.2	15.2	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.5	28.7	29.1	28.9	28.9	29.0	28.7	29.0	29.0	28.9	28.7	29.0	29.0	28.7	29.0	28.9	29.0	28.9	29.0	28.9
04	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	10.0	10.0	9.7	10.0	9.7	9.6	9.4	9.5	9.5	9.4	9.4	10.0	10.2	10.0	9.9	10.2	10.0	9.7	9.8
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.2	15.0	15.1	15.0	15.3	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.2	14.9	15.0	15.2	15.1	14.9	15.4	15.0	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	29.0	28.9	28.8	29.1	29.0	28.9	28.9	28.8	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.7	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0
05	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.7	9.1	8.8	9.2	9.6	9.4	9.5	9.1	9.9	9.6	9.2	9.5	9.8	9.7	9.6	9.7	9.4	9.8	9.2	8.9
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.0	15.2	14.9	15.0	15.2	15.0	15.0	15.0	14.9	15.2	15.0	14.8	15.1	15.0	14.9	14.9	15.2	14.9	15.0	14.9
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.6	28.7	28.8	29.0	28.8	28.8	28.6	28.5	28.8	28.6	29.0	28.9	28.7	28.6	28.8	28.7	28.8	28.8	28.8	28.5
06	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.5	10.0	9.5	9.2	9.7	9.2	9.5	9.0	9.6	9.9	9.6	9.3	9.9	9.4	9.2	9.5	9.8	9.3	9.3	9.0
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.1	15.2	15.1	15.2	14.9	15.0	15.0	14.9	15.2	15.1	15.0	15.2	15.1	14.9	15.0	15.0	15.2	15.1	14.8
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	29.0	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.6	28.7	28.9	28.8	29.0	28.9	28.9	28.9	28.9	28.7	28.6	28.8	28.7
07	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.6	10.0	9.2	9.5	9.5	9.8	9.3	9.2	9.1	10.2	9.5	9.9	9.5	9.9	9.6	9.3	9.7	10.0	9.5	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.2	15.0	15.0	15.3	15.2	15.1	15.0	15.0	15.4	15.0	15.2	15.5	15.0	15.1	15.1	15.4	15.2	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.2	28.9	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0
08	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	9.7	9.4	9.6	10.0	9.5	9.7	9.6	9.9	9.5	9.6	9.6	9.9	9.6	9.5	9.6	9.4	9.8	9.7	9.3
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.2	14.9	15.1	15.0	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1	15.4	15.0	14.9	15.4	15.3	15.0	15.3	15.0	15.3	15.2	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.8	28.8	29.0	28.7	28.8	28.9	28.8	28.7	28.7	28.9	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.0	28.7	28.7	28.8	28.8

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ Código : VDP-01-b

Responsable de medición: Richard A. Depaz Blácido Fecha de medición: 15-Junio-2019

Tratamiento	Altura, h Ancho, a Largo, b	Espécimen																			
		1				2				3				4				5			
09	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	9.7	9.5	9.4	9.8	10.0	9.6	9.7	10.0	9.6	9.7	9.5	9.7	10.2	9.6	9.7	9.7	9.7	9.2	9.3
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.1	15.0	15.1	15.2	15.1	15.0	15.0	15.0	15.1	15.0	15.1	15.4	14.9	14.9	15.0	15.0	15.4	15.0	15.1
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	28.8	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	29.0	28.7	28.8	29.0	29.0	28.8
10	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	9.5	9.2	9.6	9.5	9.6	9.3	9.0	9.2	9.7	9.2	9.0	9.7	9.2	8.8	9.4	9.8	9.1	9.1	8.9
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.0	15.0	15.0	15.3	15.0	14.9	15.0	15.4	14.8	14.9	14.7	15.0	15.0	14.9	15.0	15.2	14.9	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	28.5	28.5	28.5	28.8	29.3	28.9	28.5	28.7	28.5	28.4	28.2	28.5	28.5	28.5	28.6	28.9	28.4	28.3	28.5
11	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.8	10.0	9.8	9.7	9.7	10.0	9.2	9.4	9.9	10.0	9.7	9.5	9.7	10.0	9.5	9.4	10.0	10.2	9.7	9.5
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	14.9	15.2	15.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.2	15.3	15.0	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.5	15.2	15.2	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	29.1	29.2	29.0	29.1	29.1	29.0	29.0	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.1	28.9	28.9	29.0	28.9
12	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.7	10.2	9.5	9.5	9.6	10.1	9.7	9.7	9.8	10.0	9.8	9.8	10.0	10.3	9.9	9.9	10.0	10.1	9.8	9.4
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.3	15.1	15.1	15.3	15.5	15.1	15.5	15.2	15.4	15.2	15.2	15.5	15.2	15.2	15.2	15.3	15.5	15.2	15.3
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.1	29.0	29.1	29.2	29.3	29.0	29.0	29.0	29.0	29.1	29.2	29.3	29.1	29.1	29.2	29.0	29.2	29.2	29.2	29.3
13	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.2	10.0	9.9	9.7	10.0	9.7	9.9	9.4	10.2	9.7	9.4	9.6	9.7	9.9	9.7	9.4	9.7	10.0	9.5	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.4	14.9	15.2	15.0	15.2	15.5	15.1	15.0	15.2	15.0	15.0	15.1	15.3	15.0	15.1	15.2	15.4	15.4	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.1	29.2	29.0	29.0	29.1	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.0	28.7	29.1	29.0	29.0	29.2
14	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.0	9.8	9.7	9.7	10.1	9.9	9.7	9.9	9.6	9.7	9.3	9.6	10.0	10.0	10.0	9.9	9.7	9.9	9.9	9.8
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.4	15.3	15.1	15.2	15.1	15.2	15.0	15.0	15.4	15.3	15.0	15.1	14.9	15.1	14.9	15.1	15.0	15.2	15.1	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	29.0	29.0	29.1	29.2	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.7	29.0	28.8	29.2	28.8
15	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.2	9.9	9.7	9.9	9.7	10.2	9.7	9.7	9.6	10.0	9.6	9.6	9.5	9.8	9.4	9.5	9.9	10.1	9.9	9.8
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.0	15.2	15.0	15.0	15.1	14.9	14.9	14.9	15.2	14.9	14.8	15.0	15.0	15.3	15.1	15.3	14.9	15.1	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	28.7	29.0	28.7	28.9	28.6	28.7	28.7	28.8	28.7	29.0	28.7	28.8	28.8	28.9	28.9	28.9	28.8	28.9	28.6
16	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.1	10.0	9.8	9.9	10.0	10.0	9.7	9.7	10.2	10.0	9.9	9.7	10.2	10.0	10.2	9.9	10.1	9.9	10.0	9.8
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.0	15.3	15.0	14.9	15.0	15.0	14.9	15.0	15.0	15.4	15.0	15.0	15.0	15.4	14.9	15.0	15.1	15.2	15.0	15.2
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	28.8	28.7	28.8	28.8	29.0	29.0	28.9	28.8	28.9	28.7	28.7	28.9	28.9	28.7	28.8	28.9	28.7	28.6	28.8
17	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.6	10.1	9.6	9.6	9.4	9.5	9.4	9.2	9.5	9.9	9.4	9.5	10.0	10.0	9.7	9.5	9.7	10.0	9.7	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	14.7	15.1	14.7	14.9	14.9	15.0	15.0	14.9	15.0	15.1	14.7	14.9	14.9	15.0	14.9	14.8	15.0	14.9	14.8	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.4	28.3	28.5	28.3	28.3	28.5	28.6	28.5	28.5	28.5	28.2	28.5	28.4	28.2	28.5	28.5	28.5	28.5	28.2	28.3

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ Código : VDP-01-c

Responsable de medición: Richard A. Depaz Blácido Fecha de medición: 15-Junio-2019

Tratamiento	Altura, h Ancho, a Largo, b	Espécimen																			
		1				2				3				4				5			
18	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.8	10.0	9.2	9.5	9.9	9.9	9.6	9.7	10.2	10.0	9.5	10.0	10.0	10.0	9.5	9.7	10.1	10.2	9.8	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.0	15.0	15.0	15.5	15.2	15.0	15.0	15.0	15.3	15.0	15.0	15.2	15.5	15.0	15.2	15.2	15.5	15.0	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	28.9	29.0	29.1	29.1	29.1	29.0	29.0	29.0
19	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.8	9.9	9.7	9.6	9.8	10.0	9.6	9.8	9.9	10.0	9.9	9.6	9.9	9.9	9.6	9.7	9.9	10.1	9.7	9.6
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.2	15.2	15.0	15.1	15.1	15.5	15.0	15.2	15.1	15.5	15.4	15.0	15.4	15.5	15.1	15.2	15.5	15.2	15.3	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.2	29.3	29.0	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.1	29.3	29.0	29.2	29.2	29.0	29.0
20	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.7	9.9	9.5	9.5	9.9	10.0	9.9	9.7	9.2	9.6	9.4	9.1	9.6	10.0	9.7	9.5	9.4	9.5	9.1	9.4
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.5	15.2	15.2	15.1	15.5	15.3	15.2	15.3	15.5	15.2	15.2	15.1	15.5	15.2	15.0	15.2	15.3	15.2	15.1	15.3
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.2	29.4	29.0	29.0	29.0	29.2	29.0	28.9	29.1	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	28.7	28.4	28.9	29.0
21	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.4	9.7	9.3	9.1	9.8	9.5	9.2	9.4	9.7	9.5	9.4	9.6	9.5	9.9	9.2	9.4	9.6	9.4	9.0	9.1
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.5	15.0	15.3	15.1	15.5	15.5	15.1	15.3	15.2	15.4	15.1	15.5	15.5	15.3	15.0	15.1	15.3	15.2	15.1	15.4
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.3	29.1	29.2	29.2	29.1	29.0	29.2	29.2	28.9	29.0	29.0	29.0	29.2	29.0
22	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.2	9.6	9.5	9.5	10.0	9.6	9.5	9.6	10.2	10.0	9.9	9.7	10.0	9.7	9.8	9.6	9.9	9.7	9.7	9.6
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.2	15.5	15.0	15.2	15.5	15.6	15.2	15.1	15.3	15.5	15.2	15.4	15.2	15.6	15.3	15.2	15.5	15.4	15.2	15.1
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.1	29.0	29.1	29.1	29.0	29.0	29.1	29.2	29.2	29.0	29.1	29.1	29.0	29.2	29.0	29.2	29.0	29.2	29.1	29.0
23	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.1	9.9	9.8	9.6	9.6	9.9	9.6	9.5	10.2	9.9	10.0	9.8	10.2	10.0	9.9	9.9	9.9	10.1	9.9	10.0
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.5	14.3	15.2	15.1	15.2	15.5	15.1	15.1	15.4	15.2	15.1	15.1	15.1	15.4	15.1	15.1	15.3	15.0	15.2	15.1
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	29.1	29.1	29.1	29.0	29.0	28.9	29.1	29.0	28.9	29.0	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.0	28.9	28.8	29.0	28.7
24	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	9.3	10.0	9.4	9.3	9.2	9.7	9.0	9.0	9.5	10.0	9.5	9.5	9.4	9.8	9.3	9.4	10.0	9.9	9.3	9.5
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	14.6	15.3	14.9	14.8	15.0	15.3	15.1	15.0	15.4	15.0	15.0	15.0	15.0	15.5	15.0	15.2	15.0	15.3	15.0	15.2
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.9	28.9	28.2	28.6	28.7	29.0	28.6	28.6	28.8	29.0	28.8	28.8	29.0	28.9	28.9	28.6	28.8	28.5	28.6	28.5
25	h <sub>I</sub> , h <sub>II</sub> , h <sub>III</sub> y h <sub>IV</sub> (cm)	10.2	10.0	10.0	9.8	10.6	10.1	9.8	10.3	10.3	10.1	10.2	10.0	10.4	10.2	10.0	10.1	10.0	9.9	9.8	9.7
	a <sub>I</sub> , a <sub>II</sub> , a <sub>III</sub> y a <sub>IV</sub> (cm)	15.3	15.0	14.9	14.9	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1	15.4	14.9	14.7	15.4	15.1	15.0	15.0	15.4	15.2	14.9	15.0
	b <sub>I</sub> , b <sub>II</sub> , b <sub>III</sub> y b <sub>IV</sub> (cm)	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	28.9	28.9	28.7	28.4	28.6	28.4	28.6	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.6	28.6	28.8

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE**TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA  
UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZCódigo :  
VDP-01-d

<b>MEDICION</b>	<b>1</b>
-----------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	15-Junio-2019

Masa, m (kg)	Espécimen				
	1	2	3	4	5
00	7.805	7.850	8.035	7.970	8.245
01	8.015	8.215	8.185	8.205	8.695
02	7.975	8.290	8.400	8.395	8.360
03	8.425	7.960	8.595	8.230	8.430
04	8.540	8.305	7.910	8.415	8.435
05	8.065	8.365	8.525	8.345	8.205
06	7.870	7.795	8.030	7.785	7.700
07	8.215	7.975	8.475	8.230	8.435
08	7.925	8.100	8.220	8.170	8.020
09	8.125	8.320	7.870	8.305	7.865
10	7.930	8.100	7.840	7.630	7.780
11	8.185	8.200	8.500	8.215	8.295
12	8.250	8.265	8.400	8.640	8.570
13	7.695	7.830	7.720	7.835	8.005
14	7.955	7.825	7.730	7.770	7.995
15	8.045	7.875	7.815	7.645	7.680
16	8.085	7.920	8.010	8.110	7.940
17	8.095	7.920	7.960	8.160	8.110
18	7.880	7.695	8.225	8.345	8.395
19	8.030	8.045	8.085	7.940	8.060
20	7.725	7.860	7.500	7.695	7.490
21	7.475	7.755	7.950	7.695	7.505
22	7.830	7.935	8.205	7.845	7.895
23	7.840	7.790	8.115	8.105	8.120
24	7.340	7.225	7.625	7.520	7.595
25	7.730	8.090	7.970	8.130	7.625

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**VDP-01-e**

Tratamiento	Parámetro	Especimen																			
		1				2				3				4				5			
<b>00</b>	Masa, m (kg)	7.805				7.850				8.035				7.970				8.245			
	Altura, h (cm)	9.2	9.5	9.6	9.5	9.5	9.5	9.5	9.0	9.3	9.5	10.2	9.5	9.4	9.5	9.8	9.6	9.5	9.7	9.7	10.0
	Ancho, a (cm)	15.0	14.1	14.5	14.7	14.4	15.1	14.7	14.8	14.6	15.4	14.4	14.9	14.9	14.5	14.7	14.8	14.5	14.9	14.7	14.4
	Largo, b (cm)	29.9	29.5	28.7	29.4	28.7	29.0	29.2	29.1	28.9	29.1	29.5	29.3	29.2	29.1	29.2	28.5	28.9	29.0	29.4	29.0
<b>01</b>	Masa, m (kg)	8.015				8.215				8.185				8.205				8.695			
	Altura, h (cm)	10.0	10.2	9.8	10.0	10.0	9.4	9.1	9.7	9.3	9.4	8.9	9.4	9.0	9.6	9.0	9.2	9.9	10.0	9.4	9.7
	Ancho, a (cm)	15.0	14.9	14.9	14.9	14.9	15.1	14.9	15.0	15.0	15.1	14.7	15.0	15.4	14.6	14.8	15.0	14.9	15.3	14.8	14.9
	Largo, b (cm)	28.7	28.7	28.5	28.8	28.6	28.7	28.6	28.9	28.8	28.7	28.5	28.7	28.7	29.2	28.4	28.5	28.7	28.8	28.4	28.6
<b>02</b>	Masa, m (kg)	7.975				8.290				8.400				8.395				8.360			
	Altura, h (cm)	9.2	10.0	9.2	9.4	9.5	9.9	9.2	9.4	9.5	10.1	9.6	9.4	9.6	10.0	9.5	9.4	9.7	10.0	9.5	9.5
	Ancho, a (cm)	15.3	14.8	14.4	15.0	15.0	14.6	15.0	15.0	15.2	15.0	15.0	14.8	14.8	15.1	15.0	14.9	14.8	15.2	14.8	14.8
	Largo, b (cm)	28.5	28.8	28.5	28.8	28.2	28.8	29.0	28.8	28.8	28.9	28.5	28.7	29.0	28.8	28.6	28.9	28.8	28.7	28.4	28.8
<b>03</b>	Masa, m (kg)	8.425				7.960				8.595				8.230				8.430			
	Altura, h (cm)	9.9	10.2	9.7	9.8	9.3	9.4	9.4	9.1	9.9	10.1	9.9	9.7	9.7	10.0	9.5	9.6	10.0	10.0	9.7	9.5
	Ancho, a (cm)	15.3	15.2	14.8	15.0	15.0	15.3	15.0	15.0	15.0	15.2	15.0	14.9	15.3	15.1	15.0	15.1	15.0	15.2	15.2	15.0
	Largo, b (cm)	28.5	28.7	29.1	28.9	28.9	29.0	28.7	29.0	29.0	28.9	28.7	29.0	29.0	28.7	29.0	28.9	29.0	28.9	29.0	28.9
<b>04</b>	Masa, m (kg)	8.540				8.305				7.910				8.415				8.435			
	Altura, h (cm)	10.0	10.0	10.0	9.7	10.0	9.7	9.6	9.4	9.5	9.5	9.4	9.4	10.0	10.2	10.0	9.9	10.2	10.0	9.7	9.8
	Ancho, a (cm)	15.2	15.0	15.1	15.0	15.3	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.2	14.9	15.0	15.2	15.1	14.9	15.4	15.0	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	29.0	29.0	28.9	28.8	29.1	29.0	28.9	28.9	28.8	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.7	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0
<b>05</b>	Masa, m (kg)	8.065				8.365				8.525				8.345				8.205			
	Altura, h (cm)	9.7	9.1	8.8	9.2	9.6	9.4	9.5	9.1	9.9	9.6	9.2	9.5	9.8	9.7	9.6	9.7	9.4	9.8	9.2	8.9
	Ancho, a (cm)	15.0	15.2	14.9	15.0	15.2	15.0	15.0	15.0	14.9	15.2	15.0	14.8	15.1	15.0	14.9	14.9	15.2	14.9	15.0	14.9
	Largo, b (cm)	28.6	28.7	28.8	29.0	28.8	28.8	28.6	28.5	28.8	28.6	29.0	28.9	28.7	28.6	28.8	28.7	28.8	28.8	28.8	28.5
<b>06</b>	Masa, m (kg)	7.870				7.795				8.030				7.785				7.700			
	Altura, h (cm)	9.5	10.0	9.5	9.2	9.7	9.2	9.5	9.0	9.6	9.9	9.6	9.3	9.9	9.4	9.2	9.5	9.8	9.3	9.3	9.0
	Ancho, a (cm)	15.3	15.1	15.2	15.1	15.2	14.9	15.0	15.0	14.9	15.2	15.1	15.0	15.2	15.1	14.9	15.0	15.0	15.2	15.1	14.8
	Largo, b (cm)	28.9	29.0	28.9	28.7	28.7	28.7	28.7	28.6	28.7	28.9	28.8	29.0	28.9	28.9	28.9	28.9	28.7	28.6	28.8	28.7



**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código : VDP-01-f

Tratamiento	Parámetro	Especimen																			
		1				2				3				4				5			
07	Masa, m (kg)	8.215				7.975				8.475				8.230				8.435			
	Altura, h (cm)	9.6	10.0	9.2	9.5	9.5	9.8	9.3	9.2	9.1	10.2	9.5	9.9	9.5	9.9	9.6	9.3	9.7	10.0	9.5	9.7
	Ancho, a (cm)	15.3	15.2	15.0	15.0	15.3	15.2	15.1	15.0	15.0	15.4	15.0	15.2	15.5	15.0	15.1	15.1	15.4	15.2	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	29.0	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.2	28.9	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0
08	Masa, m (kg)	7.925				8.100				8.220				8.170				8.020			
	Altura, h (cm)	10.0	9.7	9.4	9.6	10.0	9.5	9.7	9.6	9.9	9.5	9.6	9.6	9.9	9.6	9.5	9.6	9.4	9.8	9.7	9.3
	Ancho, a (cm)	15.2	14.9	15.1	15.0	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1	15.4	15.0	14.9	15.4	15.3	15.0	15.3	15.0	15.3	15.2	15.0
	Largo, b (cm)	28.8	28.8	29.0	28.7	28.8	28.9	28.8	28.7	28.7	28.9	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.0	28.7	28.7	28.8	28.8
09	Masa, m (kg)	8.125				8.320				7.870				8.305				7.865			
	Altura, h (cm)	10.0	9.7	9.5	9.4	9.8	10.0	9.6	9.7	10.0	9.6	9.7	9.5	9.7	10.2	9.6	9.7	9.7	9.7	9.2	9.3
	Ancho, a (cm)	15.3	15.1	15.0	15.1	15.2	15.1	15.0	15.0	15.0	15.1	15.0	15.1	15.4	14.9	14.9	15.0	15.0	15.4	15.0	15.1
	Largo, b (cm)	28.9	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	28.8	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	29.0	28.7	28.8	29.0	29.0	28.8
10	Masa, m (kg)	7.930				8.100				7.840				7.630				7.780			
	Altura, h (cm)	10.0	9.5	9.2	9.6	9.5	9.6	9.3	9.0	9.2	9.7	9.2	9.0	9.7	9.2	8.8	9.4	9.8	9.1	9.1	8.9
	Ancho, a (cm)	15.3	15.0	15.0	15.0	15.3	15.0	14.9	15.0	15.4	14.8	14.9	14.7	15.0	15.0	14.9	15.0	15.2	14.9	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	28.9	28.5	28.5	28.5	28.8	29.3	28.9	28.5	28.7	28.5	28.4	28.2	28.5	28.5	28.5	28.6	28.9	28.4	28.3	28.5
11	Masa, m (kg)	8.185				8.200				8.500				8.215				8.295			
	Altura, h (cm)	9.8	10.0	9.8	9.7	9.7	10.0	9.2	9.4	9.9	10.0	9.7	9.5	9.7	10.0	9.5	9.4	10.0	10.2	9.7	9.5
	Ancho, a (cm)	15.3	14.9	15.2	15.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.2	15.3	15.0	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.5	15.2	15.2	15.0
	Largo, b (cm)	29.0	29.1	29.2	29.0	29.1	29.1	29.0	29.0	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.1	28.9	28.9	29.0	28.9
12	Masa, m (kg)	8.250				8.265				8.400				8.640				8.570			
	Altura, h (cm)	9.7	10.2	9.5	9.5	9.6	10.1	9.7	9.7	9.8	10.0	9.8	9.8	10.0	10.3	9.9	9.9	10.0	10.1	9.8	9.4
	Ancho, a (cm)	15.3	15.3	15.1	15.1	15.3	15.5	15.1	15.5	15.2	15.4	15.2	15.2	15.5	15.2	15.2	15.2	15.3	15.5	15.2	15.3
	Largo, b (cm)	29.1	29.0	29.1	29.2	29.3	29.0	29.0	29.0	29.0	29.1	29.2	29.3	29.1	29.1	29.2	29.0	29.2	29.2	29.2	29.3
13	Masa, m (kg)	7.695				7.830				7.720				7.835				8.005			
	Altura, h (cm)	10.2	10.0	9.9	9.7	10.0	9.7	9.9	9.4	10.2	9.7	9.4	9.6	9.7	9.9	9.7	9.4	9.7	10.0	9.5	9.7
	Ancho, a (cm)	15.4	14.9	15.2	15.0	15.2	15.5	15.1	15.0	15.2	15.0	15.0	15.1	15.3	15.0	15.1	15.2	15.4	15.4	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	29.1	29.2	29.0	29.0	29.1	29.2	29.0	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.0	28.7	29.1	29.0	29.0	29.2

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código : VDP-01-g

Tratamiento	Parámetro	Especimen																			
		1				2				3				4				5			
14	Masa, m (kg)	7.955				7.825				7.730				7.770				7.995			
	Altura, h (cm)	10.0	9.8	9.7	9.7	10.1	9.9	9.7	9.9	9.6	9.7	9.3	9.6	10.0	10.0	10.0	9.9	9.7	9.9	9.9	9.8
	Ancho, a (cm)	15.4	15.3	15.1	15.2	15.1	15.2	15.0	15.0	15.4	15.3	15.0	15.1	14.9	15.1	14.9	15.1	15.0	15.2	15.1	15.0
	Largo, b (cm)	29.0	29.0	29.0	29.1	29.2	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.9	28.9	28.7	29.0	28.8	29.2	28.8
15	Masa, m (kg)	8.045				7.875				7.815				7.645				7.680			
	Altura, h (cm)	10.2	9.9	9.7	9.9	9.7	10.2	9.7	9.7	9.6	10.0	9.6	9.6	9.5	9.8	9.4	9.5	9.9	10.1	9.9	9.8
	Ancho, a (cm)	15.0	15.2	15.0	15.0	15.1	14.9	14.9	14.9	15.2	14.9	14.8	15.0	15.0	15.3	15.1	15.3	14.9	15.1	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	28.9	28.7	29.0	28.7	28.9	28.6	28.7	28.7	28.8	28.7	29.0	28.7	28.8	28.8	28.9	28.9	28.9	28.8	28.9	28.6
16	Masa, m (kg)	8.085				7.920				8.010				8.110				7.940			
	Altura, h (cm)	10.1	10.0	9.8	9.9	10.0	10.0	9.7	9.7	10.2	10.0	9.9	9.7	10.2	10.0	10.2	9.9	10.1	9.9	10.0	9.8
	Ancho, a (cm)	15.0	15.3	15.0	14.9	15.0	15.0	14.9	15.0	15.0	15.4	15.0	15.0	15.0	15.4	14.9	15.0	15.1	15.2	15.0	15.2
	Largo, b (cm)	28.9	28.8	28.7	28.8	28.8	29.0	29.0	28.9	28.8	28.9	28.7	28.7	28.9	28.9	28.7	28.8	28.9	28.7	28.6	28.8
17	Masa, m (kg)	8.095				7.920				7.960				8.160				8.110			
	Altura, h (cm)	9.6	10.1	9.6	9.6	9.4	9.5	9.4	9.2	9.5	9.9	9.4	9.5	10.0	10.0	9.7	9.5	9.7	10.0	9.7	9.7
	Ancho, a (cm)	14.7	15.1	14.7	14.9	14.9	15.0	15.0	14.9	15.0	15.1	14.7	14.9	14.9	15.0	14.9	14.8	15.0	14.9	14.8	15.0
	Largo, b (cm)	28.4	28.3	28.5	28.3	28.3	28.5	28.6	28.5	28.5	28.5	28.2	28.5	28.4	28.2	28.5	28.5	28.5	28.5	28.2	28.3
18	Masa, m (kg)	7.880				7.695				8.225				8.345				8.395			
	Altura, h (cm)	9.8	10.0	9.2	9.5	9.9	9.9	9.6	9.7	10.2	10.0	9.5	10.0	10.0	10.0	9.5	9.7	10.1	10.2	9.8	9.7
	Ancho, a (cm)	15.3	15.0	15.0	15.0	15.5	15.2	15.0	15.0	15.0	15.3	15.0	15.0	15.2	15.5	15.0	15.2	15.2	15.5	15.0	15.0
	Largo, b (cm)	28.9	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	28.9	29.0	29.1	29.1	29.1	29.0	29.0	29.0
19	Masa, m (kg)	8.030				8.045				8.085				7.940				8.060			
	Altura, h (cm)	9.8	9.9	9.7	9.6	9.8	10.0	9.6	9.8	9.9	10.0	9.9	9.6	9.9	9.9	9.6	9.7	9.9	10.1	9.7	9.6
	Ancho, a (cm)	15.2	15.2	15.0	15.1	15.1	15.5	15.0	15.2	15.1	15.5	15.4	15.0	15.4	15.5	15.1	15.2	15.5	15.2	15.3	15.0
	Largo, b (cm)	29.0	28.9	29.0	29.0	29.0	29.2	29.3	29.0	29.0	29.0	29.1	29.0	29.0	29.1	29.3	29.0	29.2	29.2	29.0	29.0
20	Masa, m (kg)	7.725				7.860				7.500				7.695				7.490			
	Altura, h (cm)	9.7	9.9	9.5	9.5	9.9	10.0	9.9	9.7	9.2	9.6	9.4	9.1	9.6	10.0	9.7	9.5	9.4	9.5	9.1	9.4
	Ancho, a (cm)	15.5	15.2	15.2	15.1	15.5	15.3	15.2	15.3	15.5	15.2	15.2	15.1	15.5	15.2	15.0	15.2	15.3	15.2	15.1	15.3
	Largo, b (cm)	29.2	29.4	29.0	29.0	29.0	29.2	29.0	28.9	29.1	29.1	28.9	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	28.7	28.4	28.9	29.0

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS DIMENSIONES Y MASA DEL ADOBE - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**VDP-01-h**

Tratamiento	Parámetro	Especimen																			
		1				2				3				4				5			
<b>21</b>	Masa, m (kg)	7.475				7.755				7.950				7.695				7.505			
	Altura, h (cm)	9.4	9.7	9.3	9.1	9.8	9.5	9.2	9.4	9.7	9.5	9.4	9.6	9.5	9.9	9.2	9.4	9.6	9.4	9.0	9.1
	Ancho, a (cm)	15.5	15.0	15.3	15.1	15.5	15.5	15.1	15.3	15.2	15.4	15.1	15.5	15.5	15.3	15.0	15.1	15.3	15.2	15.1	15.4
	Largo, b (cm)	29.0	29.0	29.0	28.9	29.0	29.0	29.3	29.1	29.2	29.2	29.1	29.0	29.2	29.2	28.9	29.0	29.0	29.0	29.2	29.0
<b>22</b>	Masa, m (kg)	7.830				7.935				8.205				7.845				7.895			
	Altura, h (cm)	10.2	9.6	9.5	9.5	10.0	9.6	9.5	9.6	10.2	10.0	9.9	9.7	10.0	9.7	9.8	9.6	9.9	9.7	9.7	9.6
	Ancho, a (cm)	15.2	15.5	15.0	15.2	15.5	15.6	15.2	15.1	15.3	15.5	15.2	15.4	15.2	15.6	15.3	15.2	15.5	15.4	15.2	15.1
	Largo, b (cm)	29.1	29.0	29.1	29.1	29.0	29.0	29.1	29.2	29.2	29.0	29.1	29.1	29.0	29.2	29.0	29.2	29.0	29.2	29.1	29.0
<b>23</b>	Masa, m (kg)	7.840				7.790				8.115				8.105				8.120			
	Altura, h (cm)	10.1	9.9	9.8	9.6	9.6	9.9	9.6	9.5	10.2	9.9	10.0	9.8	10.2	10.0	9.9	9.9	9.9	10.1	9.9	10.0
	Ancho, a (cm)	15.5	14.3	15.2	15.1	15.2	15.5	15.1	15.1	15.4	15.2	15.1	15.1	15.1	15.4	15.1	15.1	15.3	15.0	15.2	15.1
	Largo, b (cm)	29.1	29.1	29.1	29.0	29.0	28.9	29.1	29.0	28.9	29.0	28.8	28.9	29.0	29.1	29.1	29.0	28.9	28.8	29.0	28.7
<b>24</b>	Masa, m (kg)	7.340				7.225				7.625				7.520				7.595			
	Altura, h (cm)	9.3	10.0	9.4	9.3	9.2	9.7	9.0	9.0	9.5	10.0	9.5	9.5	9.4	9.8	9.3	9.4	10.0	9.9	9.3	9.5
	Ancho, a (cm)	14.6	15.3	14.9	14.8	15.0	15.3	15.1	15.0	15.4	15.0	15.0	15.0	15.0	15.5	15.0	15.2	15.0	15.3	15.0	15.2
	Largo, b (cm)	28.9	28.9	28.2	28.6	28.7	29.0	28.6	28.6	28.8	29.0	28.8	28.8	29.0	28.9	28.9	28.6	28.8	28.5	28.6	28.5
<b>25</b>	Masa, m (kg)	7.730				8.090				7.970				8.130				7.625			
	Altura, h (cm)	10.2	10.0	10.0	9.8	10.6	10.1	9.8	10.3	10.3	10.1	10.2	10.0	10.4	10.2	10.0	10.1	10.0	9.9	9.8	9.7
	Ancho, a (cm)	15.3	15.0	14.9	14.9	15.1	15.4	15.1	15.1	15.1	15.4	14.9	14.7	15.4	15.1	15.0	15.0	15.4	15.2	14.9	15.0
	Largo, b (cm)	28.7	28.7	28.7	28.7	28.8	28.9	28.9	28.7	28.4	28.6	28.4	28.6	29.0	29.0	28.9	28.9	28.9	28.6	28.6	28.8

Anexo 10.

Dimensiones promedio, masa y densidad de la unidad de adobe por espécimen y tratamiento.

Cuadro 8.

Cálculo de las dimensiones promedio, masa y densidad de la unidad de adobe por espécimen.

Tratamiento	Especimen	Masa, m (kg)	Altura, h (cm)					Ancho, a (cm)					Largo, b (cm)					$\rho^a$ (g/cm <sup>3</sup> )
			I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	
00	1	7.805	9.2	9.5	9.6	9.5	9.45	15.0	14.1	14.5	14.7	14.58	29.9	29.5	28.7	29.4	29.38	1.928
00	2	7.850	9.5	9.5	9.5	9.0	9.38	14.4	15.1	14.7	14.8	14.75	28.7	29.0	29.2	29.1	29.00	1.956
00	3	8.035	9.3	9.5	10.2	9.5	9.63	14.6	15.4	14.4	14.9	14.83	28.9	29.1	29.5	29.3	29.20	1.927
00	4	7.970	9.4	9.5	9.8	9.6	9.58	14.9	14.5	14.7	14.8	14.73	29.2	29.1	29.2	28.5	29.00	1.948
00	5	8.245	9.5	9.7	9.7	10.0	9.73	14.5	14.9	14.7	14.4	14.63	28.9	29.0	29.4	29.0	29.08	1.992
01	1	8.015	10.0	10.2	9.8	10.0	10.00	15.0	14.9	14.9	14.9	14.93	28.7	28.7	28.5	28.8	28.68	1.872
01	2	8.215	10.0	9.4	9.1	9.7	9.55	14.9	15.1	14.9	15.0	14.98	28.6	28.7	28.6	28.9	28.70	2.001
01	3	8.185	9.3	9.4	8.9	9.4	9.25	15.0	15.1	14.7	15.0	14.95	28.8	28.7	28.5	28.7	28.68	2.064
01	4	8.205	9.0	9.6	9.0	9.2	9.20	15.4	14.6	14.8	15.0	14.95	28.7	29.2	28.4	28.5	28.70	2.079
01	5	8.695	9.9	10.0	9.4	9.7	9.75	14.9	15.3	14.8	14.9	14.98	28.7	28.8	28.4	28.6	28.63	2.079
02	1	7.975	9.2	10.0	9.2	9.4	9.45	15.3	14.8	14.4	15.0	14.88	28.5	28.8	28.5	28.8	28.65	1.980
02	2	8.290	9.5	9.9	9.2	9.4	9.50	15.0	14.6	15.0	15.0	14.90	28.2	28.8	29.0	28.8	28.70	2.041
02	3	8.400	9.5	10.1	9.6	9.4	9.65	15.2	15.0	15.0	14.8	15.00	28.8	28.9	28.5	28.7	28.73	2.020
02	4	8.395	9.6	10.0	9.5	9.4	9.63	14.8	15.1	15.0	14.9	14.95	29.0	28.8	28.6	28.9	28.83	2.023
02	5	8.360	9.7	10.0	9.5	9.5	9.68	14.8	15.2	14.8	14.8	14.90	28.8	28.7	28.4	28.8	28.68	2.021
03	1	8.425	9.9	10.2	9.7	9.8	9.90	15.3	15.2	14.8	15.0	15.08	28.5	28.7	29.1	28.9	28.80	1.959
03	2	7.960	9.3	9.4	9.4	9.1	9.30	15.0	15.3	15.0	15.0	15.08	28.9	29.0	28.7	29.0	28.90	1.964
03	3	8.595	9.9	10.1	9.9	9.7	9.90	15.0	15.2	15.0	14.9	15.03	29.0	28.9	28.7	29.0	28.90	1.999
03	4	8.230	9.7	10.0	9.5	9.6	9.70	15.3	15.1	15.0	15.1	15.13	29.0	28.7	29.0	28.9	28.90	1.940
03	5	8.430	10.0	10.0	9.7	9.5	9.80	15.0	15.2	15.2	15.0	15.10	29.0	28.9	29.0	28.9	28.95	1.968
04	1	8.540	10.0	10.0	10.0	9.7	9.93	15.2	15.0	15.1	15.0	15.08	29.0	29.0	28.9	28.8	28.93	1.971
04	2	8.305	10.0	9.7	9.6	9.4	9.68	15.3	15.0	15.2	15.0	15.13	29.1	29.0	28.9	28.9	28.98	1.957
04	3	7.910	9.5	9.5	9.4	9.4	9.45	15.2	15.0	15.2	14.9	15.08	28.8	29.0	29.0	28.9	28.93	1.919

Tratamiento	Especimen	Masa, m (kg)	Altura, h (cm)					Ancho, a (cm)					Largo, b (cm)					$\rho^a$ (g/cm <sup>3</sup> )
			I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	
04	4	8.415	10.0	10.2	10.0	9.9	10.03	15.0	15.2	15.1	14.9	15.05	28.9	28.9	28.7	29.1	28.90	1.929
04	5	8.435	10.2	10.0	9.7	9.8	9.93	15.4	15.0	15.0	15.0	15.10	28.9	29.0	29.0	29.0	28.98	1.941
05	1	8.065	9.7	9.1	8.8	9.2	9.20	15.0	15.2	14.9	15.0	15.03	28.6	28.7	28.8	29.0	28.78	2.027
05	2	8.365	9.6	9.4	9.5	9.1	9.40	15.2	15.0	15.0	15.0	15.05	28.8	28.8	28.6	28.5	28.68	2.062
05	3	8.525	9.9	9.6	9.2	9.5	9.55	14.9	15.2	15.0	14.8	14.98	28.8	28.6	29.0	28.9	28.83	2.067
05	4	8.345	9.8	9.7	9.6	9.7	9.70	15.1	15.0	14.9	14.9	14.98	28.7	28.6	28.8	28.7	28.70	2.001
05	5	8.205	9.4	9.8	9.2	8.9	9.33	15.2	14.9	15.0	14.9	15.00	28.8	28.8	28.8	28.5	28.73	2.041
06	1	7.870	9.5	10.0	9.5	9.2	9.55	15.3	15.1	15.2	15.1	15.18	28.9	29.0	28.9	28.7	28.88	1.880
06	2	7.795	9.7	9.2	9.5	9.0	9.35	15.2	14.9	15.0	15.0	15.03	28.7	28.7	28.7	28.6	28.68	1.934
06	3	8.030	9.6	9.9	9.6	9.3	9.60	14.9	15.2	15.1	15.0	15.05	28.7	28.9	28.8	29.0	28.85	1.926
06	4	7.785	9.9	9.4	9.2	9.5	9.50	15.2	15.1	14.9	15.0	15.05	28.9	28.9	28.9	28.9	28.90	1.884
06	5	7.700	9.8	9.3	9.3	9.0	9.35	15.0	15.2	15.1	14.8	15.03	28.7	28.6	28.8	28.7	28.70	1.909
07	1	8.215	9.6	10.0	9.2	9.5	9.58	15.3	15.2	15.0	15.0	15.13	29.0	29.0	29.0	29.1	29.03	1.952
07	2	7.975	9.5	9.8	9.3	9.2	9.45	15.3	15.2	15.1	15.0	15.15	29.0	29.0	29.0	29.0	29.00	1.921
07	3	8.475	9.1	10.2	9.5	9.9	9.68	15.0	15.4	15.0	15.2	15.15	29.0	29.0	28.9	29.0	28.98	1.994
07	4	8.230	9.5	9.9	9.6	9.3	9.58	15.5	15.0	15.1	15.1	15.18	29.0	29.2	28.9	29.0	29.03	1.949
07	5	8.435	9.7	10.0	9.5	9.7	9.73	15.4	15.2	15.0	15.0	15.15	29.0	29.1	29.0	29.0	29.03	1.971
08	1	7.925	10.0	9.7	9.4	9.6	9.68	15.2	14.9	15.1	15.0	15.05	28.8	28.8	29.0	28.7	28.83	1.887
08	2	8.100	10.0	9.5	9.7	9.6	9.70	15.1	15.4	15.1	15.1	15.18	28.8	28.9	28.8	28.7	28.80	1.910
08	3	8.220	9.9	9.5	9.6	9.6	9.65	15.1	15.4	15.0	14.9	15.10	28.7	28.9	29.0	29.0	28.90	1.952
08	4	8.170	9.9	9.6	9.5	9.6	9.65	15.4	15.3	15.0	15.3	15.25	29.1	29.0	29.0	29.0	29.03	1.912
08	5	8.020	9.4	9.8	9.7	9.3	9.55	15.0	15.3	15.2	15.0	15.13	28.7	28.7	28.8	28.8	28.75	1.931
09	1	8.125	10.0	9.7	9.5	9.4	9.65	15.3	15.1	15.0	15.1	15.13	28.9	29.0	28.9	29.0	28.95	1.922
09	2	8.320	9.8	10.0	9.6	9.7	9.78	15.2	15.1	15.0	15.0	15.08	29.0	29.0	29.0	28.9	28.98	1.947
09	3	7.870	10.0	9.6	9.7	9.5	9.70	15.0	15.1	15.0	15.1	15.05	28.8	28.7	28.7	28.7	28.73	1.876
09	4	8.305	9.7	10.2	9.6	9.7	9.80	15.4	14.9	14.9	15.0	15.05	28.7	28.8	29.0	28.7	28.80	1.955
09	5	7.865	9.7	9.7	9.2	9.3	9.48	15.0	15.4	15.0	15.1	15.13	28.8	29.0	29.0	28.8	28.90	1.897
10	1	7.930	10.0	9.5	9.2	9.6	9.58	15.3	15.0	15.0	15.0	15.08	28.9	28.5	28.5	28.5	28.60	1.919
10	2	8.100	9.5	9.6	9.3	9.0	9.35	15.3	15.0	14.9	15.0	15.05	28.8	29.3	28.9	28.5	28.88	1.993
10	3	7.840	9.2	9.7	9.2	9.0	9.28	15.4	14.8	14.9	14.7	14.95	28.7	28.5	28.4	28.2	28.45	1.986
10	4	7.630	9.7	9.2	8.8	9.4	9.28	15.0	15.0	14.9	15.0	14.98	28.5	28.5	28.5	28.6	28.53	1.924
10	5	7.780	9.8	9.1	9.1	8.9	9.23	15.2	14.9	15.0	15.0	15.03	28.9	28.4	28.3	28.5	28.53	1.966
11	1	8.185	9.8	10.0	9.8	9.7	9.83	15.3	14.9	15.2	15.0	15.10	29.0	29.1	29.2	29.0	29.08	1.896
11	2	8.200	9.7	10.0	9.2	9.4	9.58	15.5	15.0	15.0	15.0	15.13	29.1	29.1	29.0	29.0	29.05	1.947
11	3	8.500	9.9	10.0	9.7	9.5	9.78	15.2	15.3	15.0	15.0	15.13	29.2	29.0	29.0	29.0	29.05	1.977
11	4	8.215	9.7	10.0	9.5	9.4	9.65	15.2	15.0	15.2	15.0	15.10	29.0	29.0	29.0	29.1	29.03	1.942

Tratamiento	Especimen	Masa, m (kg)	Altura, h (cm)					Ancho, a (cm)					Largo, b (cm)					$\rho^a$ (g/cm <sup>3</sup> )
			I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	
11	5	8.295	10.0	10.2	9.7	9.5	9.85	15.5	15.2	15.2	15.0	15.23	28.9	28.9	29.0	28.9	28.93	1.911
12	1	8.250	9.7	10.2	9.5	9.5	9.73	15.3	15.3	15.1	15.1	15.20	29.1	29.0	29.1	29.2	29.10	1.917
12	2	8.265	9.6	10.1	9.7	9.7	9.78	15.3	15.5	15.1	15.5	15.35	29.3	29.0	29.0	29.0	29.08	1.893
12	3	8.400	9.8	10.0	9.8	9.8	9.85	15.2	15.4	15.2	15.2	15.25	29.0	29.1	29.2	29.3	29.15	1.918
12	4	8.640	10.0	10.3	9.9	9.9	10.03	15.5	15.2	15.2	15.2	15.28	29.1	29.1	29.2	29.0	29.10	1.937
12	5	8.570	10.0	10.1	9.8	9.4	9.83	15.3	15.5	15.2	15.3	15.33	29.2	29.2	29.2	29.3	29.23	1.946
13	1	7.695	10.2	10.0	9.9	9.7	9.95	15.4	14.9	15.2	15.0	15.13	29.1	29.2	29.0	29.0	29.08	1.758
13	2	7.830	10.0	9.7	9.9	9.4	9.75	15.2	15.5	15.1	15.0	15.20	29.1	29.2	29.0	29.0	29.08	1.817
13	3	7.720	10.2	9.7	9.4	9.6	9.73	15.2	15.0	15.0	15.1	15.08	29.0	29.0	28.9	29.0	28.98	1.816
13	4	7.835	9.7	9.9	9.7	9.4	9.68	15.3	15.0	15.1	15.2	15.15	29.0	29.0	29.0	28.7	28.93	1.847
13	5	8.005	9.7	10.0	9.5	9.7	9.73	15.4	15.4	15.0	15.0	15.20	29.1	29.0	29.0	29.2	29.08	1.861
14	1	7.955	10.0	9.8	9.7	9.7	9.80	15.4	15.3	15.1	15.2	15.25	29.0	29.0	29.0	29.1	29.03	1.834
14	2	7.825	10.1	9.9	9.7	9.9	9.90	15.1	15.2	15.0	15.0	15.08	29.2	29.1	28.9	29.0	29.05	1.804
14	3	7.730	9.6	9.7	9.3	9.6	9.55	15.4	15.3	15.0	15.1	15.20	29.0	29.0	28.9	28.9	28.95	1.839
14	4	7.770	10.0	10.0	10.0	9.9	9.98	14.9	15.1	14.9	15.1	15.00	28.9	28.9	28.9	28.7	28.85	1.799
14	5	7.995	9.7	9.9	9.9	9.8	9.83	15.0	15.2	15.1	15.0	15.08	29.0	28.8	29.2	28.8	28.95	1.863
15	1	8.045	10.2	9.9	9.7	9.9	9.93	15.0	15.2	15.0	15.0	15.05	28.9	28.7	29.0	28.7	28.83	1.867
15	2	7.875	9.7	10.2	9.7	9.7	9.83	15.1	14.9	14.9	14.9	14.95	28.9	28.6	28.7	28.7	28.73	1.865
15	3	7.815	9.6	10.0	9.6	9.6	9.70	15.2	14.9	14.8	15.0	14.98	28.8	28.7	29.0	28.7	28.80	1.867
15	4	7.645	9.5	9.8	9.4	9.5	9.55	15.0	15.3	15.1	15.3	15.18	28.8	28.8	28.9	28.9	28.85	1.828
15	5	7.680	9.9	10.1	9.9	9.8	9.93	14.9	15.1	15.0	15.0	15.00	28.9	28.8	28.9	28.6	28.80	1.790
16	1	8.085	10.1	10.0	9.8	9.9	9.95	15.0	15.3	15.0	14.9	15.05	28.9	28.8	28.7	28.8	28.80	1.875
16	2	7.920	10.0	10.0	9.7	9.7	9.85	15.0	15.0	14.9	15.0	14.98	28.8	29.0	29.0	28.9	28.93	1.855
16	3	8.010	10.2	10.0	9.9	9.7	9.95	15.0	15.4	15.0	15.0	15.10	28.8	28.9	28.7	28.7	28.78	1.852
16	4	8.110	10.2	10.0	10.2	9.9	10.08	15.0	15.4	14.9	15.0	15.08	28.9	28.9	28.7	28.8	28.83	1.851
16	5	7.940	10.1	9.9	10.0	9.8	9.95	15.1	15.2	15.0	15.2	15.13	28.9	28.7	28.6	28.8	28.75	1.835
17	1	8.095	9.6	10.1	9.6	9.6	9.73	14.7	15.1	14.7	14.9	14.85	28.4	28.3	28.5	28.3	28.38	1.974
17	2	7.920	9.4	9.5	9.4	9.2	9.38	14.9	15.0	15.0	14.9	14.95	28.3	28.5	28.6	28.5	28.48	1.983
17	3	7.960	9.5	9.9	9.4	9.5	9.58	15.0	15.1	14.7	14.9	14.93	28.5	28.5	28.2	28.5	28.43	1.958
17	4	8.160	10.0	10.0	9.7	9.5	9.80	14.9	15.0	14.9	14.8	14.90	28.4	28.2	28.5	28.5	28.40	1.968
17	5	8.110	9.7	10.0	9.7	9.7	9.78	15.0	14.9	14.8	15.0	14.93	28.5	28.5	28.2	28.3	28.38	1.957
18	1	7.880	9.8	10.0	9.2	9.5	9.63	15.3	15.0	15.0	15.0	15.08	28.9	29.0	28.9	29.0	28.95	1.874
18	2	7.695	9.9	9.9	9.6	9.7	9.78	15.5	15.2	15.0	15.0	15.18	29.0	29.0	28.9	29.0	28.98	1.789
18	3	8.225	10.2	10.0	9.5	10.0	9.93	15.0	15.3	15.0	15.0	15.08	29.0	29.0	28.9	29.0	28.98	1.895
18	4	8.345	10.0	10.0	9.5	9.7	9.80	15.2	15.5	15.0	15.2	15.23	28.9	29.0	29.1	29.1	29.03	1.926
18	5	8.395	10.1	10.2	9.8	9.7	9.95	15.2	15.5	15.0	15.0	15.18	29.1	29.0	29.0	29.0	29.03	1.915

Tratamiento	Especimen	Masa, m (kg)	Altura, h (cm)					Ancho, a (cm)					Largo, b (cm)					$\rho^a$ (g/cm <sup>3</sup> )
			I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	I	II	III	IV	Prom	
19	1	8.030	9.8	9.9	9.7	9.6	9.75	15.2	15.2	15.0	15.1	15.13	29.0	28.9	29.0	29.0	28.98	1.878
19	2	8.045	9.8	10.0	9.6	9.8	9.80	15.1	15.5	15.0	15.2	15.20	29.0	29.2	29.3	29.0	29.13	1.854
19	3	8.085	9.9	10.0	9.9	9.6	9.85	15.1	15.5	15.4	15.0	15.25	29.0	29.0	29.1	29.0	29.03	1.854
19	4	7.940	9.9	9.9	9.6	9.7	9.78	15.4	15.5	15.1	15.2	15.30	29.0	29.1	29.3	29.0	29.10	1.823
19	5	8.060	9.9	10.1	9.7	9.6	9.83	15.5	15.2	15.3	15.0	15.25	29.2	29.2	29.0	29.0	29.10	1.848
20	1	7.725	9.7	9.9	9.5	9.5	9.65	15.5	15.2	15.2	15.1	15.25	29.2	29.4	29.0	29.0	29.15	1.801
20	2	7.860	9.9	10.0	9.9	9.7	9.88	15.5	15.3	15.2	15.3	15.33	29.0	29.2	29.0	28.9	29.03	1.788
20	3	7.500	9.2	9.6	9.4	9.1	9.33	15.5	15.2	15.2	15.1	15.25	29.1	29.1	28.9	29.0	29.03	1.816
20	4	7.695	9.6	10.0	9.7	9.5	9.70	15.5	15.2	15.0	15.2	15.23	29.0	29.0	28.9	29.0	28.98	1.797
20	5	7.490	9.4	9.5	9.1	9.4	9.35	15.3	15.2	15.1	15.3	15.23	28.7	28.4	28.9	29.0	28.75	1.830
21	1	7.475	9.4	9.7	9.3	9.1	9.38	15.5	15.0	15.3	15.1	15.23	29.0	29.0	29.0	28.9	28.98	1.806
21	2	7.755	9.8	9.5	9.2	9.4	9.48	15.5	15.5	15.1	15.3	15.35	29.0	29.0	29.3	29.1	29.10	1.831
21	3	7.950	9.7	9.5	9.4	9.6	9.55	15.2	15.4	15.1	15.5	15.30	29.2	29.2	29.1	29.0	29.13	1.868
21	4	7.695	9.5	9.9	9.2	9.4	9.50	15.5	15.3	15.0	15.1	15.23	29.2	29.2	28.9	29.0	29.08	1.829
21	5	7.505	9.6	9.4	9.0	9.1	9.28	15.3	15.2	15.1	15.4	15.25	29.0	29.0	29.2	29.0	29.05	1.826
22	1	7.830	10.2	9.6	9.5	9.5	9.70	15.2	15.5	15.0	15.2	15.23	29.1	29.0	29.1	29.1	29.08	1.823
22	2	7.935	10.0	9.6	9.5	9.6	9.68	15.5	15.6	15.2	15.1	15.35	29.0	29.0	29.1	29.2	29.08	1.836
22	3	8.205	10.2	10.0	9.9	9.7	9.95	15.3	15.5	15.2	15.4	15.35	29.2	29.0	29.1	29.1	29.10	1.846
22	4	7.845	10.0	9.7	9.8	9.6	9.78	15.2	15.6	15.3	15.2	15.33	29.0	29.2	29.0	29.2	29.10	1.798
22	5	7.895	9.9	9.7	9.7	9.6	9.73	15.5	15.4	15.2	15.1	15.30	29.0	29.2	29.1	29.0	29.08	1.824
23	1	7.840	10.1	9.9	9.8	9.6	9.85	15.5	14.3	15.2	15.1	15.03	29.1	29.1	29.1	29.0	29.08	1.821
23	2	7.790	9.6	9.9	9.6	9.5	9.65	15.2	15.5	15.1	15.1	15.23	29.0	28.9	29.1	29.0	29.00	1.828
23	3	8.115	10.2	9.9	10.0	9.8	9.98	15.4	15.2	15.1	15.1	15.20	28.9	29.0	28.8	28.9	28.90	1.851
23	4	8.105	10.2	10.0	9.9	9.9	10.00	15.1	15.4	15.1	15.1	15.18	29.0	29.1	29.1	29.0	29.05	1.838
23	5	8.120	9.9	10.1	9.9	10.0	9.98	15.3	15.0	15.2	15.1	15.15	28.9	28.8	29.0	28.7	28.85	1.862
24	1	7.340	9.3	10.0	9.4	9.3	9.50	14.6	15.3	14.9	14.8	14.90	28.9	28.9	28.2	28.6	28.65	1.810
24	2	7.225	9.2	9.7	9.0	9.0	9.23	15.0	15.3	15.1	15.0	15.10	28.7	29.0	28.6	28.6	28.73	1.804
24	3	7.625	9.5	10.0	9.5	9.5	9.63	15.4	15.0	15.0	15.0	15.10	28.8	29.0	28.8	28.8	28.85	1.818
24	4	7.520	9.4	9.8	9.3	9.4	9.48	15.0	15.5	15.0	15.2	15.18	29.0	28.9	28.9	28.6	28.85	1.811
24	5	7.595	10.0	9.9	9.3	9.5	9.68	15.0	15.3	15.0	15.2	15.13	28.8	28.5	28.6	28.5	28.60	1.813
25	1	7.730	10.2	10.0	10.0	9.8	10.00	15.3	15.0	14.9	14.9	15.03	28.7	28.7	28.7	28.7	28.70	1.792
25	2	8.090	10.6	10.1	9.8	10.3	10.20	15.1	15.4	15.1	15.1	15.18	28.8	28.9	28.9	28.7	28.83	1.812
25	3	7.970	10.3	10.1	10.2	10.0	10.15	15.1	15.4	14.9	14.7	15.03	28.4	28.6	28.4	28.6	28.50	1.833
25	4	8.130	10.4	10.2	10.0	10.1	10.18	15.4	15.1	15.0	15.0	15.13	29.0	29.0	28.9	28.9	28.95	1.823
25	5	7.625	10.0	9.9	9.8	9.7	9.85	15.4	15.2	14.9	15.0	15.13	28.9	28.6	28.6	28.8	28.73	1.781

Nota:  $\rho^a = \frac{m}{hab}$ .



Anexo 11.

Reporte de ensayos de laboratorio del módulo de rotura.





**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MODULO DE ROTURA**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código : MR-01-a

Responsable de medición: Richard A. Depaz Blácido

Fecha de medición: 10-Junio-2019

Tratamiento	Altura, h Ancho, a	Espécimen									
		1		2		3		4		5	
00	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.7	9.8	9.6	9.5	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	14.9	15.0	14.6	14.8	14.9	15.2	14.2	15.2	15.0	14.3
01	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.1	10.0	9.5	9.8	9.2	9.3	9.5	9.3	9.7	9.5
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.1	14.9	15.0	15.0	15.0	15.0
02	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.9	10.0	9.8	10.0	9.8	10.0	9.6	9.8	9.7	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	14.8	15.0	15.0	14.9	15.0	15.1	15.0	15.2	14.9	14.8
03	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	9.6	10.0	9.9	9.5	9.8	9.9	10.0	9.5	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.1	14.9	15.1	14.9	15.0	15.2	15.1	15.0	14.8	15.0
04	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	9.9	9.8	9.6	9.7	9.7	9.9	9.0	9.8	9.6
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.0	15.2	15.2	15.1	15.2	15.2	15.1	15.0	15.1	15.2
05	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	9.5	9.5	9.6	9.1	9.0	8.5	8.4	8.7	8.5
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.1	14.9	15.1	14.8	15.1	14.8	15.2	15.0	15.0	15.4
06	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	9.9	9.6	9.7	9.5	10.0	9.6	9.8	9.5	9.7
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.0	15.1	15.0	15.0	15.0	15.0	15.2	15.1	15.0	15.1
07	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.9	9.5	10.0	9.6	10.0	9.8	9.5	9.8	9.5	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.2	15.3	15.2	14.9	15.2	15.2	15.1	15.2	15.0	15.2
08	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.6	9.5	9.5	9.7	9.4	9.7	9.4	9.7	9.4	9.2
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.5	15.4	15.4	15.4	15.1	15.1	15.0	15.1	15.0	14.9
09	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.9	9.6	9.1	9.5	9.7	10.0	10.0	9.7	9.8	9.6
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.0	15.2	15.6	15.2	14.9	15.1	15.2	15.2	15.2	15.1
10	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.1	9.5	9.1	9.4	10.0	10.0	9.0	9.0	9.5	9.6
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	14.7	15.2	15.4	15.1	15.0	15.1	15.0	15.5	15.0	14.9
11	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.4	10.0	10.0	9.8	9.3	9.5	10.0	9.9	9.7	9.6
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.5	15.2	15.5	15.0	15.0	15.0	15.5	15.0	15.6	15.3
12	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	9.9	10.0	9.9	10.2	9.6	9.6	9.6	9.8	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.1	15.3	15.2	15.0	15.2	15.4	15.2	15.5	15.0	15.2
13	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	10.0	9.9	9.7	9.6	10.0	9.8	10.1	9.9	9.2
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.3	15.2	15.0	15.0	14.9	15.4	15.1	15.1	15.0	15.3
14	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	9.7	9.7	9.8	10.0	10.0	9.9	9.6	9.9	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.2	15.3	15.1	15.2	15.0	15.1	15.2	15.2	14.9	15.1
15	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.1	9.8	10.0	9.8	9.7	9.7	10.0	9.8	9.9	9.6
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.1	14.9	15.0	15.2	14.9	15.1	15.3	14.9	14.9	15.2
16	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	14.9	15.3	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.1	15.0	15.1
17	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.3	9.5	10.4	9.9	9.6	9.5	9.3	9.0	9.9	9.9
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.1	15.5	14.9	15.0	15.5	15.0	15.0	15.2	15.0	15.0
18	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	10.0	10.1	10.0	9.8	10.0	10.0	10.1	9.8	9.8
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.4	15.1	15.5	15.2	15.2	15.4	15.1	15.4	15.2	15.2
19	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	9.9	9.8	10.2	10.1	10.1	9.5	9.9	10.0	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.3	15.4	15.5	15.1	15.4	15.2	15.0	15.4	15.4	15.0
20	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	9.6	9.7	9.9	9.1	9.3	9.9	9.7	9.5	9.7
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.4	15.3	15.3	15.2	15.4	15.3	15.4	15.2	15.3	15.5
21	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.1	9.5	9.6	9.5	9.2	9.5	9.5	9.6	10.0	9.9
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.2	15.4	15.0	15.4	15.2	15.2	15.5	15.2	15.4	15.2
22	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	9.8	9.6	10.0	9.8	10.0	10.0	9.5	9.7	10.0
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.3	15.5	15.2	15.5	15.2	15.3	15.5	15.4	15.5	15.3
23	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.5	9.5	9.8	9.8	9.6	9.6	9.8	9.8	9.8	9.9
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.5	15.5	15.3	15.3	15.3	15.3	15.1	15.1	15.4	15.0
24	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	9.7	9.5	9.9	9.7	9.6	9.9	9.4	9.5	10.0	9.7
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.2	15.0	14.9	15.1	14.8	15.3	15.0	15.3	15.0	15.3
25	h <sub>I</sub> y h <sub>II</sub> (cm)	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	10.1	10.1	10.3	10.0	10.1
	a <sub>I</sub> y a <sub>II</sub> (cm)	15.0	15.1	14.5	15.0	14.8	15.2	14.8	15.1	14.9	15.2

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MODULO DE ROTURA****TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ****Código : MR-01-b****MEDICION****1**

Responsable de medición:

Técnico operador

Fecha de medición:

11-Junio-2019

Carga, P (psi)	Espécimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
06	12.0	12.0	11.0	10.0	11.0
08	20.0	11.0	16.0	14.0	17.0
11	12.0	12.0	14.0	12.0	10.0
13	10.0	7.0	10.0	11.0	8.0
14	21.0	17.0	16.0	17.0	17.0
15	10.0	11.0	11.0	13.0	10.0
16	4.0	8.0	7.0	7.0	8.0
17	20.0	17.0	16.0	12.0	11.0
19	16.0	10.0	11.0	11.0	10.0
20	14.0	13.0	11.0	14.0	16.0
23	16.0	13.0	18.0	18.0	16.0
24	13.0	13.0	13.0	16.0	14.0
25	10.0	12.0	12.0	10.0	16.0
Longitud entre apoyos, Ls (cm)				24.00	

**MEDICION****2**

Responsable de medición:

Técnico operador

Fecha de medición:

17-Junio-2019

Carga, P (psi)	Espécimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00	7.0	7.0	8.0	11.0	8.0
01	10.0	12.0	10.0	10.0	11.0
02	10.0	11.0	11.0	12.0	13.0
03	13.0	16.0	12.0	12.0	11.0
04	12.0	10.0	10.0	10.0	11.0
05	11.0	8.0	10.0	10.0	10.0
07	14.0	10.0	10.0	12.0	12.0
09	11.0	11.0	10.0	8.0	8.0
10	14.0	11.0	12.0	13.0	17.0
12	11.0	11.0	12.0	11.0	12.0
18	14.0	12.0	14.0	12.0	12.0
21	12.0	13.0	12.0	11.0	12.0
22	11.0	12.0	8.0	11.0	12.0
Longitud entre apoyos, Ls (cm)				24.00	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MODULO DE ROTURA - RESUMEN**

**TESIS :** INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**MR-01-c**

Tratamiento	Parámetro	Espécimen									
		1		2		3		4		5	
<b>00</b>	Carga, P (psi)	7.0		7.0		8.0		11.0		8.0	
	Altura, h (cm)	9.7	9.8	9.6	9.5	9.0	9.0	9.0	9.1	9.2	9.0
	Ancho, a (cm)	14.9	15.0	14.6	14.8	14.9	15.2	14.2	15.2	15.0	14.3
<b>01</b>	Carga, P (psi)	10.0		12.0		10.0		10.0		11.0	
	Altura, h (cm)	10.1	10.0	9.5	9.8	9.2	9.3	9.5	9.3	9.7	9.5
	Ancho, a (cm)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.1	14.9	15.0	15.0	15.0	15.0
<b>02</b>	Carga, P (psi)	10.0		11.0		11.0		12.0		13.0	
	Altura, h (cm)	9.9	10.0	9.8	10.0	9.8	10.0	9.6	9.8	9.7	10.0
	Ancho, a (cm)	14.8	15.0	15.0	14.9	15.0	15.1	15.0	15.2	14.9	14.8
<b>03</b>	Carga, P (psi)	13.0		16.0		12.0		12.0		11.0	
	Altura, h (cm)	10.0	9.6	10.0	9.9	9.5	9.8	9.9	10.0	9.5	10.0
	Ancho, a (cm)	15.1	14.9	15.1	14.9	15.0	15.2	15.1	15.0	14.8	15.0
<b>04</b>	Carga, P (psi)	12.0		10.0		10.0		10.0		11.0	
	Altura, h (cm)	10.0	9.9	9.8	9.6	9.7	9.7	9.9	9.0	9.8	9.6
	Ancho, a (cm)	15.0	15.2	15.2	15.1	15.2	15.2	15.1	15.0	15.1	15.2
<b>05</b>	Carga, P (psi)	11.0		8.0		10.0		10.0		10.0	
	Altura, h (cm)	9.5	9.5	9.5	9.6	9.1	9.0	8.5	8.4	8.7	8.5
	Ancho, a (cm)	15.1	14.9	15.1	14.8	15.1	14.8	15.2	15.0	15.0	15.4
<b>06</b>	Carga, P (psi)	12.0		12.0		11.0		10.0		11.0	
	Altura, h (cm)	9.5	9.9	9.6	9.7	9.5	10.0	9.6	9.8	9.5	9.7
	Ancho, a (cm)	15.0	15.1	15.0	15.0	15.0	15.0	15.2	15.1	15.0	15.1
<b>07</b>	Carga, P (psi)	14.0		10.0		10.0		12.0		12.0	
	Altura, h (cm)	9.9	9.5	10.0	9.6	10.0	9.8	9.5	9.8	9.5	10.0
	Ancho, a (cm)	15.2	15.3	15.2	14.9	15.2	15.2	15.1	15.2	15.0	15.2
<b>08</b>	Carga, P (psi)	20.0		11.0		16.0		14.0		17.0	
	Altura, h (cm)	9.6	9.5	9.5	9.7	9.4	9.7	9.4	9.7	9.4	9.2
	Ancho, a (cm)	15.5	15.4	15.4	15.4	15.1	15.1	15.0	15.1	15.0	14.9
<b>09</b>	Carga, P (psi)	11.0		11.0		10.0		8.0		8.0	
	Altura, h (cm)	9.9	9.6	9.1	9.5	9.7	10.0	10.0	9.7	9.8	9.6
	Ancho, a (cm)	15.0	15.2	15.6	15.2	14.9	15.1	15.2	15.2	15.2	15.1
<b>10</b>	Carga, P (psi)	14.0		11.0		12.0		13.0		17.0	
	Altura, h (cm)	9.1	9.5	9.1	9.4	10.0	10.0	9.0	9.0	9.5	9.6
	Ancho, a (cm)	14.7	15.2	15.4	15.1	15.0	15.1	15.0	15.5	15.0	14.9
<b>11</b>	Carga, P (psi)	12.0		12.0		14.0		12.0		10.0	
	Altura, h (cm)	9.4	10.0	10.0	9.8	9.3	9.5	10.0	9.9	9.7	9.6
	Ancho, a (cm)	15.5	15.2	15.5	15.0	15.0	15.0	15.5	15.0	15.6	15.3
<b>12</b>	Carga, P (psi)	11.0		11.0		12.0		11.0		12.0	
	Altura, h (cm)	10.0	9.9	10.0	9.9	10.2	9.6	9.6	9.6	9.8	10.0
	Ancho, a (cm)	15.1	15.3	15.2	15.0	15.2	15.4	15.2	15.5	15.0	15.2

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL MODULO DE ROTURA - RESUMEN**

**TESIS :** INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**MR-01-d**

Tratamiento	Parámetro	Espécimen									
		1		2		3		4		5	
<b>13</b>	Carga, P (psi)	10.00		7.00		10.00		11.00		8.00	
	Altura, h (cm)	9.5	10.0	9.9	9.7	9.6	10.0	9.8	10.1	9.9	9.2
	Ancho, a (cm)	15.3	15.2	15.0	15.0	14.9	15.4	15.1	15.1	15.0	15.3
<b>14</b>	Carga, P (psi)	21.00		17.00		16.00		17.00		17.00	
	Altura, h (cm)	9.5	9.7	9.7	9.8	10.0	10.0	9.9	9.6	9.9	10.0
	Ancho, a (cm)	15.2	15.3	15.1	15.2	15.0	15.1	15.2	15.2	14.9	15.1
<b>15</b>	Carga, P (psi)	10.00		11.00		11.00		13.00		10.00	
	Altura, h (cm)	10.1	9.8	10.0	9.8	9.7	9.7	10.0	9.8	9.9	9.6
	Ancho, a (cm)	15.1	14.9	15.0	15.2	14.9	15.1	15.3	14.9	14.9	15.2
<b>16</b>	Carga, P (psi)	4.00		8.00		7.00		7.00		8.00	
	Altura, h (cm)	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.1	10.0	10.0	10.0	10.0
	Ancho, a (cm)	14.9	15.3	15.0	15.2	15.0	15.2	15.0	15.1	15.0	15.1
<b>17</b>	Carga, P (psi)	20.00		17.00		16.00		12.00		11.00	
	Altura, h (cm)	9.3	9.5	10.4	9.9	9.6	9.5	9.3	9.0	9.9	9.9
	Ancho, a (cm)	15.1	15.5	14.9	15.0	15.5	15.0	15.0	15.2	15.0	15.0
<b>18</b>	Carga, P (psi)	14.00		12.00		14.00		12.00		12.00	
	Altura, h (cm)	10.0	10.0	10.1	10.0	9.8	10.0	10.0	10.1	9.8	9.8
	Ancho, a (cm)	15.4	15.1	15.5	15.2	15.2	15.4	15.1	15.4	15.2	15.2
<b>19</b>	Carga, P (psi)	16.00		10.00		11.00		11.00		10.00	
	Altura, h (cm)	10.0	9.9	9.8	10.2	10.1	10.1	9.5	9.9	10.0	10.0
	Ancho, a (cm)	15.3	15.4	15.5	15.1	15.4	15.2	15.0	15.4	15.4	15.0
<b>20</b>	Carga, P (psi)	14.00		13.00		11.00		14.00		16.00	
	Altura, h (cm)	10.0	9.6	9.7	9.9	9.1	9.3	9.9	9.7	9.5	9.7
	Ancho, a (cm)	15.4	15.3	15.3	15.2	15.4	15.3	15.4	15.2	15.3	15.5
<b>21</b>	Carga, P (psi)	12.00		13.00		12.00		11.00		12.00	
	Altura, h (cm)	9.1	9.5	9.6	9.5	9.2	9.5	9.5	9.6	10.0	9.9
	Ancho, a (cm)	15.2	15.4	15.0	15.4	15.2	15.2	15.5	15.2	15.4	15.2
<b>22</b>	Carga, P (psi)	11.00		12.00		8.00		11.00		12.00	
	Altura, h (cm)	9.5	9.8	9.6	10.0	9.8	10.0	10.0	9.5	9.7	10.0
	Ancho, a (cm)	15.3	15.5	15.2	15.5	15.2	15.3	15.5	15.4	15.5	15.3
<b>23</b>	Carga, P (psi)	16.00		13.00		18.00		18.00		16.00	
	Altura, h (cm)	9.5	9.5	9.8	9.8	9.6	9.6	9.8	9.8	9.8	9.9
	Ancho, a (cm)	15.5	15.5	15.3	15.3	15.3	15.3	15.1	15.1	15.4	15.0
<b>24</b>	Carga, P (psi)	13.00		13.00		13.00		16.00		14.00	
	Altura, h (cm)	9.7	9.5	9.9	9.7	9.6	9.9	9.4	9.5	10.0	9.7
	Ancho, a (cm)	15.2	15.0	14.9	15.1	14.8	15.3	15.0	15.3	15.0	15.3
<b>25</b>	Carga, P (psi)	10.00		12.00		12.00		10.00		16.00	
	Altura, h (cm)	10.0	10.1	10.1	10.0	10.0	10.1	10.1	10.3	10.0	10.1
	Ancho, a (cm)	15.0	15.1	14.5	15.0	14.8	15.2	14.8	15.1	14.9	15.2

Anexo 12.

Módulo de rotura por espécimen y tratamiento

Cuadro 9.

Cálculo del módulo de rotura por espécimen.

Tratamiento	Especimen	Altura, h (cm)			Ancho, a (cm)			Carga, P		Mr <sup>b</sup> (MPa)
		I	II	Prom	I	II	Prom	psi	kN <sup>a</sup>	
00	1	9.7	9.8	9.75	14.9	15.0	14.95	7.0	1.358	0.344
00	2	9.6	9.5	9.55	14.6	14.8	14.70	7.0	1.358	0.365
00	3	9.0	9.0	9.00	14.9	15.2	15.05	8.0	1.582	0.467
00	4	9.0	9.1	9.05	14.2	15.2	14.70	11.0	2.254	0.674
00	5	9.2	9.0	9.10	15.0	14.3	14.65	8.0	1.582	0.469
01	1	10.1	10.0	10.05	15.0	15.0	15.00	10.0	2.030	0.482
01	2	9.5	9.8	9.65	15.0	15.0	15.00	12.0	2.478	0.639
01	3	9.2	9.3	9.25	15.1	14.9	15.00	10.0	2.030	0.569
01	4	9.5	9.3	9.40	15.0	15.0	15.00	10.0	2.030	0.551
01	5	9.7	9.5	9.60	15.0	15.0	15.00	11.0	2.254	0.587
02	1	9.9	10.0	9.95	14.8	15.0	14.90	10.0	2.030	0.495
02	2	9.8	10.0	9.90	15.0	14.9	14.95	11.0	2.254	0.554
02	3	9.8	10.0	9.90	15.0	15.1	15.05	11.0	2.254	0.550
02	4	9.6	9.8	9.70	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.628
02	5	9.7	10.0	9.85	14.9	14.8	14.85	13.0	2.702	0.675
03	1	10.0	9.6	9.80	15.1	14.9	15.00	13.0	2.702	0.675
03	2	10.0	9.9	9.95	15.1	14.9	15.00	16.0	3.374	0.818
03	3	9.5	9.8	9.65	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.634
03	4	9.9	10.0	9.95	15.1	15.0	15.05	12.0	2.478	0.599
03	5	9.5	10.0	9.75	14.8	15.0	14.90	11.0	2.254	0.573
04	1	10.0	9.9	9.95	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.597
04	2	9.8	9.6	9.70	15.2	15.1	15.15	10.0	2.030	0.513
04	3	9.7	9.7	9.70	15.2	15.2	15.20	10.0	2.030	0.511
04	4	9.9	9.0	9.45	15.1	15.0	15.05	10.0	2.030	0.544
04	5	9.8	9.6	9.70	15.1	15.2	15.15	11.0	2.254	0.569
05	1	9.5	9.5	9.50	15.1	14.9	15.00	11.0	2.254	0.599
05	2	9.5	9.6	9.55	15.1	14.8	14.95	8.0	1.582	0.418
05	3	9.1	9.0	9.05	15.1	14.8	14.95	10.0	2.030	0.597
05	4	8.5	8.4	8.45	15.2	15.0	15.10	10.0	2.030	0.678
05	5	8.7	8.5	8.60	15.0	15.4	15.20	10.0	2.030	0.650
06	1	9.5	9.9	9.70	15.0	15.1	15.05	12.0	2.478	0.630
06	2	9.6	9.7	9.65	15.0	15.0	15.00	12.0	2.478	0.639
06	3	9.5	10.0	9.75	15.0	15.0	15.00	11.0	2.254	0.569
06	4	9.6	9.8	9.70	15.2	15.1	15.15	10.0	2.030	0.513
06	5	9.5	9.7	9.60	15.0	15.1	15.05	11.0	2.254	0.585
07	1	9.9	9.5	9.70	15.2	15.3	15.25	14.0	2.926	0.734
07	2	10.0	9.6	9.80	15.2	14.9	15.05	10.0	2.030	0.506
07	3	10.0	9.8	9.90	15.2	15.2	15.20	10.0	2.030	0.491
07	4	9.5	9.8	9.65	15.1	15.2	15.15	12.0	2.478	0.632
07	5	9.5	10.0	9.75	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.621
08	1	9.6	9.5	9.55	15.5	15.4	15.45	20.0	4.270	1.091
08	2	9.5	9.7	9.60	15.4	15.4	15.40	11.0	2.254	0.572

Tratamiento	Especimen	Altura, h (cm)			Ancho, a (cm)			Carga, P		Mr <sup>b</sup> (MPa)
		I	II	Prom	I	II	Prom	psi	kN <sup>a</sup>	
08	3	9.4	9.7	9.55	15.1	15.1	15.10	16.0	3.374	0.882
08	4	9.4	9.7	9.55	15.0	15.1	15.05	14.0	2.926	0.767
08	5	9.4	9.2	9.30	15.0	14.9	14.95	17.0	3.598	1.002
09	1	9.9	9.6	9.75	15.0	15.2	15.10	11.0	2.254	0.565
09	2	9.1	9.5	9.30	15.6	15.2	15.40	11.0	2.254	0.609
09	3	9.7	10.0	9.85	14.9	15.1	15.00	10.0	2.030	0.502
09	4	10.0	9.7	9.85	15.2	15.2	15.20	8.0	1.582	0.386
09	5	9.8	9.6	9.70	15.2	15.1	15.15	8.0	1.582	0.400
10	1	9.1	9.5	9.30	14.7	15.2	14.95	14.0	2.926	0.815
10	2	9.1	9.4	9.25	15.4	15.1	15.25	11.0	2.254	0.622
10	3	10.0	10.0	10.00	15.0	15.1	15.05	12.0	2.478	0.593
10	4	9.0	9.0	9.00	15.0	15.5	15.25	13.0	2.702	0.787
10	5	9.5	9.6	9.55	15.0	14.9	14.95	17.0	3.598	0.950
11	1	9.4	10.0	9.70	15.5	15.2	15.35	12.0	2.478	0.618
11	2	10.0	9.8	9.90	15.5	15.0	15.25	12.0	2.478	0.597
11	3	9.3	9.5	9.40	15.0	15.0	15.00	14.0	2.926	0.795
11	4	10.0	9.9	9.95	15.5	15.0	15.25	12.0	2.478	0.591
11	5	9.7	9.6	9.65	15.6	15.3	15.45	10.0	2.030	0.508
12	1	10.0	9.9	9.95	15.1	15.3	15.20	11.0	2.254	0.539
12	2	10.0	9.9	9.95	15.2	15.0	15.10	11.0	2.254	0.543
12	3	10.2	9.6	9.90	15.2	15.4	15.30	12.0	2.478	0.595
12	4	9.6	9.6	9.60	15.2	15.5	15.35	11.0	2.254	0.574
12	5	9.8	10.0	9.90	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.603
13	1	9.5	10.0	9.75	15.3	15.2	15.25	10.0	2.030	0.504
13	2	9.9	9.7	9.80	15.0	15.0	15.00	7.0	1.358	0.339
13	3	9.6	10.0	9.80	14.9	15.4	15.15	10.0	2.030	0.502
13	4	9.8	10.1	9.95	15.1	15.1	15.10	11.0	2.254	0.543
13	5	9.9	9.2	9.55	15.0	15.3	15.15	8.0	1.582	0.412
14	1	9.5	9.7	9.60	15.2	15.3	15.25	21.0	4.494	1.151
14	2	9.7	9.8	9.75	15.1	15.2	15.15	17.0	3.598	0.899
14	3	10.0	10.0	10.00	15.0	15.1	15.05	16.0	3.374	0.807
14	4	9.9	9.6	9.75	15.2	15.2	15.20	17.0	3.598	0.896
14	5	9.9	10.0	9.95	14.9	15.1	15.00	17.0	3.598	0.872
15	1	10.1	9.8	9.95	15.1	14.9	15.00	10.0	2.030	0.492
15	2	10.0	9.8	9.90	15.0	15.2	15.10	11.0	2.254	0.548
15	3	9.7	9.7	9.70	14.9	15.1	15.00	11.0	2.254	0.575
15	4	10.0	9.8	9.90	15.3	14.9	15.10	13.0	2.702	0.657
15	5	9.9	9.6	9.75	14.9	15.2	15.05	10.0	2.030	0.511
16	1	10.1	10.0	10.05	14.9	15.3	15.10	4.0	0.686	0.162
16	2	10.0	10.0	10.00	15.0	15.2	15.10	8.0	1.582	0.377
16	3	10.0	10.1	10.05	15.0	15.2	15.10	7.0	1.358	0.321
16	4	10.0	10.0	10.00	15.0	15.1	15.05	7.0	1.358	0.325
16	5	10.0	10.0	10.00	15.0	15.1	15.05	8.0	1.582	0.378
17	1	9.3	9.5	9.40	15.1	15.5	15.30	20.0	4.270	1.137
17	2	10.4	9.9	10.15	14.9	15.0	14.95	17.0	3.598	0.841
17	3	9.6	9.5	9.55	15.5	15.0	15.25	16.0	3.374	0.873
17	4	9.3	9.0	9.15	15.0	15.2	15.10	12.0	2.478	0.706
17	5	9.9	9.9	9.90	15.0	15.0	15.00	11.0	2.254	0.552
18	1	10.0	10.0	10.00	15.4	15.1	15.25	14.0	2.926	0.691
18	2	10.1	10.0	10.05	15.5	15.2	15.35	12.0	2.478	0.575
18	3	9.8	10.0	9.90	15.2	15.4	15.30	14.0	2.926	0.702
18	4	10.0	10.1	10.05	15.1	15.4	15.25	12.0	2.478	0.579
18	5	9.8	9.8	9.80	15.2	15.2	15.20	12.0	2.478	0.611
19	1	10.0	9.9	9.95	15.3	15.4	15.35	16.0	3.374	0.799
19	2	9.8	10.2	10.00	15.5	15.1	15.30	10.0	2.030	0.478
19	3	10.1	10.1	10.10	15.4	15.2	15.30	11.0	2.254	0.520
19	4	9.5	9.9	9.70	15.0	15.4	15.20	11.0	2.254	0.567
19	5	10.0	10.0	10.00	15.4	15.0	15.20	10.0	2.030	0.481

Tratamiento	Especimen	Altura, h (cm)			Ancho, a (cm)			Carga, P		Mr <sup>b</sup> (MPa)
		I	II	Prom	I	II	Prom	psi	kN <sup>a</sup>	
20	1	10.0	9.6	9.80	15.4	15.3	15.35	14.0	2.926	0.715
20	2	9.7	9.9	9.80	15.3	15.2	15.25	13.0	2.702	0.664
20	3	9.1	9.3	9.20	15.4	15.3	15.35	11.0	2.254	0.625
20	4	9.9	9.7	9.80	15.4	15.2	15.30	14.0	2.926	0.717
20	5	9.5	9.7	9.60	15.3	15.5	15.40	16.0	3.374	0.856
21	1	9.1	9.5	9.30	15.2	15.4	15.30	12.0	2.478	0.674
21	2	9.6	9.5	9.55	15.0	15.4	15.20	13.0	2.702	0.702
21	3	9.2	9.5	9.35	15.2	15.2	15.20	12.0	2.478	0.671
21	4	9.5	9.6	9.55	15.5	15.2	15.35	11.0	2.254	0.580
21	5	10.0	9.9	9.95	15.4	15.2	15.30	12.0	2.478	0.589
22	1	9.5	9.8	9.65	15.3	15.5	15.40	11.0	2.254	0.566
22	2	9.6	10.0	9.80	15.2	15.5	15.35	12.0	2.478	0.605
22	3	9.8	10.0	9.90	15.2	15.3	15.25	8.0	1.582	0.381
22	4	10.0	9.5	9.75	15.5	15.4	15.45	11.0	2.254	0.552
22	5	9.7	10.0	9.85	15.5	15.3	15.40	12.0	2.478	0.597
23	1	9.5	9.5	9.50	15.5	15.5	15.50	16.0	3.374	0.868
23	2	9.8	9.8	9.80	15.3	15.3	15.30	13.0	2.702	0.662
23	3	9.6	9.6	9.60	15.3	15.3	15.30	18.0	3.822	0.976
23	4	9.8	9.8	9.80	15.1	15.1	15.10	18.0	3.822	0.949
23	5	9.8	9.9	9.85	15.4	15.0	15.20	16.0	3.374	0.824
24	1	9.7	9.5	9.60	15.2	15.0	15.10	13.0	2.702	0.699
24	2	9.9	9.7	9.80	14.9	15.1	15.00	13.0	2.702	0.675
24	3	9.6	9.9	9.75	14.8	15.3	15.05	13.0	2.702	0.680
24	4	9.4	9.5	9.45	15.0	15.3	15.15	16.0	3.374	0.898
24	5	10.0	9.7	9.85	15.0	15.3	15.15	14.0	2.926	0.717
25	1	10.0	10.1	10.05	15.0	15.1	15.05	10.0	2.030	0.481
25	2	10.1	10.0	10.05	14.5	15.0	14.75	12.0	2.478	0.599
25	3	10.0	10.1	10.05	14.8	15.2	15.00	12.0	2.478	0.589
25	4	10.1	10.3	10.20	14.8	15.1	14.95	10.0	2.030	0.470
25	5	10.0	10.1	10.05	14.9	15.2	15.05	16.0	3.374	0.799

Nota: <sup>a</sup> Carga  $P(kN) = 0.224P(psi) - 0.21$  (ecuación de calibración de la máquina de ensayo). <sup>b</sup>  $M_r = \frac{3PL_s}{2ah^2}$ , donde  $L_s = 24cm$ .

Anexo 13.

Reporte de ensayos de laboratorio del desgaste por humedecido y secado.





**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-01-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	16-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00	1799.12	1773.43	1796.21	1872.95	1831.47
01	1650.28	1924.02	1830.26	1847.36	1868.25
02	1962.25	1792.82	1907.44	1931.37	1875.48
03	1796.42	1817.98	1811.53	1812.98	1726.87

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 1	00 - 2	00 - 3
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 3	01 - 4	01 - 5

**Horno de secado**

00 - 1	00 - 2	00 - 3
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 2	01 - 3	01 - 4
01 - 5	02 - 1	02 - 2
02 - 3	02 - 4	02 - 5
03 - 1	03 - 2	03 - 3
03 - 4		03 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02 - 1	02 - 2	02 - 3
02 - 4	02 - 5	03 - 1
03 - 3	03 - 4	03 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	17-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00	1216.01	1353.66	1190.34	1557.72	1422.15
01	1370.47	1120.00	1360.65	1680.29	1308.79
02	1706.19	1332.55	1661.09	1693.25	1545.60
03	1731.74	1751.04	1741.28	1730.15	1664.49

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 1	00 - 2	00 - 3
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 3	01 - 4	01 - 5

**Horno de secado**

00 - 1	00 - 2	00 - 3
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 2	01 - 3	01 - 4
01 - 5	02 - 1	02 - 2
02 - 3	02 - 4	02 - 5
03 - 1	03 - 2	03 - 3
03 - 4		03 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02 - 1	02 - 2	02 - 3
02 - 4	02 - 5	03 - 1
03 - 3	03 - 4	03 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	18-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
00	268.09	~	~	612.70	560.63
01	596.40	418.03	516.43	1148.38	~
02	1183.28	444.77	1333.21	1177.07	1025.03
03	1677.46	1705.55	1686.47	1695.89	1623.70

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 1	[-]	[-]
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 3	01 - 4	[-]

**Horno de secado**

00 - 1	[-]	[-]
00 - 4	00 - 5	01 - 1
01 - 2	01 - 3	01 - 4
[-]	02 - 1	02 - 2
02 - 3	02 - 4	02 - 5
03 - 1	03 - 2	03 - 3
03 - 4		03 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02 - 1	02 - 2	02 - 3
02 - 4	02 - 5	03 - 1
03 - 3	03 - 4	03 - 5

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**DHS-01-b**

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	20-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00	~	~	~	~	~
01	244.43	168.58	118.47	216.22	~
02	192.65	~	1053.00	899.67	366.75
03	1510.25	1603.58	1596.17	1578.02	1520.05

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	01 - 1	01 - 2
01 - 3	01 - 4	[-]	

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	01 - 1
01 - 2	01 - 3	01 - 4
[-]	02 - 1	[-]
02 - 3	02 - 4	02 - 5
03 - 1	03 - 2	03 - 3
03 - 4		03 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02 - 1	[-]	02 - 3
02 - 4	02 - 5	03 - 1
03 - 3	03 - 4	03 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	21-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00	~	~	~	~	~
01	~	~	~	~	~
02	~	~	648.76	68.87	~
03	1432.64	1521.46	1544.52	1481.71	1458.26

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

**Horno de secado**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
02 - 3	02 - 4	[-]
03 - 1	03 - 2	03 - 3
03 - 4		03 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

02 - 4	[-]	02 - 3
03 - 3	03 - 4	03 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	23-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00	~	~	~	~	~
01	~	~	~	~	~
02	~	~	~	~	~
03	602.39	1242.36	1346.60	1101.35	858.37

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
00	~	~	~	~	~
01	~	~	~	~	~
02	~	~	~	~	~
03	402.64	1146.70	1343.80	1108.05	723.39

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-02-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	23-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04	1879.73	1797.15	1886.48	1765.08	1960.62
05	1980.80	1915.35	1770.64	1923.68	1892.57
06	1696.83	1702.30	1655.47	1711.81	1841.73
07	1703.36	1842.90	1636.60	1826.68	1591.18

**Bandeja de humedecido 01**

04 - 1	04 - 2	04 - 3	
04 - 4	04 - 5	05 - 1	05 - 2
05 - 3	05 - 4	05 - 5	

**Horno de secado**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	04 - 5	05 - 1
05 - 2	05 - 3	05 - 4
05 - 5	06 - 1	06 - 2
06 - 3	06 - 4	06 - 5
07 - 1	07 - 2	07 - 3
07 - 4		07 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

06 - 1	06 - 2	06 - 3	
06 - 4	06 - 5	07 - 1	07 - 2
07 - 3	07 - 4	07 - 5	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	24-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04	1845.80	1772.93	1857.80	1742.97	1437.41
05	1878.39	1828.71	1683.41	1839.75	1822.00
06	1657.12	1666.71	1612.10	1663.43	1800.40
07	1666.63	1807.25	1604.56	1791.35	1551.90

**Bandeja de humedecido 01**

04 - 1	04 - 2	04 - 3	
04 - 4	04 - 5	05 - 1	05 - 2
05 - 3	05 - 4	05 - 5	

**Horno de secado**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	04 - 5	05 - 1
05 - 2	05 - 3	05 - 4
05 - 5	06 - 1	06 - 2
06 - 3	06 - 4	06 - 5
07 - 1	07 - 2	07 - 3
07 - 4		07 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

06 - 1	06 - 2	06 - 3	
06 - 4	06 - 5	07 - 1	07 - 2
07 - 3	07 - 4	07 - 5	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	25-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
04	1837.57	1764.26	1851.03	1738.65	450.41
05	1728.71	1685.61	1566.92	1719.41	1707.62
06	1630.53	1641.50	1584.13	1633.73	1773.57
07	1642.40	1779.39	1588.64	1788.13	1126.88

**Bandeja de humedecido 01**

04 - 1	04 - 2	04 - 3	
04 - 4	04 - 5	05 - 1	05 - 2
05 - 3	05 - 4	05 - 5	

**Horno de secado**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	04 - 5	05 - 1
05 - 2	05 - 3	05 - 4
05 - 5	06 - 1	06 - 2
06 - 3	06 - 4	06 - 5
07 - 1	07 - 2	07 - 3
07 - 4		07 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

06 - 1	06 - 2	06 - 3	
06 - 4	06 - 5	07 - 1	07 - 2
07 - 3	07 - 4	07 - 5	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-02-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	26-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04	1831.00	1758.51	1844.74	1735.20	~
05	1610.72	1559.85	1430.34	1594.39	1525.62
06	1602.92	1621.96	1558.62	1604.16	1739.37
07	1572.91	1769.87	1560.42	1762.14	899.77

**Bandeja de humedecido 01**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	[-]	05 - 1
05 - 3	05 - 4	05 - 5

**Horno de secado**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	[-]	05 - 1
05 - 2	05 - 3	05 - 4
05 - 5	06 - 1	06 - 2
06 - 3	06 - 4	06 - 5
07 - 1	07 - 2	07 - 3
07 - 4		07 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

06 - 1	06 - 2	06 - 3
06 - 4	06 - 5	07 - 1
07 - 3	07 - 4	07 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	27-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04	1826.58	1750.62	1840.08	1730.90	~
05	1489.02	1422.65	1245.79	1464.38	1356.30
06	1573.15	1588.65	1531.84	1577.98	1710.36
07	1425.92	1693.28	1428.36	1703.48	390.27

**Bandeja de humedecido 01**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	[-]	05 - 1
05 - 3	05 - 4	05 - 5

**Horno de secado**

04 - 1	04 - 2	04 - 3
04 - 4	[-]	05 - 1
05 - 2	05 - 3	05 - 4
05 - 5	06 - 1	06 - 2
06 - 3	06 - 4	06 - 5
07 - 1	07 - 2	07 - 3
07 - 4		07 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

06 - 1	06 - 2	06 - 3
06 - 4	06 - 5	07 - 1
07 - 3	07 - 4	07 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	28-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04	1818.42	1736.83	1832.13	1722.68	~
05	1388.62	1291.77	1069.74	1296.50	1138.69
06	1544.05	1537.34	1504.04	1550.84	1646.69
07	1181.87	1598.46	989.48	1604.17	265.72

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>
--------------------------	----------	--------------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
04	1837.83	1755.63	1850.73	1742.19	~
05	1400.91	1305.81	1077.93	1309.60	1151.62
06	1559.94	1553.67	1520.55	1568.01	1663.75
07	956.94	654.74	1123.16	1508.86	~

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-03-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	30-Setiembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
08	1777.95	1689.34	1706.38	1802.71	1730.40
09	1653.70	1643.29	1723.06	1682.37	1642.44
10	1811.70	1944.03	1843.09	1818.76	1846.05
11	1680.32	1664.53	1613.80	1801.04	1806.21

**Bandeja de humedecido 01**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 3	09 - 4	09 - 5

**Horno de secado**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 2	09 - 3	09 - 4
09 - 5	10 - 1	10 - 2
10 - 3	10 - 4	10 - 5
11 - 1	11 - 2	11 - 3
11 - 4		11 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

10 - 1	10 - 2	10 - 3
10 - 4	10 - 5	11 - 1
11 - 3	11 - 4	11 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	01-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
08	1737.76	1651.28	1666.57	1762.26	1694.91
09	1629.85	1618.95	1698.72	1658.19	1619.34
10	1659.77	1874.48	1726.32	1236.76	1729.32
11	1647.46	1627.17	1578.32	1762.32	1744.09

**Bandeja de humedecido 01**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 3	09 - 4	09 - 5

**Horno de secado**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 2	09 - 3	09 - 4
09 - 5	10 - 1	10 - 2
10 - 3	10 - 4	10 - 5
11 - 1	11 - 2	11 - 3
11 - 4		11 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

10 - 1	10 - 2	10 - 3
10 - 4	10 - 5	11 - 1
11 - 3	11 - 4	11 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	02-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
08	1723.79	1644.09	1656.25	1756.01	1685.06
09	1627.78	1617.85	1697.76	1656.98	1618.78
10	1505.36	1782.54	1564.82	566.45	1578.40
11	1636.74	1613.97	1566.25	1744.65	1712.44

**Bandeja de humedecido 01**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 3	09 - 4	09 - 5

**Horno de secado**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 2	09 - 3	09 - 4
09 - 5	10 - 1	10 - 2
10 - 3	10 - 4	10 - 5
11 - 1	11 - 2	11 - 3
11 - 4		11 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

10 - 1	10 - 2	10 - 3
10 - 4	10 - 5	11 - 1
11 - 3	11 - 4	11 - 5

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-03-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	03-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
08	1710.24	1640.44	1646.93	1755.74	1681.71
09	1631.38	1620.70	1700.34	1658.95	1626.77
10	1379.63	1673.46	1408.10	~	1256.04
11	1628.32	1596.64	1554.80	1738.43	1661.68

**Bandeja de humedecido 01**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 3	09 - 4	09 - 5

**Horno de secado**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 2	09 - 3	09 - 4
09 - 5	10 - 1	10 - 2
10 - 3	[-]	10 - 5
11 - 1	11 - 2	11 - 3
11 - 4		11 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

10 - 1	10 - 2	10 - 3
[-]	10 - 5	11 - 1
11 - 3	11 - 4	11 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	04-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
08	1675.03	1611.45	1616.74	1738.27	1659.24
09	1629.70	1619.41	1697.68	1657.44	1625.55
10	1250.75	1580.88	1244.84	~	885.66
11	1611.21	1575.74	1530.13	1718.74	1609.45

**Bandeja de humedecido 01**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 3	09 - 4	09 - 5

**Horno de secado**

08 - 1	08 - 2	08 - 3
08 - 4	08 - 5	09 - 1
09 - 2	09 - 3	09 - 4
09 - 5	10 - 1	10 - 2
10 - 3	[-]	10 - 5
11 - 1	11 - 2	11 - 3
11 - 4		11 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

10 - 1	10 - 2	10 - 3
[-]	10 - 5	11 - 1
11 - 3	11 - 4	11 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	05-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
08	1628.83	1594.54	1527.70	1722.87	1642.67
09	1626.76	1617.36	1695.62	1655.81	1623.09
10	1125.82	1492.29	1051.78	~	381.78
11	1588.04	1556.81	1508.02	1685.60	1567.32

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
08	1628.35	1601.35	1521.95	1738.36	1657.33
09	1645.79	1636.90	1715.49	1675.60	1637.63
10	1137.30	1508.27	1064.04	~	188.68
11	1602.31	1572.98	1520.50	1700.73	1583.77

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-04-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	05-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
12	1651.80	1742.42	1814.11	1829.19	1667.84
13	1712.41	1747.49	1799.62	1737.55	1684.70
14	1839.78	1686.82	1763.95	1718.75	1766.83
15	1713.17	1752.49	1768.89	1684.70	1794.63

**Bandeja de humedecido 01**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 3	13 - 4	13 - 5

**Horno de secado**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 2	13 - 3	13 - 4
13 - 5	14 - 1	14 - 2
14 - 3	14 - 4	14 - 5
15 - 1	15 - 2	15 - 3
15 - 4		15 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

14 - 1	14 - 2	14 - 3
14 - 4	14 - 5	15 - 1
15 - 3	15 - 4	15 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	07-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
12	1590.33	1681.32	1748.70	1762.43	1604.80
13	1644.60	1679.61	1728.58	1666.72	1617.32
14	1783.50	1631.94	1703.17	1668.12	1705.64
15	1673.54	1704.76	1718.27	1636.51	1742.89

**Bandeja de humedecido 01**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 3	13 - 4	13 - 5

**Horno de secado**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 2	13 - 3	13 - 4
13 - 5	14 - 1	14 - 2
14 - 3	14 - 4	14 - 5
15 - 1	15 - 2	15 - 3
15 - 4		15 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

14 - 1	14 - 2	14 - 3
14 - 4	14 - 5	15 - 1
15 - 3	15 - 4	15 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	09-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
12	1576.09	1743.68	1813.07	1833.72	1679.99
13	1670.08	1747.22	1812.61	1762.15	1706.85
14	1875.27	1695.15	1775.56	1757.95	1778.72
15	1720.06	1763.76	1773.92	1668.08	1771.93

**Bandeja de humedecido 01**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 3	13 - 4	13 - 5

**Horno de secado**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 2	13 - 3	13 - 4
13 - 5	14 - 1	14 - 2
14 - 3	14 - 4	14 - 5
15 - 1	15 - 2	15 - 3
15 - 4		15 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

14 - 1	14 - 2	14 - 3
14 - 4	14 - 5	15 - 1
15 - 3	15 - 4	15 - 5

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
**DHS-04-b**

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	10-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
12	1439.17	1706.40	1805.75	1796.08	1634.76
13	471.18	1477.07	453.02	478.54	1542.07
14	1805.66	1665.21	1749.63	1694.39	1744.69
15	1693.35	1728.76	1737.50	1656.38	1763.88

**Bandeja de humedecido 01**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 3	13 - 4	13 - 5

**Horno de secado**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	13 - 1
13 - 2	13 - 3	13 - 4
13 - 5	14 - 1	14 - 2
14 - 3	14 - 4	14 - 5
15 - 1	15 - 2	15 - 3
15 - 4		15 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

14 - 1	14 - 2	14 - 3
14 - 4	14 - 5	15 - 1
15 - 3	15 - 4	15 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	11-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
12	699.22	236.14	1705.82	613.85	1204.45
13	~	1430.25	294.68	~	571.60
14	747.07	503.74	1760.57	521.05	907.16
15	1715.58	1739.61	1744.65	1675.53	1776.06

**Bandeja de humedecido 01**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	[-]
13 - 3	[-]	13 - 5

**Horno de secado**

12 - 1	12 - 2	12 - 3
12 - 4	12 - 5	[-]
13 - 2	13 - 3	[-]
13 - 5	14 - 1	14 - 2
14 - 3	14 - 4	14 - 5
15 - 1	15 - 2	15 - 3
15 - 4		15 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

14 - 1	14 - 2	14 - 3
14 - 4	14 - 5	15 - 1
15 - 3	15 - 4	15 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	14-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
12	252.92	~	718.39	~	~
13	~	1001.98	236.00	~	182.55
14	703.88	474.82	1663.93	477.46	530.76
15	1671.05	1703.10	1715.78	1635.98	1738.75

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
12	137.06	~	517.70	~	~
13	~	264.83	226.03	~	125.81
14	559.81	468.32	1584.68	472.38	528.14
15	1690.36	1728.56	1742.43	1661.42	1764.84



**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-05-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	14-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
16	1770.06	1809.48	1853.14	1826.35	1795.58
17	1854.60	1830.24	1844.76	1938.28	1870.21
18	1790.92	1702.61	1787.03	1853.73	1718.65
19	1742.88	1785.95	1796.59	1739.12	1795.63

**Bandeja de humedecido 01**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 3	17 - 4	17 - 5

**Horno de secado**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 2	17 - 3	17 - 4
17 - 5	18 - 1	18 - 2
18 - 3	18 - 4	18 - 5
19 - 1	19 - 2	19 - 3
19 - 4		19 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

18 - 1	18 - 2	18 - 3
18 - 4	18 - 5	19 - 1
19 - 3	19 - 4	19 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	15-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
16	1748.31	1789.54	1829.82	1806.50	1780.12
17	1777.33	1715.18	1705.85	1854.28	1779.93
18	1761.10	1669.15	1754.70	1827.27	1690.62
19	1708.67	1733.05	1756.92	1692.55	1751.05

**Bandeja de humedecido 01**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 3	17 - 4	17 - 5

**Horno de secado**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 2	17 - 3	17 - 4
17 - 5	18 - 1	18 - 2
18 - 3	18 - 4	18 - 5
19 - 1	19 - 2	19 - 3
19 - 4		19 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

18 - 1	18 - 2	18 - 3
18 - 4	18 - 5	19 - 1
19 - 3	19 - 4	19 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	16-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
16	1747.37	1790.43	1835.08	1805.64	1780.23
17	1675.47	1564.57	1555.25	1727.61	1685.95
18	1757.25	1663.68	1751.89	1830.04	1687.21
19	1708.94	1735.55	1756.63	1687.56	1749.74

**Bandeja de humedecido 01**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 3	17 - 4	17 - 5

**Horno de secado**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 2	17 - 3	17 - 4
17 - 5	18 - 1	18 - 2
18 - 3	18 - 4	18 - 5
19 - 1	19 - 2	19 - 3
19 - 4		19 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

18 - 1	18 - 2	18 - 3
18 - 4	18 - 5	19 - 1
19 - 3	19 - 4	19 - 5

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-05-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	17-October-2019

Masa, m (g)	Espécimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
16	1745.74	1786.10	1827.33	1802.62	1773.71
17	1587.93	1407.08	1482.25	1631.43	1617.10
18	1736.00	1650.48	1739.37	1812.33	1677.27
19	1704.47	1724.83	1751.17	1678.00	1742.51

**Bandeja de humedecido 01**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 3	17 - 4	17 - 5

**Horno de secado**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 2	17 - 3	17 - 4
17 - 5	18 - 1	18 - 2
18 - 3	18 - 4	18 - 5
19 - 1	19 - 2	19 - 3
19 - 4		19 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

18 - 1	18 - 2	18 - 3
18 - 4	18 - 5	19 - 1
19 - 3	19 - 4	19 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	18-October-2019

Masa, m (g)	Espécimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
16	1745.73	1785.91	1827.16	1802.96	1773.73
17	1449.45	1225.26	1389.47	1525.80	1537.60
18	1720.90	1636.70	1730.09	1804.72	1667.90
19	1700.72	1719.11	1748.55	1668.46	1736.93

**Bandeja de humedecido 01**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 3	17 - 4	17 - 5

**Horno de secado**

16 - 1	16 - 2	16 - 3
16 - 4	16 - 5	17 - 1
17 - 2	17 - 3	17 - 4
17 - 5	18 - 1	18 - 2
18 - 3	18 - 4	18 - 5
19 - 1	19 - 2	19 - 3
19 - 4		19 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

18 - 1	18 - 2	18 - 3
18 - 4	18 - 5	19 - 1
19 - 3	19 - 4	19 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	19-October-2019

Masa, m (g)	Espécimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
16	1746.05	1786.52	1827.31	1803.59	1774.18
17	1232.96	1065.34	1286.13	1322.85	1428.52
18	1704.40	1624.61	1717.97	1794.73	1665.83
19	1699.85	1712.73	1749.33	1631.09	1713.77

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Espécimen				
	Tratamiento	1	2	3	4
16	1765.50	1806.25	1847.61	1823.51	1792.60
17	1244.58	1075.82	1299.88	1336.78	1443.47
18	1721.44	1639.01	1735.32	1811.87	1676.58
19	1715.37	1728.82	1762.79	1644.91	1724.35

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-06-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	21-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
<b>20</b>	1711.31	1494.89	1635.14	1725.52	1608.93
<b>21</b>	1780.66	1599.77	1569.03	1682.86	1623.41
<b>22</b>	1819.35	1537.66	1816.61	1762.46	1729.62
<b>23</b>	1873.37	1856.97	1833.74	1746.54	1737.02

**Bandeja de humedecido 01**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 3	21 - 4	21 - 5

**Horno de secado**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 2	21 - 3	21 - 4
21 - 5	22 - 1	22 - 2
22 - 3	22 - 4	22 - 5
23 - 1	23 - 2	23 - 3
23 - 4		23 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

22 - 1	22 - 2	22 - 3
22 - 4	22 - 5	23 - 1
23 - 3	23 - 4	23 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	22-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
<b>20</b>	1668.82	1456.00	1591.92	1684.15	1572.54
<b>21</b>	1735.44	1558.03	1529.06	1640.44	1584.10
<b>22</b>	1779.55	1498.64	1773.23	1729.33	1691.35
<b>23</b>	1832.84	1818.33	1793.04	1700.94	1690.35

**Bandeja de humedecido 01**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 3	21 - 4	21 - 5

**Horno de secado**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 2	21 - 3	21 - 4
21 - 5	22 - 1	22 - 2
22 - 3	22 - 4	22 - 5
23 - 1	23 - 2	23 - 3
23 - 4		23 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

22 - 1	22 - 2	22 - 3
22 - 4	22 - 5	23 - 1
23 - 3	23 - 4	23 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	23-Octubre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
<b>20</b>	1667.04	1454.27	1588.26	1682.70	1571.96
<b>21</b>	1733.04	1556.51	1528.95	1638.91	1585.46
<b>22</b>	1787.08	1500.68	1774.01	1734.03	1691.56
<b>23</b>	1832.48	1819.43	1790.76	1699.68	1688.56

**Bandeja de humedecido 01**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 3	21 - 4	21 - 5

**Horno de secado**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 2	21 - 3	21 - 4
21 - 5	22 - 1	22 - 2
22 - 3	22 - 4	22 - 5
23 - 1	23 - 2	23 - 3
23 - 4		23 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

22 - 1	22 - 2	22 - 3
22 - 4	22 - 5	23 - 1
23 - 3	23 - 4	23 - 5

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-06-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	24-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
20	1662.17	1451.19	1584.15	1679.53	1569.49
21	1731.67	1553.48	1526.44	1637.20	1582.59
22	1780.49	1496.70	1769.72	1729.65	1686.76
23	1829.15	1814.69	1787.35	1697.95	1685.35

**Bandeja de humedecido 01**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 3	21 - 4	21 - 5

**Horno de secado**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 2	21 - 3	21 - 4
21 - 5	22 - 1	22 - 2
22 - 3	22 - 4	22 - 5
23 - 1	23 - 2	23 - 3
23 - 4		23 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

22 - 1	22 - 2	22 - 3
22 - 4	22 - 5	23 - 1
23 - 3	23 - 4	23 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	25-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
20	1648.94	1448.08	1579.55	1678.64	1569.09
21	1730.75	1553.29	1525.00	1636.10	1581.45
22	1781.91	1497.61	1769.30	1733.62	1688.65
23	1828.61	1814.30	1787.01	1697.88	1683.65

**Bandeja de humedecido 01**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 3	21 - 4	21 - 5

**Horno de secado**

20 - 1	20 - 2	20 - 3
20 - 4	20 - 5	21 - 1
21 - 2	21 - 3	21 - 4
21 - 5	22 - 1	22 - 2
22 - 3	22 - 4	22 - 5
23 - 1	23 - 2	23 - 3
23 - 4		23 - 5

**Bandeja de humedecido 02**

22 - 1	22 - 2	22 - 3
22 - 4	22 - 5	23 - 1
23 - 3	23 - 4	23 - 5

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	26-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
20	1610.17	1438.05	1571.23	1669.99	1565.14
21	1730.45	1552.62	1521.86	1633.05	1581.41
22	1781.38	1498.91	1771.38	1733.29	1692.93
23	1828.99	1814.22	1785.68	1698.80	1681.53

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
Tratamiento	1	2	3	4	5
20	1623.76	1450.68	1583.13	1685.69	1579.39
21	1745.84	1567.23	1535.50	1648.73	1595.75
22	1792.32	1507.27	1785.55	1742.68	1704.83
23	1846.73	1831.14	1802.97	1718.03	1697.74

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-07-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	28-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
24	1663.72	1668.96	1689.90	1619.44	1585.16
25	1729.46	1759.34	1758.79	1875.01	1790.99
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 3	25 - 4	25 - 5

**Horno de secado**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 2	25 - 3	25 - 4
25 - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	29-October-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
24	1623.38	1628.61	1657.20	1581.93	1549.33
25	1703.64	1733.23	1731.67	1845.66	1763.70
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 3	25 - 4	25 - 5

**Horno de secado**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 2	25 - 3	25 - 4
25 - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	06-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
24	1626.21	1631.28	1660.13	1584.57	1551.86
25	1705.94	1735.55	1733.84	1847.82	1765.48
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 3	25 - 4	25 - 5

**Horno de secado**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 2	25 - 3	25 - 4
25 - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-07-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	07-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
24	1625.43	1630.55	1659.38	1583.95	1551.18
25	1705.51	1734.93	1733.33	1847.35	1765.13
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 3	25 - 4	25 - 5

**Horno de secado**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 2	25 - 3	25 - 4
25 - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	08-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
24	1625.30	1630.18	1659.13	1584.15	1551.16
25	1704.93	1734.26	1732.99	1847.29	1764.95
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**Bandeja de humedecido 01**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 3	25 - 4	25 - 5

**Horno de secado**

24 - 1	24 - 2	24 - 3
24 - 4	24 - 5	25 - 1
25 - 2	25 - 3	25 - 4
25 - 5	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]		[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	09-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
24	1625.03	1629.79	1658.80	1583.81	1550.51
25	1704.90	1734.31	1732.94	1846.77	1764.65
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	15-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen				
	1	2	3	4	5
Tratamiento					
24	1641.49	1645.58	1673.79	1598.32	1565.76
25	1720.98	1749.80	1748.85	1862.84	1781.04
~	~	~	~	~	~
~	~	~	~	~	~

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-08-a

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>0</b>	<b>Inicio</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
			Fecha de medición:	25-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>00</b>	1758.20	~
<b>01</b>	2135.60	~
<b>02</b>	1820.19	~
<b>03</b>	1803.31	~

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>04</b>	1773.47	~
<b>05</b>	1946.75	~
<b>07</b>	1878.39	~
<b>10</b>	1759.78	~

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 6	01 - 6	02 - 6		
03 - 6	04 - 6	05 - 6	07 - 6	
10 - 6	[-]	[-]		

**Horno de secado**

00 - 6	01 - 6	02 - 6
03 - 6	04 - 6	05 - 6
07 - 6	10 - 6	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]	
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>1</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	26-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>00</b>	1282.41	~
<b>01</b>	938.17	~
<b>02</b>	1541.46	~
<b>03</b>	1724.49	~

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>04</b>	1738.28	~
<b>05</b>	1889.71	~
<b>07</b>	1826.82	~
<b>10</b>	1714.60	~

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 6	01 - 6	02 - 6		
03 - 6	04 - 6	05 - 6	07 - 6	
10 - 6	[-]	[-]		

**Horno de secado**

00 - 6	01 - 6	02 - 6
03 - 6	04 - 6	05 - 6
07 - 6	10 - 6	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]	
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>2</b>	Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
		Fecha de medición:	27-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>00</b>	346.15	~
<b>01</b>	751.09	~
<b>02</b>	763.43	~
<b>03</b>	1329.67	~

Masa, m (g)	Especimen	
	6	7
<b>04</b>	1729.94	~
<b>05</b>	1852.33	~
<b>07</b>	1791.39	~
<b>10</b>	1698.42	~

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 6	01 - 6	02 - 6		
03 - 6	04 - 6	05 - 6	07 - 6	
10 - 6	[-]	[-]		

**Horno de secado**

00 - 6	01 - 6	02 - 6
03 - 6	04 - 6	05 - 6
07 - 6	10 - 6	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]	
[-]	[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-08-b

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>3</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	28-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
00	172.19	~
01	318.85	~
02	116.51	~
03	948.28	~

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
04	1727.94	~
05	1770.79	~
07	1650.31	~
10	1662.29	~

**Bandeja de humedecido 01**

00 - 6	01 - 6	02 - 6		
03 - 6	04 - 6	05 - 6	07 - 6	
10 - 6	[-]		[-]	

**Horno de secado**

00 - 6	01 - 6	02 - 6
03 - 6	04 - 6	05 - 6
07 - 6	10 - 6	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>4</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	29-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
00	~	~
01	110.98	~
02	~	~
03	731.67	~

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
04	1722.31	~
05	1342.75	~
07	1153.67	~
10	1578.06	~

**Bandeja de humedecido 01**

[-]	01 - 6	[-]		
03 - 6	04 - 6	05 - 6	07 - 6	
10 - 6	[-]		[-]	

**Horno de secado**

[-]	01 - 6	[-]
03 - 6	04 - 6	05 - 6
07 - 6	10 - 6	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]

**Bandeja de humedecido 02**

[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]
[-]	[-]	[-]	[-]

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>5</b>
--------------------------	----------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	30-Noviembre-2019

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
00	~	~
01	~	~
02	~	~
03	495.00	~

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
04	1718.83	~
05	842.30	~
07	523.57	~
10	1570.17	~

<b>CICLO DE MEDICION</b>	<b>6</b>	<b>Final</b>
--------------------------	----------	--------------

Responsable de medición:	Richard A. Depaz Blácido
Fecha de medición:	09-Diciembre-2019

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
00	~	~
01	~	~
02	~	~
03	447.01	~

Masa, m (g)	Especímen	
	6	7
Tratamiento		
04	1734.85	~
05	754.72	~
07	419.46	~
10	1578.55	~



**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-09-a

Ciclos de medición		Especimen					
Tratamiento	Masa, m (g)	1	2	3	4	5	6
<b>00</b>	Inicio	1799.12	1773.43	1796.21	1872.95	1831.47	1758.20
	1er Ciclo	1216.01	1353.66	1190.34	1557.72	1422.15	1282.41
	2do Ciclo	268.09	~	~	612.70	560.63	346.15
	3er Ciclo	~	~	~	~	~	172.19
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	~
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	~
	Final	~	~	~	~	~	~
<b>01</b>	Inicio	1650.28	1924.02	1830.26	1847.36	1868.25	2135.60
	1er Ciclo	1370.47	1120.00	1360.65	1680.29	1308.79	938.17
	2do Ciclo	596.40	418.03	516.43	1148.38	~	751.09
	3er Ciclo	244.43	168.58	118.47	216.22	~	318.85
	4to Ciclo	~	~	~	~	~	110.98
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	~
	Final	~	~	~	~	~	~
<b>02</b>	Inicio	1962.25	1792.82	1907.44	1931.37	1875.48	1820.19
	1er Ciclo	1706.19	1332.55	1661.09	1693.25	1545.60	1541.46
	2do Ciclo	1183.28	444.77	1333.21	1177.07	1025.03	763.43
	3er Ciclo	192.65	~	1053.00	899.67	366.75	116.51
	4to Ciclo	~	~	648.76	68.87	~	~
	5to Ciclo	~	~	~	~	~	~
	Final	~	~	~	~	~	~
<b>03</b>	Inicio	1796.42	1817.98	1811.53	1812.98	1726.87	1803.31
	1er Ciclo	1731.74	1751.04	1741.28	1730.15	1664.49	1724.49
	2do Ciclo	1677.46	1705.55	1686.47	1695.89	1623.70	1329.67
	3er Ciclo	1510.25	1603.58	1596.17	1578.02	1520.05	948.28
	4to Ciclo	1432.64	1521.46	1544.52	1481.71	1458.26	731.67
	5to Ciclo	602.39	1242.36	1346.60	1101.35	858.37	495.00
	Final	402.64	1146.70	1343.80	1108.05	723.39	447.01
<b>04</b>	Inicio	1879.73	1797.15	1886.48	1765.08	1960.62	1773.47
	1er Ciclo	1845.80	1772.93	1857.80	1742.97	1437.41	1738.28
	2do Ciclo	1837.57	1764.26	1851.03	1738.65	450.41	1729.94
	3er Ciclo	1831.00	1758.51	1844.74	1735.20	~	1727.94
	4to Ciclo	1826.58	1750.62	1840.08	1730.90	~	1722.31
	5to Ciclo	1818.42	1736.83	1832.13	1722.68	~	1718.83
	Final	1837.83	1755.63	1850.73	1742.19	~	1734.85
<b>05</b>	Inicio	1980.80	1915.35	1770.64	1923.68	1892.57	1946.75
	1er Ciclo	1878.39	1828.71	1683.41	1839.75	1822.00	1889.71
	2do Ciclo	1728.71	1685.61	1566.92	1719.41	1707.62	1852.33
	3er Ciclo	1610.72	1559.85	1430.34	1594.39	1525.62	1770.79
	4to Ciclo	1489.02	1422.65	1245.79	1464.38	1356.30	1342.75
	5to Ciclo	1388.62	1291.77	1069.74	1296.50	1138.69	842.30
	Final	1400.91	1305.81	1077.93	1309.60	1151.62	754.72
<b>06</b>	Inicio	1696.83	1702.30	1655.47	1711.81	1841.73	
	1er Ciclo	1657.12	1666.71	1612.10	1663.43	1800.40	
	2do Ciclo	1630.53	1641.50	1584.13	1633.73	1773.57	
	3er Ciclo	1602.92	1621.96	1558.62	1604.16	1739.37	
	4to Ciclo	1573.15	1588.65	1531.84	1577.98	1710.36	
	5to Ciclo	1544.05	1537.34	1504.04	1550.84	1646.69	
	Final	1559.94	1553.67	1520.55	1568.01	1663.75	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-09-b

Ciclos de medición		Especimen					
Tratamiento	Masa, m (g)	1	2	3	4	5	6
<b>07</b>	Inicio	1703.36	1842.90	1636.60	1826.68	1591.18	1878.39
	1er Ciclo	1666.63	1807.25	1604.56	1791.35	1551.90	1826.82
	2do Ciclo	1642.40	1779.39	1588.64	1788.13	1126.88	1791.39
	3er Ciclo	1572.91	1769.87	1560.42	1762.14	899.77	1650.31
	4to Ciclo	1425.92	1693.28	1428.36	1703.48	390.27	1153.67
	5to Ciclo	1181.87	1598.46	989.48	1604.17	265.72	523.57
	Final	956.94	654.74	1123.16	1508.86	~	419.46
<b>08</b>	Inicio	1777.95	1689.34	1706.38	1802.71	1730.40	
	1er Ciclo	1737.76	1651.28	1666.57	1762.26	1694.91	
	2do Ciclo	1723.79	1644.09	1656.25	1756.01	1685.06	
	3er Ciclo	1710.24	1640.44	1646.93	1755.74	1681.71	
	4to Ciclo	1675.03	1611.45	1616.74	1738.27	1659.24	
	5to Ciclo	1628.83	1594.54	1527.70	1722.87	1642.67	
	Final	1628.35	1601.35	1521.95	1738.36	1657.33	
<b>09</b>	Inicio	1653.70	1643.29	1723.06	1682.37	1642.44	
	1er Ciclo	1629.85	1618.95	1698.72	1658.19	1619.34	
	2do Ciclo	1627.78	1617.85	1697.76	1656.98	1618.78	
	3er Ciclo	1631.38	1620.70	1700.34	1658.95	1626.77	
	4to Ciclo	1629.70	1619.41	1697.68	1657.44	1625.55	
	5to Ciclo	1626.76	1617.36	1695.62	1655.81	1623.09	
	Final	1645.79	1636.90	1715.49	1675.60	1637.63	
<b>10</b>	Inicio	1811.70	1944.03	1843.09	1818.76	1846.05	1759.78
	1er Ciclo	1659.77	1874.48	1726.32	1236.76	1729.32	1714.60
	2do Ciclo	1505.36	1782.54	1564.82	566.45	1578.40	1698.42
	3er Ciclo	1379.63	1673.46	1408.10	~	1256.04	1662.29
	4to Ciclo	1250.75	1580.88	1244.84	~	885.66	1578.06
	5to Ciclo	1125.82	1492.29	1051.78	~	381.78	1570.17
	Final	1137.30	1508.27	1064.04	~	188.68	1578.55
<b>11</b>	Inicio	1680.32	1664.53	1613.80	1801.04	1806.21	
	1er Ciclo	1647.46	1627.17	1578.32	1762.32	1744.09	
	2do Ciclo	1636.74	1613.97	1566.25	1744.65	1712.44	
	3er Ciclo	1628.32	1596.64	1554.80	1738.43	1661.68	
	4to Ciclo	1611.21	1575.74	1530.13	1718.74	1609.45	
	5to Ciclo	1588.04	1556.81	1508.02	1685.60	1567.32	
	Final	1602.31	1572.98	1520.50	1700.73	1583.77	
<b>12</b>	Inicio	1651.80	1742.42	1814.11	1829.19	1667.84	
	1er Ciclo	1590.33	1681.32	1748.70	1762.43	1604.80	
	2do Ciclo	1576.09	1743.68	1813.07	1833.72	1679.99	
	3er Ciclo	1439.17	1706.40	1805.75	1796.08	1634.76	
	4to Ciclo	699.22	236.14	1705.82	613.85	1204.45	
	5to Ciclo	252.92	~	718.39	~	~	
	Final	137.06	~	517.70	~	~	
<b>13</b>	Inicio	1712.41	1747.49	1799.62	1737.55	1684.70	
	1er Ciclo	1644.60	1679.61	1728.58	1666.72	1617.32	
	2do Ciclo	1670.08	1747.22	1812.61	1762.15	1706.85	
	3er Ciclo	471.18	1477.07	453.02	478.54	1542.07	
	4to Ciclo	~	1430.25	294.68	~	571.60	
	5to Ciclo	~	1001.98	236.00	~	182.55	
	Final	~	264.83	226.03	~	125.81	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO - RESUMEN**

TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZ

Código :  
DHS-09-c

Ciclos de medición		Especimen					
Tratamiento	Masa, m (g)	1	2	3	4	5	6
<b>14</b>	Inicio	1839.78	1686.82	1763.95	1718.75	1766.83	
	1er Ciclo	1783.50	1631.94	1703.17	1668.12	1705.64	
	2do Ciclo	1875.27	1695.15	1775.56	1757.95	1778.72	
	3er Ciclo	1805.66	1665.21	1749.63	1694.39	1744.69	
	4to Ciclo	747.07	503.74	1760.57	521.05	907.16	
	5to Ciclo	703.88	474.82	1663.93	477.46	530.76	
	Final	559.81	468.32	1584.68	472.38	528.14	
<b>15</b>	Inicio	1713.17	1752.49	1768.89	1684.70	1794.63	
	1er Ciclo	1673.54	1704.76	1718.27	1636.51	1742.89	
	2do Ciclo	1720.06	1763.76	1773.92	1668.08	1771.93	
	3er Ciclo	1693.35	1728.76	1737.50	1656.38	1763.88	
	4to Ciclo	1715.58	1739.61	1744.65	1675.53	1776.06	
	5to Ciclo	1671.05	1703.10	1715.78	1635.98	1738.75	
	Final	1690.36	1728.56	1742.43	1661.42	1764.84	
<b>16</b>	Inicio	1770.06	1809.48	1853.14	1826.35	1795.58	
	1er Ciclo	1748.31	1789.54	1829.82	1806.50	1780.12	
	2do Ciclo	1747.37	1790.43	1835.08	1805.64	1780.23	
	3er Ciclo	1745.74	1786.10	1827.33	1802.62	1773.71	
	4to Ciclo	1745.73	1785.91	1827.16	1802.96	1773.73	
	5to Ciclo	1746.05	1786.52	1827.31	1803.59	1774.18	
	Final	1765.50	1806.25	1847.61	1823.51	1792.60	
<b>17</b>	Inicio	1854.60	1830.24	1844.76	1938.28	1870.21	
	1er Ciclo	1777.33	1715.18	1705.85	1854.28	1779.93	
	2do Ciclo	1675.47	1564.57	1555.25	1727.61	1685.95	
	3er Ciclo	1587.93	1407.08	1482.25	1631.43	1617.10	
	4to Ciclo	1449.45	1225.26	1389.47	1525.80	1537.60	
	5to Ciclo	1232.96	1065.34	1286.13	1322.85	1428.52	
	Final	1244.58	1075.82	1299.88	1336.78	1443.47	
<b>18</b>	Inicio	1790.92	1702.61	1787.03	1853.73	1718.65	
	1er Ciclo	1761.10	1669.15	1754.70	1827.27	1690.62	
	2do Ciclo	1757.25	1663.68	1751.89	1830.04	1687.21	
	3er Ciclo	1736.00	1650.48	1739.37	1812.33	1677.27	
	4to Ciclo	1720.90	1636.70	1730.09	1804.72	1667.90	
	5to Ciclo	1704.40	1624.61	1717.97	1794.73	1665.83	
	Final	1721.44	1639.01	1735.32	1811.87	1676.58	
<b>19</b>	Inicio	1742.88	1785.95	1796.59	1739.12	1795.63	
	1er Ciclo	1708.67	1733.05	1756.92	1692.55	1751.05	
	2do Ciclo	1708.94	1735.55	1756.63	1687.56	1749.74	
	3er Ciclo	1704.47	1724.83	1751.17	1678.00	1742.51	
	4to Ciclo	1700.72	1719.11	1748.55	1668.46	1736.93	
	5to Ciclo	1699.85	1712.73	1749.33	1631.09	1713.77	
	Final	1715.37	1728.82	1762.79	1644.91	1724.35	
<b>20</b>	Inicio	1711.31	1494.89	1635.14	1725.52	1608.93	
	1er Ciclo	1668.82	1456.00	1591.92	1684.15	1572.54	
	2do Ciclo	1667.04	1454.27	1588.26	1682.70	1571.96	
	3er Ciclo	1662.17	1451.19	1584.15	1679.53	1569.49	
	4to Ciclo	1648.94	1448.08	1579.55	1678.64	1569.09	
	5to Ciclo	1610.17	1438.05	1571.23	1669.99	1565.14	
	Final	1623.76	1450.68	1583.13	1685.69	1579.39	

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO DEL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO - RESUMEN**TESIS : INFLUENCIA EN EL MODULO DE ROTURA Y EL DESGASTE POR HUMEDECIDO Y SECADO DE LA  
UNIDAD DE ADOBE COMPACTADO CON INCLUSIÓN DE CAL Y YESO, HUARAZCódigo :  
DHS-09-d

Ciclos de medición		Espécimen					
Tratamiento	Masa, m (g)	1	2	3	4	5	6
<b>21</b>	Inicio	1780.66	1599.77	1569.03	1682.86	1623.41	
	1er Ciclo	1735.44	1558.03	1529.06	1640.44	1584.10	
	2do Ciclo	1733.04	1556.51	1528.95	1638.91	1585.46	
	3er Ciclo	1731.67	1553.48	1526.44	1637.20	1582.59	
	4to Ciclo	1730.75	1553.29	1525.00	1636.10	1581.45	
	5to Ciclo	1730.45	1552.62	1521.86	1633.05	1581.41	
	Final	1745.84	1567.23	1535.50	1648.73	1595.75	
<b>22</b>	Inicio	1819.35	1537.66	1816.61	1762.46	1729.62	
	1er Ciclo	1779.55	1498.64	1773.23	1729.33	1691.35	
	2do Ciclo	1787.08	1500.68	1774.01	1734.03	1691.56	
	3er Ciclo	1780.49	1496.70	1769.72	1729.65	1686.76	
	4to Ciclo	1781.91	1497.61	1769.30	1733.62	1688.65	
	5to Ciclo	1781.38	1498.91	1771.38	1733.29	1692.93	
	Final	1792.32	1507.27	1785.55	1742.68	1704.83	
<b>23</b>	Inicio	1873.37	1856.97	1833.74	1746.54	1737.02	
	1er Ciclo	1832.84	1818.33	1793.04	1700.94	1690.35	
	2do Ciclo	1832.48	1819.43	1790.76	1699.68	1688.56	
	3er Ciclo	1829.15	1814.69	1787.35	1697.95	1685.35	
	4to Ciclo	1828.61	1814.30	1787.01	1697.88	1683.65	
	5to Ciclo	1828.99	1814.22	1785.68	1698.80	1681.53	
	Final	1846.73	1831.14	1802.97	1718.03	1697.74	
<b>24</b>	Inicio	1663.72	1668.96	1689.90	1619.44	1585.16	
	1er Ciclo	1623.38	1628.61	1657.20	1581.93	1549.33	
	2do Ciclo	1626.21	1631.28	1660.13	1584.57	1551.86	
	3er Ciclo	1625.43	1630.55	1659.38	1583.95	1551.18	
	4to Ciclo	1625.30	1630.18	1659.13	1584.15	1551.16	
	5to Ciclo	1625.03	1629.79	1658.80	1583.81	1550.51	
	Final	1641.49	1645.58	1673.79	1598.32	1565.76	
<b>25</b>	Inicio	1729.46	1759.34	1758.79	1875.01	1790.99	
	1er Ciclo	1703.64	1733.23	1731.67	1845.66	1763.70	
	2do Ciclo	1705.94	1735.55	1733.84	1847.82	1765.48	
	3er Ciclo	1705.51	1734.93	1733.33	1847.35	1765.13	
	4to Ciclo	1704.93	1734.26	1732.99	1847.29	1764.95	
	5to Ciclo	1704.90	1734.31	1732.94	1846.77	1764.65	
	Final	1720.98	1749.80	1748.85	1862.84	1781.04	

Anexo 14.

Desgaste por humedecido y secado por espécimen y tratamiento.

Cuadro 10.

Cálculo del desgaste por humedecido y secado por espécimen.

Tratamiento	Especimen	Masa, m (g)						Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)							
		O	I	II	III	IV	V	VI	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
00	1	1799.12	1216.01	268.09	~	~	~	~	32.4	85.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
00	2	1773.43	1353.66	~	~	~	~	~	23.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
00	3	1796.21	1190.34	~	~	~	~	~	33.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
00	4	1872.95	1557.72	612.70	~	~	~	~	16.8	67.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
00	5	1831.47	1422.15	560.63	~	~	~	~	22.3	69.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
01	1	1650.28	1370.47	596.40	244.43	~	~	~	17.0	63.9	85.2	100.0	100.0	100.0	100.0
01	2	1924.02	1120.00	418.03	168.58	~	~	~	41.8	78.3	91.2	100.0	100.0	100.0	100.0
01	3	1830.26	1360.65	516.43	118.47	~	~	~	25.7	71.8	93.5	100.0	100.0	100.0	100.0
01	4	1847.36	1680.29	1148.38	216.22	~	~	~	9.0	37.8	88.3	100.0	100.0	100.0	100.0
01	5	1868.25	1308.79	~	~	~	~	~	29.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
02	1	1962.25	1706.19	1183.28	192.65	~	~	~	13.0	39.7	90.2	100.0	100.0	100.0	100.0
02	2	1792.82	1332.55	444.77	~	~	~	~	25.7	75.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
02	3	1907.44	1661.09	1333.21	1053.00	648.76	~	~	12.9	30.1	44.8	66.0	100.0	100.0	100.0
02	4	1931.37	1693.25	1177.07	899.67	68.87	~	~	12.3	39.1	53.4	96.4	100.0	100.0	100.0
02	5	1875.48	1545.60	1025.03	366.75	~	~	~	17.6	45.3	80.4	100.0	100.0	100.0	100.0
03	1	1796.42	1731.74	1677.46	1510.25	1432.64	602.39	402.64	3.6	6.6	15.9	20.3	66.5	77.6	65.2
03	2	1817.98	1751.04	1705.55	1603.58	1521.46	1242.36	1146.70	3.7	6.2	11.8	16.3	31.7	36.9	29.1
03	3	1811.53	1741.28	1686.47	1596.17	1544.52	1346.60	1343.80	3.9	6.9	11.9	14.7	25.7	25.8	22.7
03	4	1812.98	1730.15	1695.89	1578.02	1481.71	1101.35	1108.05	4.6	6.5	13.0	18.3	39.3	38.9	36.3
03	5	1726.87	1664.49	1623.70	1520.05	1458.26	858.37	723.39	3.6	6.0	12.0	15.6	50.3	58.1	48.4



Tratamiento	Especimen	Masa, m (g)						Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)							
		O	I	II	III	IV	V	VI	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
04	1	1879.73	1845.80	1837.57	1831.00	1826.58	1818.42	1837.83	1.8	2.2	2.6	2.8	3.3	2.2	1.5
04	2	1797.15	1772.93	1764.26	1758.51	1750.62	1736.83	1755.63	1.3	1.8	2.2	2.6	3.4	2.3	2.0
04	3	1886.48	1857.80	1851.03	1844.74	1840.08	1832.13	1850.73	1.5	1.9	2.2	2.5	2.9	1.9	1.4
04	4	1765.08	1742.97	1738.65	1735.20	1730.90	1722.68	1742.19	1.3	1.5	1.7	1.9	2.4	1.3	1.2
04	5	1960.62	1437.41	450.41	~	~	~	~	26.7	77.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
05	1	1980.80	1878.39	1728.71	1610.72	1489.02	1388.62	1400.91	5.2	12.7	18.7	24.8	29.9	29.3	26.1
05	2	1915.35	1828.71	1685.61	1559.85	1422.65	1291.77	1305.81	4.5	12.0	18.6	25.7	32.6	31.8	29.4
05	3	1770.64	1683.41	1566.92	1430.34	1245.79	1069.74	1077.93	4.9	11.5	19.2	29.6	39.6	39.1	36.5
05	4	1923.68	1839.75	1719.41	1594.39	1464.38	1296.50	1309.60	4.4	10.6	17.1	23.9	32.6	31.9	29.5
05	5	1892.57	1822.00	1707.62	1525.62	1356.30	1138.69	1151.62	3.7	9.8	19.4	28.3	39.8	39.2	37.5
06	1	1696.83	1657.12	1630.53	1602.92	1573.15	1544.05	1559.94	2.3	3.9	5.5	7.3	9.0	8.1	6.8
06	2	1702.30	1666.71	1641.50	1621.96	1588.65	1537.34	1553.67	2.1	3.6	4.7	6.7	9.7	8.7	7.8
06	3	1655.47	1612.10	1584.13	1558.62	1531.84	1504.04	1520.55	2.6	4.3	5.9	7.5	9.1	8.1	6.7
06	4	1711.81	1663.43	1633.73	1604.16	1577.98	1550.84	1568.01	2.8	4.6	6.3	7.8	9.4	8.4	6.8
06	5	1841.73	1800.40	1773.57	1739.37	1710.36	1646.69	1663.75	2.2	3.7	5.6	7.1	10.6	9.7	8.5
07	1	1703.36	1666.63	1642.40	1572.91	1425.92	1181.87	956.94	2.2	3.6	7.7	16.3	30.6	43.8	29.1
07	2	1842.90	1807.25	1779.39	1769.87	1693.28	1598.46	654.74	1.9	3.4	4.0	8.1	13.3	64.5	11.6
07	3	1636.60	1604.56	1588.64	1560.42	1428.36	989.48	1123.16	2.0	2.9	4.7	12.7	39.5	31.4	38.3
07	4	1826.68	1791.35	1788.13	1762.14	1703.48	1604.17	1508.86	1.9	2.1	3.5	6.7	12.2	17.4	10.4
07	5	1591.18	1551.90	1126.88	899.77	390.27	265.72	~	2.5	29.2	43.5	75.5	83.3	100.0	82.9
08	1	1777.95	1737.76	1723.79	1710.24	1675.03	1628.83	1628.35	2.3	3.0	3.8	5.8	8.4	8.4	6.3
08	2	1689.34	1651.28	1644.09	1640.44	1611.45	1594.54	1601.35	2.3	2.7	2.9	4.6	5.6	5.2	3.4
08	3	1706.38	1666.57	1656.25	1646.93	1616.74	1527.70	1521.95	2.3	2.9	3.5	5.3	10.5	10.8	8.3
08	4	1802.71	1762.26	1756.01	1755.74	1738.27	1722.87	1738.36	2.2	2.6	2.6	3.6	4.4	3.6	2.2
08	5	1730.40	1694.91	1685.06	1681.71	1659.24	1642.67	1657.33	2.1	2.6	2.8	4.1	5.1	4.2	3.1
09	1	1653.70	1629.85	1627.78	1631.38	1629.70	1626.76	1645.79	1.4	1.6	1.3	1.5	1.6	0.5	0.2
09	2	1643.29	1618.95	1617.85	1620.70	1619.41	1617.36	1636.90	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	0.4	0.1
09	3	1723.06	1698.72	1697.76	1700.34	1697.68	1695.62	1715.49	1.4	1.5	1.3	1.5	1.6	0.4	0.2
09	4	1682.37	1658.19	1656.98	1658.95	1657.44	1655.81	1675.60	1.4	1.5	1.4	1.5	1.6	0.4	0.1
09	5	1642.44	1619.34	1618.78	1626.77	1625.55	1623.09	1637.63	1.4	1.4	1.0	1.0	1.2	0.3	0.0
10	1	1811.70	1659.77	1505.36	1379.63	1250.75	1125.82	1137.30	8.4	16.9	23.8	31.0	37.9	37.2	32.2
10	2	1944.03	1874.48	1782.54	1673.46	1580.88	1492.29	1508.27	3.6	8.3	13.9	18.7	23.2	22.4	20.4
10	3	1843.09	1726.32	1564.82	1408.10	1244.84	1051.78	1064.04	6.3	15.1	23.6	32.5	42.9	42.3	39.1
10	4	1818.76	1236.76	566.45	~	~	~	~	32.0	68.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
10	5	1846.05	1729.32	1578.40	1256.04	885.66	381.78	188.68	6.3	14.5	32.0	52.0	79.3	89.8	77.9
11	1	1680.32	1647.46	1636.74	1628.32	1611.21	1588.04	1602.31	2.0	2.6	3.1	4.1	5.5	4.6	3.6
11	2	1664.53	1627.17	1613.97	1596.64	1575.74	1556.81	1572.98	2.2	3.0	4.1	5.3	6.5	5.5	4.3

Tratamiento	Especimen	Masa, m (g)						Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)							
		O	I	II	III	IV	V	VI	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
11	3	1613.80	1578.32	1566.25	1554.80	1530.13	1508.02	1520.50	2.2	2.9	3.7	5.2	6.6	5.8	4.5
11	4	1801.04	1762.32	1744.65	1738.43	1718.74	1685.60	1700.73	2.1	3.1	3.5	4.6	6.4	5.6	4.4
11	5	1806.21	1744.09	1712.44	1661.68	1609.45	1567.32	1583.77	3.4	5.2	8.0	10.9	13.2	12.3	10.1
12	1	1651.80	1590.33	1576.09	1439.17	699.22	252.92	137.06	3.7	4.6	12.9	57.7	84.7	91.7	84.1
12	2	1742.42	1681.32	1743.68	1706.40	236.14	~	~	3.5	0.0	2.1	86.4	100.0	100.0	100.0
12	3	1814.11	1748.70	1813.07	1805.75	1705.82	718.39	517.70	3.6	0.1	0.5	6.0	60.4	71.5	58.9
12	4	1829.19	1762.43	1833.72	1796.08	613.85	~	~	3.6	0.0	1.8	66.4	100.0	100.0	100.0
12	5	1667.84	1604.80	1679.99	1634.76	1204.45	~	~	3.8	0.0	2.0	27.8	100.0	100.0	100.0
13	1	1712.41	1644.60	1670.08	471.18	~	~	~	4.0	2.5	72.5	100.0	100.0	100.0	100.0
13	2	1747.49	1679.61	1747.22	1477.07	1430.25	1001.98	264.83	3.9	0.0	15.5	18.2	42.7	84.8	40.3
13	3	1799.62	1728.58	1812.61	453.02	294.68	236.00	226.03	3.9	0.0	74.8	83.6	86.9	87.4	86.3
13	4	1737.55	1666.72	1762.15	478.54	~	~	~	4.1	0.0	72.5	100.0	100.0	100.0	100.0
13	5	1684.70	1617.32	1706.85	1542.07	571.60	182.55	125.81	4.0	0.0	8.5	66.1	89.2	92.5	88.7
14	1	1839.78	1783.50	1875.27	1805.66	747.07	703.88	559.81	3.1	0.0	1.9	59.4	61.7	69.6	60.5
14	2	1686.82	1631.94	1695.15	1665.21	503.74	474.82	468.32	3.3	0.0	1.3	70.1	71.9	72.2	70.9
14	3	1763.95	1703.17	1775.56	1749.63	1760.57	1663.93	1584.68	3.4	0.0	0.8	0.2	5.7	10.2	2.3
14	4	1718.75	1668.12	1757.95	1694.39	521.05	477.46	472.38	2.9	0.0	1.4	69.7	72.2	72.5	71.4
14	5	1766.83	1705.64	1778.72	1744.69	907.16	530.76	528.14	3.5	0.0	1.3	48.7	70.0	70.1	68.9
15	1	1713.17	1673.54	1720.06	1693.35	1715.58	1671.05	1690.36	2.3	0.0	1.2	0.0	2.5	1.3	0.1
15	2	1752.49	1704.76	1763.76	1728.76	1739.61	1703.10	1728.56	2.7	0.0	1.4	0.7	2.8	1.4	0.1
15	3	1768.89	1718.27	1773.92	1737.50	1744.65	1715.78	1742.43	2.9	0.0	1.8	1.4	3.0	1.5	0.1
15	4	1684.70	1636.51	1668.08	1656.38	1675.53	1635.98	1661.42	2.9	1.0	1.7	0.5	2.9	1.4	0.0
15	5	1794.63	1742.89	1771.93	1763.88	1776.06	1738.75	1764.84	2.9	1.3	1.7	1.0	3.1	1.7	0.2
16	1	1770.06	1748.31	1747.37	1745.74	1745.73	1746.05	1765.50	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	0.3	0.1
16	2	1809.48	1789.54	1790.43	1786.10	1785.91	1786.52	1806.25	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	0.2	0.2
16	3	1853.14	1829.82	1835.08	1827.33	1827.16	1827.31	1847.61	1.3	1.0	1.4	1.4	1.4	0.3	0.1
16	4	1826.35	1806.50	1805.64	1802.62	1802.96	1803.59	1823.51	1.1	1.1	1.3	1.3	1.2	0.2	0.2
16	5	1795.58	1780.12	1780.23	1773.71	1773.73	1774.18	1792.60	0.9	0.9	1.2	1.2	1.2	0.2	0.3
17	1	1854.60	1777.33	1675.47	1587.93	1449.45	1232.96	1244.58	4.2	9.7	14.4	21.8	33.5	32.9	30.6
17	2	1830.24	1715.18	1564.57	1407.08	1225.26	1065.34	1075.82	6.3	14.5	23.1	33.1	41.8	41.2	37.9
17	3	1844.76	1705.85	1555.25	1482.25	1389.47	1286.13	1299.88	7.5	15.7	19.7	24.7	30.3	29.5	24.6
17	4	1938.28	1854.28	1727.61	1631.43	1525.80	1322.85	1336.78	4.3	10.9	15.8	21.3	31.8	31.0	28.7
17	5	1870.21	1779.93	1685.95	1617.10	1537.60	1428.52	1443.47	4.8	9.9	13.5	17.8	23.6	22.8	19.7
18	1	1790.92	1761.10	1757.25	1736.00	1720.90	1704.40	1721.44	1.7	1.9	3.1	3.9	4.8	3.9	3.2
18	2	1702.61	1669.15	1663.68	1650.48	1636.70	1624.61	1639.01	2.0	2.3	3.1	3.9	4.6	3.7	2.7
18	3	1787.03	1754.70	1751.89	1739.37	1730.09	1717.97	1735.32	1.8	2.0	2.7	3.2	3.9	2.9	2.1
18	4	1853.73	1827.27	1830.04	1812.33	1804.72	1794.73	1811.87	1.4	1.3	2.2	2.6	3.2	2.3	1.8

Tratamiento	Especimen	Masa, m (g)						Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)							
		O	I	II	III	IV	V	VI	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
18	5	1718.65	1690.62	1687.21	1677.27	1667.90	1665.83	1676.58	1.6	1.8	2.4	3.0	3.1	2.4	1.5
19	1	1742.88	1708.67	1708.94	1704.47	1700.72	1699.85	1715.37	2.0	1.9	2.2	2.4	2.5	1.6	0.5
19	2	1785.95	1733.05	1735.55	1724.83	1719.11	1712.73	1728.82	3.0	2.8	3.4	3.7	4.1	3.2	1.2
19	3	1796.59	1756.92	1756.63	1751.17	1748.55	1749.33	1762.79	2.2	2.2	2.5	2.7	2.6	1.9	0.4
19	4	1739.12	1692.55	1687.56	1678.00	1668.46	1631.09	1644.91	2.7	3.0	3.5	4.1	6.2	5.4	3.6
19	5	1795.63	1751.05	1749.74	1742.51	1736.93	1713.77	1724.35	2.5	2.6	3.0	3.3	4.6	4.0	2.1
20	1	1711.31	1668.82	1667.04	1662.17	1648.94	1610.17	1623.76	2.5	2.6	2.9	3.6	5.9	5.1	3.5
20	2	1494.89	1456.00	1454.27	1451.19	1448.08	1438.05	1450.68	2.6	2.7	2.9	3.1	3.8	3.0	1.2
20	3	1635.14	1591.92	1588.26	1584.15	1579.55	1571.23	1583.13	2.6	2.9	3.1	3.4	3.9	3.2	1.3
20	4	1725.52	1684.15	1682.70	1679.53	1678.64	1669.99	1685.69	2.4	2.5	2.7	2.7	3.2	2.3	0.8
20	5	1608.93	1572.54	1571.96	1569.49	1569.09	1565.14	1579.39	2.3	2.3	2.5	2.5	2.7	1.8	0.5
21	1	1780.66	1735.44	1733.04	1731.67	1730.75	1730.45	1745.84	2.5	2.7	2.8	2.8	2.8	2.0	0.3
21	2	1599.77	1558.03	1556.51	1553.48	1553.29	1552.62	1567.23	2.6	2.7	2.9	2.9	2.9	2.0	0.3
21	3	1569.03	1529.06	1528.95	1526.44	1525.00	1521.86	1535.50	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	2.1	0.5
21	4	1682.86	1640.44	1638.91	1637.20	1636.10	1633.05	1648.73	2.5	2.6	2.7	2.8	3.0	2.0	0.5
21	5	1623.41	1584.10	1585.46	1582.59	1581.45	1581.41	1595.75	2.4	2.3	2.5	2.6	2.6	1.7	0.2
22	1	1819.35	1779.55	1787.08	1780.49	1781.91	1781.38	1792.32	2.2	1.8	2.1	2.1	2.1	1.5	0.0
22	2	1537.66	1498.64	1500.68	1496.70	1497.61	1498.91	1507.27	2.5	2.4	2.7	2.6	2.5	2.0	0.0
22	3	1816.61	1773.23	1774.01	1769.72	1769.30	1771.38	1785.55	2.4	2.3	2.6	2.6	2.5	1.7	0.1
22	4	1762.46	1729.33	1734.03	1729.65	1733.62	1733.29	1742.68	1.9	1.6	1.9	1.6	1.7	1.1	0.0
22	5	1729.62	1691.35	1691.56	1686.76	1688.65	1692.93	1704.83	2.2	2.2	2.5	2.4	2.1	1.4	0.0
23	1	1873.37	1832.84	1832.48	1829.15	1828.61	1828.99	1846.73	2.2	2.2	2.4	2.4	2.4	1.4	0.2
23	2	1856.97	1818.33	1819.43	1814.69	1814.30	1814.22	1831.14	2.1	2.0	2.3	2.3	2.3	1.4	0.2
23	3	1833.74	1793.04	1790.76	1787.35	1787.01	1785.68	1802.97	2.2	2.3	2.5	2.5	2.6	1.7	0.4
23	4	1746.54	1700.94	1699.68	1697.95	1697.88	1698.80	1718.03	2.6	2.7	2.8	2.8	2.7	1.6	0.1
23	5	1737.02	1690.35	1688.56	1685.35	1683.65	1681.53	1697.74	2.7	2.8	3.0	3.1	3.2	2.3	0.5
24	1	1663.72	1623.38	1626.21	1625.43	1625.30	1625.03	1641.49	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	1.3	0.0
24	2	1668.96	1628.61	1631.28	1630.55	1630.18	1629.79	1645.58	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	1.4	0.0
24	3	1689.90	1657.20	1660.13	1659.38	1659.13	1658.80	1673.79	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.0	0.0
24	4	1619.44	1581.93	1584.57	1583.95	1584.15	1583.81	1598.32	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.3	0.0
24	5	1585.16	1549.33	1551.86	1551.18	1551.16	1550.51	1565.76	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	1.2	0.0
25	1	1729.46	1703.64	1705.94	1705.51	1704.93	1704.90	1720.98	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	0.5	0.0
25	2	1759.34	1733.23	1735.55	1734.93	1734.26	1734.31	1749.80	1.5	1.4	1.4	1.4	1.4	0.5	0.0
25	3	1758.79	1731.67	1733.84	1733.33	1732.99	1732.94	1748.85	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	0.6	0.0
25	4	1875.01	1845.66	1847.82	1847.35	1847.29	1846.77	1862.84	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	0.6	0.0
25	5	1790.99	1763.70	1765.48	1765.13	1764.95	1764.65	1781.04	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	0.6	0.0
00	6	1758.20	1282.41	346.15	172.19	~	~	~	27.1	80.3	90.2	100.0	100.0	100.0	100.0





Tratamiento	Especimen	Masa, m (g)						Desgaste por humedecido y secado, DHS (%)							
		O	I	II	III	IV	V	VI	i	ii	iii	iv	v	vi	vii
01	6	2135.60	938.17	751.09	318.85	110.98	~	~	56.1	64.8	85.1	94.8	100.0	100.0	100.0
02	6	1820.19	1541.46	763.43	116.51	~	~	~	15.3	58.1	93.6	100.0	100.0	100.0	100.0
03	6	1803.31	1724.49	1329.67	948.28	731.67	495.00	447.01	4.4	26.3	47.4	59.4	72.6	75.2	71.3
04	6	1773.47	1738.28	1729.94	1727.94	1722.31	1718.83	1734.85	2.0	2.5	2.6	2.9	3.1	2.2	1.1
05	6	1946.75	1889.71	1852.33	1770.79	1342.75	842.30	754.72	2.9	4.9	9.0	31.0	56.7	61.2	55.4
07	6	1878.39	1826.82	1791.39	1650.31	1153.67	523.57	419.46	2.7	4.6	12.1	38.6	72.1	77.7	71.3
10	6	1759.78	1714.60	1698.42	1662.29	1578.06	1570.17	1578.55	2.6	3.5	5.5	10.3	10.8	10.3	8.4

Nota:

$$DHS_j = 100 \frac{m_0 - m_k}{m_0}. \quad j = i, ii, iii, iv, v, vi \text{ correspondiente a } k = I, II, III, IV, V, VI. \quad DHS_{vii} = 100 \frac{m_I - m_V}{m_I}.$$



Anexo 15.

Medias, desviación estándar muestral e intervalos de confianza por variable.

Cuadro 11.

Altura por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Altura, h (cm)	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	9.45	9.38	9.63	9.58	9.73	9.554	0.140	0.174
01 <sup>b</sup>	10.00	9.55	9.25	9.20	9.75	9.550	0.337	0.419
02	9.45	9.50	9.65	9.63	9.68	9.582	0.101	0.125
03	9.90	9.30	9.90	9.70	9.80	9.720	0.249	0.309
04	9.93	9.68	9.45	10.03	9.93	9.804	0.236	0.294
05	9.20	9.40	9.55	9.70	9.33	9.436	0.194	0.241
06	9.55	9.35	9.60	9.50	9.35	9.470	0.115	0.143
07	9.58	9.45	9.68	9.58	9.73	9.604	0.108	0.134
08	9.68	9.70	9.65	9.65	9.55	9.646	0.058	0.072
09	9.65	9.78	9.70	9.80	9.48	9.682	0.128	0.159
10	9.58	9.35	9.28	9.28	9.23	9.344	0.139	0.172
11	9.83	9.58	9.78	9.65	9.85	9.738	0.118	0.146
12	9.73	9.78	9.85	10.03	9.83	9.844	0.114	0.141
13	9.95	9.75	9.73	9.68	9.73	9.768	0.105	0.130
14	9.80	9.90	9.55	9.98	9.83	9.812	0.162	0.201
15	9.93	9.83	9.70	9.55	9.93	9.788	0.163	0.203
16	9.95	9.85	9.95	10.08	9.95	9.956	0.082	0.101
17	9.73	9.38	9.58	9.80	9.78	9.654	0.176	0.218
18	9.63	9.78	9.93	9.80	9.95	9.818	0.130	0.161
19	9.75	9.80	9.85	9.78	9.83	9.802	0.040	0.049
20	9.65	9.88	9.33	9.70	9.35	9.582	0.237	0.294
21	9.38	9.48	9.55	9.50	9.28	9.438	0.108	0.134
22	9.70	9.68	9.95	9.78	9.73	9.768	0.109	0.135
23	9.85	9.65	9.98	10.00	9.98	9.892	0.148	0.184
24	9.50	9.23	9.63	9.48	9.68	9.504	0.175	0.217
25	10.00	10.20	10.15	10.18	9.85	10.076	0.149	0.185

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00 : adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 12.

Ancho por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Ancho, a (cm)	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	14.58	14.75	14.83	14.73	14.63	14.704	0.099	0.123
01 <sup>b</sup>	14.93	14.98	14.95	14.95	14.98	14.958	0.022	0.027
02	14.88	14.90	15.00	14.95	14.90	14.926	0.049	0.061
03	15.08	15.08	15.03	15.13	15.10	15.084	0.037	0.045
04	15.08	15.13	15.08	15.05	15.10	15.088	0.030	0.037
05	15.03	15.05	14.98	14.98	15.00	15.008	0.031	0.039
06	15.18	15.03	15.05	15.05	15.03	15.068	0.063	0.079

Tratamiento	Especimen					Ancho, a (cm)	S	IC
	1	2	3	4	5			
07	15.13	15.15	15.15	15.18	15.15	15.152	0.018	0.022
08	15.05	15.18	15.10	15.25	15.13	15.142	0.077	0.095
09	15.13	15.08	15.05	15.05	15.13	15.088	0.040	0.050
10	15.08	15.05	14.95	14.98	15.03	15.018	0.053	0.065
11	15.10	15.13	15.13	15.10	15.23	15.138	0.054	0.067
12	15.20	15.35	15.25	15.28	15.33	15.282	0.061	0.075
13	15.13	15.20	15.08	15.15	15.20	15.152	0.051	0.063
14	15.25	15.08	15.20	15.00	15.08	15.122	0.101	0.126
15	15.05	14.95	14.98	15.18	15.00	15.032	0.090	0.112
16	15.05	14.98	15.10	15.08	15.13	15.068	0.057	0.071
17	14.85	14.95	14.93	14.90	14.93	14.912	0.039	0.048
18	15.08	15.18	15.08	15.23	15.18	15.150	0.067	0.083
19	15.13	15.20	15.25	15.30	15.25	15.226	0.064	0.080
20	15.25	15.33	15.25	15.23	15.23	15.258	0.042	0.052
21	15.23	15.35	15.30	15.23	15.25	15.272	0.052	0.065
22	15.23	15.35	15.35	15.33	15.30	15.312	0.050	0.062
23	15.03	15.23	15.20	15.18	15.15	15.158	0.077	0.096
24	14.90	15.10	15.10	15.18	15.13	15.082	0.107	0.133
25	15.03	15.18	15.03	15.13	15.13	15.100	0.067	0.083

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 13.

Largo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Largo, b (cm)	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	29.38	29.00	29.20	29.00	29.08	29.132	0.161	0.200
01 <sup>b</sup>	28.68	28.70	28.68	28.70	28.63	28.678	0.029	0.036
02	28.65	28.70	28.73	28.83	28.68	28.718	0.069	0.086
03	28.80	28.90	28.90	28.90	28.95	28.890	0.055	0.068
04	28.93	28.98	28.93	28.90	28.98	28.944	0.035	0.044
05	28.78	28.68	28.83	28.70	28.73	28.744	0.061	0.076
06	28.88	28.68	28.85	28.90	28.70	28.802	0.104	0.129
07	29.03	29.00	28.98	29.03	29.03	29.014	0.023	0.029
08	28.83	28.80	28.90	29.03	28.75	28.862	0.109	0.135
09	28.95	28.98	28.73	28.80	28.90	28.872	0.105	0.130
10	28.60	28.88	28.45	28.53	28.53	28.598	0.166	0.207
11	29.08	29.05	29.05	29.03	28.93	29.028	0.058	0.072
12	29.10	29.08	29.15	29.10	29.23	29.132	0.061	0.075
13	29.08	29.08	28.98	28.93	29.08	29.030	0.071	0.088
14	29.03	29.05	28.95	28.85	28.95	28.966	0.079	0.098
15	28.83	28.73	28.80	28.85	28.80	28.802	0.046	0.057
16	28.80	28.93	28.78	28.83	28.75	28.818	0.069	0.086
17	28.38	28.48	28.43	28.40	28.38	28.414	0.042	0.052
18	28.95	28.98	28.98	29.03	29.03	28.994	0.035	0.044
19	28.98	29.13	29.03	29.10	29.10	29.068	0.061	0.076
20	29.15	29.03	29.03	28.98	28.75	28.988	0.147	0.183
21	28.98	29.10	29.13	29.08	29.05	29.068	0.057	0.071
22	29.08	29.08	29.10	29.10	29.08	29.088	0.011	0.014
23	29.08	29.00	28.90	29.05	28.85	28.976	0.098	0.122
24	28.65	28.73	28.85	28.85	28.60	28.736	0.114	0.141
25	28.70	28.83	28.50	28.95	28.73	28.742	0.167	0.207

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 14.

Masa por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Masa, m (kg)	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	7.805	7.850	8.035	7.970	8.245	7.981	0.174	0.216
01 <sup>b</sup>	8.015	8.215	8.185	8.205	8.695	8.263	0.255	0.317
02	7.975	8.290	8.400	8.395	8.360	8.284	0.178	0.221
03	8.425	7.960	8.595	8.230	8.430	8.328	0.243	0.302
04	8.540	8.305	7.910	8.415	8.435	8.321	0.244	0.304
05	8.065	8.365	8.525	8.345	8.205	8.301	0.174	0.216
06	7.870	7.795	8.030	7.785	7.700	7.836	0.124	0.154
07	8.215	7.975	8.475	8.230	8.435	8.266	0.201	0.249
08	7.925	8.100	8.220	8.170	8.020	8.087	0.118	0.146
09	8.125	8.320	7.870	8.305	7.865	8.097	0.223	0.277
10	7.930	8.100	7.840	7.630	7.780	7.856	0.175	0.217
11	8.185	8.200	8.500	8.215	8.295	8.279	0.131	0.162
12	8.250	8.265	8.400	8.640	8.570	8.425	0.176	0.219
13	7.695	7.830	7.720	7.835	8.005	7.817	0.123	0.152
14	7.955	7.825	7.730	7.770	7.995	7.855	0.116	0.143
15	8.045	7.875	7.815	7.645	7.680	7.812	0.161	0.200
16	8.085	7.920	8.010	8.110	7.940	8.013	0.085	0.105
17	8.095	7.920	7.960	8.160	8.110	8.049	0.103	0.128
18	7.880	7.695	8.225	8.345	8.395	8.108	0.306	0.380
19	8.030	8.045	8.085	7.940	8.060	8.032	0.055	0.069
20	7.725	7.860	7.500	7.695	7.490	7.654	0.158	0.196
21	7.475	7.755	7.950	7.695	7.505	7.676	0.195	0.242
22	7.830	7.935	8.205	7.845	7.895	7.942	0.153	0.190
23	7.840	7.790	8.115	8.105	8.120	7.994	0.164	0.204
24	7.340	7.225	7.625	7.520	7.595	7.461	0.172	0.214
25	7.730	8.090	7.970	8.130	7.625	7.909	0.223	0.276

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 15.

Densidad por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Densidad, $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	1.928	1.956	1.927	1.948	1.992	1.950	0.027	0.033
01 <sup>b</sup>	1.872	2.001	2.064	2.079	2.079	2.019	0.088	0.110
02	1.980	2.041	2.020	2.023	2.021	2.017	0.022	0.028
03	1.959	1.964	1.999	1.940	1.968	1.966	0.021	0.026
04	1.971	1.957	1.919	1.929	1.941	1.943	0.021	0.026
05	2.027	2.062	2.067	2.001	2.041	2.040	0.027	0.033
06	1.880	1.934	1.926	1.884	1.909	1.907	0.024	0.030
07	1.952	1.921	1.994	1.949	1.971	1.957	0.027	0.034
08	1.887	1.910	1.952	1.912	1.931	1.918	0.024	0.030
09	1.922	1.947	1.876	1.955	1.897	1.919	0.033	0.041
10	1.919	1.993	1.986	1.924	1.966	1.958	0.035	0.043

Tratamiento	Especimen					Densidad, $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	S	IC
	1	2	3	4	5			
11	1.896	1.947	1.977	1.942	1.911	1.935	0.032	0.040
12	1.917	1.893	1.918	1.937	1.946	1.922	0.021	0.026
13	1.758	1.817	1.816	1.847	1.861	1.820	0.040	0.049
14	1.834	1.804	1.839	1.799	1.863	1.828	0.027	0.033
15	1.867	1.865	1.867	1.828	1.790	1.843	0.034	0.043
16	1.875	1.855	1.852	1.851	1.835	1.854	0.014	0.018
17	1.974	1.983	1.958	1.968	1.957	1.968	0.011	0.014
18	1.874	1.789	1.895	1.926	1.915	1.880	0.055	0.068
19	1.878	1.854	1.854	1.823	1.848	1.851	0.020	0.024
20	1.801	1.788	1.816	1.797	1.830	1.806	0.017	0.021
21	1.806	1.831	1.868	1.829	1.826	1.832	0.023	0.028
22	1.823	1.836	1.846	1.798	1.824	1.825	0.018	0.022
23	1.821	1.828	1.851	1.838	1.862	1.840	0.017	0.021
24	1.810	1.804	1.818	1.811	1.813	1.811	0.005	0.006
25	1.792	1.812	1.833	1.823	1.781	1.808	0.022	0.027

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 16.

Módulo de rotura por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Especimen					Mr (MPa)	S	IC
	1	2	3	4	5			
00 <sup>a</sup>	0.344	0.365	0.467	0.674	0.469	0.464	0.131	0.115
01 <sup>b</sup>	0.482	0.639	0.569	0.551	0.587	0.566	0.057	0.050
02	0.495	0.554	0.550	0.628	0.675	0.580	0.071	0.062
03	0.675	0.818	0.634	0.599	0.573	0.660	0.096	0.085
04	0.597	0.513	0.511	0.544	0.569	0.547	0.037	0.032
05	0.599	0.418	0.597	0.678	0.650	0.588	0.101	0.089
06	0.630	0.639	0.569	0.513	0.585	0.587	0.051	0.045
07	0.734	0.506	0.491	0.632	0.621	0.597	0.100	0.088
08	1.091	0.572	0.882	0.767	1.002	0.863	0.203	0.178
09	0.565	0.609	0.502	0.386	0.400	0.492	0.099	0.086
10	0.815	0.622	0.593	0.787	0.950	0.753	0.147	0.129
11	0.618	0.597	0.795	0.591	0.508	0.622	0.106	0.093
12	0.539	0.543	0.595	0.574	0.603	0.571	0.029	0.026
13	0.504	0.339	0.502	0.543	0.412	0.460	0.083	0.073
14	1.151	0.899	0.807	0.896	0.872	0.925	0.132	0.115
15	0.492	0.548	0.575	0.657	0.511	0.557	0.065	0.057
16	0.162	0.377	0.321	0.325	0.378	0.313	0.089	0.078
17	1.137	0.841	0.873	0.706	0.552	0.822	0.217	0.190
18	0.691	0.575	0.702	0.579	0.611	0.632	0.061	0.054
19	0.799	0.478	0.520	0.567	0.481	0.569	0.134	0.117
20	0.715	0.664	0.625	0.717	0.856	0.715	0.087	0.077
21	0.674	0.702	0.671	0.580	0.589	0.643	0.055	0.048
22	0.566	0.605	0.381	0.552	0.597	0.540	0.092	0.080
23	0.868	0.662	0.976	0.949	0.824	0.856	0.124	0.109
24	0.699	0.675	0.680	0.898	0.717	0.734	0.093	0.082
25	0.481	0.599	0.589	0.470	0.799	0.588	0.132	0.116

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 17.

Desgaste por humedecido y secado al primer ciclo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>i</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	32.4	23.7	<del>33.7</del>	16.8	22.3	27.1	24.5	5.8	7.2
01 <sup>b</sup>	17.0	41.8	25.7	9.0	<del>29.9</del>	56.1	29.9	19.0	23.6
02	13.0	<del>25.7</del>	12.9	12.3	17.6	15.3	14.2	2.2	2.7
03	3.6	3.7	3.9	4.6	3.6	<del>4.4</del>	3.9	0.4	0.5
04	1.8	1.3	1.5	1.3	<del>26.7</del>	2.0	1.6	0.3	0.4
05	5.2	4.5	4.9	4.4	3.7	<del>2.9</del>	4.5	0.6	0.7
06	2.3	2.1	2.6	2.8	2.2		2.4	0.3	0.4
07	2.2	1.9	2.0	1.9	<del>2.5</del>	2.7	2.1	0.3	0.4
08	2.3	2.3	2.3	2.2	2.1		2.2	0.1	0.1
09	1.4	1.5	1.4	1.4	1.4		1.4	0.0	0.1
10	8.4	3.6	6.3	<del>32.0</del>	6.3	2.6	5.4	2.3	2.9
11	2.0	2.2	2.2	2.1	3.4		2.4	0.6	0.7
12	3.7	3.5	3.6	3.6	3.8		3.6	0.1	0.1
13	4.0	3.9	3.9	4.1	4.0		4.0	0.1	0.1
14	3.1	3.3	3.4	2.9	3.5		3.2	0.2	0.3
15	2.3	2.7	2.9	2.9	2.9		2.7	0.3	0.3
16	1.2	1.1	1.3	1.1	0.9		1.1	0.2	0.2
17	4.2	6.3	7.5	4.3	4.8		5.4	1.4	1.8
18	1.7	2.0	1.8	1.4	1.6		1.7	0.2	0.3
19	2.0	3.0	2.2	2.7	2.5		2.5	0.4	0.5
20	2.5	2.6	2.6	2.4	2.3		2.5	0.1	0.2
21	2.5	2.6	2.5	2.5	2.4		2.5	0.1	0.1
22	2.2	2.5	2.4	1.9	2.2		2.2	0.2	0.3
23	2.2	2.1	2.2	2.6	2.7		2.4	0.3	0.3
24	2.4	2.4	1.9	2.3	2.3		2.3	0.2	0.3
25	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5		1.5	0.0	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 18.

Desgaste por humedecido y secado al segundo ciclo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>ii</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	85.1	100.0	<del>100.0</del>	67.3	69.4	80.3	80.4	13.2	16.4
01 <sup>b</sup>	63.9	78.3	71.8	37.8	<del>100.0</del>	64.8	63.3	15.4	19.1
02	39.7	<del>75.2</del>	30.1	39.1	45.3	58.1	42.5	10.3	12.8
03	6.6	6.2	6.9	6.5	6.0	<del>26.3</del>	6.4	0.4	0.4
04	2.2	1.8	1.9	1.5	<del>77.0</del>	2.5	2.0	0.4	0.5
05	12.7	12.0	11.5	10.6	9.8	<del>4.9</del>	11.3	1.1	1.4
06	3.9	3.6	4.3	4.6	3.7		4.0	0.4	0.5
07	3.6	3.4	2.9	2.1	<del>29.2</del>	4.6	3.3	0.9	1.1
08	3.0	2.7	2.9	2.6	2.6		2.8	0.2	0.2
09	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4		1.5	0.1	0.1
10	16.9	8.3	15.1	<del>68.9</del>	14.5	3.5	11.7	5.6	7.0

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>ii</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
11	2.6	3.0	2.9	3.1	5.2		3.4	1.1	1.3
12	4.6	0.0	0.1	0.0	0.0		0.9	2.1	2.6
13	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0		0.5	1.1	1.4
14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
15	0.0	0.0	0.0	1.0	1.3		0.5	0.6	0.8
16	1.3	1.1	1.0	1.1	0.9		1.1	0.2	0.2
17	9.7	14.5	15.7	10.9	9.9		12.1	2.8	3.4
18	1.9	2.3	2.0	1.3	1.8		1.9	0.4	0.5
19	1.9	2.8	2.2	3.0	2.6		2.5	0.5	0.6
20	2.6	2.7	2.9	2.5	2.3		2.6	0.2	0.3
21	2.7	2.7	2.6	2.6	2.3		2.6	0.2	0.2
22	1.8	2.4	2.3	1.6	2.2		2.1	0.3	0.4
23	2.2	2.0	2.3	2.7	2.8		2.4	0.3	0.4
24	2.3	2.3	1.8	2.2	2.1		2.1	0.2	0.3
25	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4		1.4	0.0	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 19.

Desgaste por humedecido y secado al tercer ciclo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>iii</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	90.2	98.0	4.4	5.4
01 <sup>b</sup>	85.2	91.2	93.5	88.3	<del>100.0</del>	85.1	88.7	3.7	4.6
02	90.2	<del>100.0</del>	44.8	53.4	80.4	93.6	72.5	22.1	27.4
03	15.9	11.8	11.9	13.0	12.0	<del>47.4</del>	12.9	1.7	2.2
04	2.6	2.2	2.2	1.7	<del>100.0</del>	2.6	2.3	0.4	0.5
05	18.7	18.6	19.2	17.1	19.4	<del>9.0</del>	18.6	0.9	1.1
06	5.5	4.7	5.9	6.3	5.6		5.6	0.6	0.7
07	7.7	4.0	4.7	3.5	<del>43.5</del>	12.1	6.4	3.6	4.5
08	3.8	2.9	3.5	2.6	2.8		3.1	0.5	0.6
09	1.3	1.4	1.3	1.4	1.0		1.3	0.2	0.2
10	23.8	13.9	23.6	<del>100.0</del>	32.0	5.5	19.8	10.2	12.7
11	3.1	4.1	3.7	3.5	8.0		4.5	2.0	2.5
12	12.9	2.1	0.5	1.8	2.0		3.9	5.1	6.3
13	72.5	15.5	74.8	72.5	8.5		48.8	33.7	41.8
14	1.9	1.3	0.8	1.4	1.3		1.3	0.4	0.5
15	1.2	1.4	1.8	1.7	1.7		1.6	0.3	0.3
16	1.4	1.3	1.4	1.3	1.2		1.3	0.1	0.1
17	14.4	23.1	19.7	15.8	13.5		17.3	4.0	5.0
18	3.1	3.1	2.7	2.2	2.4		2.7	0.4	0.5
19	2.2	3.4	2.5	3.5	3.0		2.9	0.6	0.7
20	2.9	2.9	3.1	2.7	2.5		2.8	0.2	0.3
21	2.8	2.9	2.7	2.7	2.5		2.7	0.2	0.2
22	2.1	2.7	2.6	1.9	2.5		2.4	0.3	0.4
23	2.4	2.3	2.5	2.8	3.0		2.6	0.3	0.4
24	2.3	2.3	1.8	2.2	2.1		2.1	0.2	0.3
25	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4		1.4	0.0	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 20.

Desgaste por humedecido y secado al cuarto ciclo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>iv</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
01 <sup>b</sup>	100.0	100.0	100.0	100.0	<del>100.0</del>	94.8	99.0	2.3	2.9
02	100.0	<del>100.0</del>	66.0	96.4	100.0	100.0	92.5	14.9	18.5
03	20.3	16.3	14.7	18.3	15.6	<del>59.4</del>	17.0	2.3	2.8
04	2.8	2.6	2.5	1.9	<del>100.0</del>	2.9	2.5	0.4	0.5
05	24.8	25.7	29.6	23.9	28.3	<del>31.0</del>	26.5	2.4	3.0
06	7.3	6.7	7.5	7.8	7.1		7.3	0.4	0.5
07	16.3	8.1	12.7	6.7	<del>75.5</del>	38.6	16.5	12.9	16.1
08	5.8	4.6	5.3	3.6	4.1		4.7	0.9	1.1
09	1.5	1.5	1.5	1.5	1.0		1.4	0.2	0.3
10	31.0	18.7	32.5	<del>100.0</del>	52.0	10.3	28.9	15.8	19.6
11	4.1	5.3	5.2	4.6	10.9		6.0	2.8	3.4
12	57.7	86.4	6.0	66.4	27.8		48.9	31.9	39.6
13	100.0	18.2	83.6	100.0	66.1		73.6	34.0	42.2
14	59.4	70.1	0.2	69.7	48.7		49.6	29.0	36.0
15	0.0	0.7	1.4	0.5	1.0		0.7	0.5	0.7
16	1.4	1.3	1.4	1.3	1.2		1.3	0.1	0.1
17	21.8	33.1	24.7	21.3	17.8		23.7	5.8	7.2
18	3.9	3.9	3.2	2.6	3.0		3.3	0.6	0.7
19	2.4	3.7	2.7	4.1	3.3		3.2	0.7	0.9
20	3.6	3.1	3.4	2.7	2.5		3.1	0.5	0.6
21	2.8	2.9	2.8	2.8	2.6		2.8	0.1	0.1
22	2.1	2.6	2.6	1.6	2.4		2.3	0.4	0.5
23	2.4	2.3	2.5	2.8	3.1		2.6	0.3	0.4
24	2.3	2.3	1.8	2.2	2.1		2.1	0.2	0.3
25	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5		1.5	0.1	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 21.

Desgaste por humedecido y secado al quinto ciclo por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>v</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
01 <sup>b</sup>	100.0	100.0	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	0.0	0.0
02	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
03	66.5	31.7	25.7	39.3	50.3	<del>72.6</del>	42.7	16.2	20.1
04	3.3	3.4	2.9	2.4	<del>100.0</del>	3.1	3.0	0.4	0.5
05	29.9	32.6	39.6	32.6	39.8	<del>56.7</del>	34.9	4.5	5.6
06	9.0	9.7	9.1	9.4	10.6		9.6	0.6	0.8
07	30.6	13.3	39.5	12.2	<del>83.3</del>	72.1	33.5	24.5	30.4
08	8.4	5.6	10.5	4.4	5.1		6.8	2.6	3.2
09	1.6	1.6	1.6	1.6	1.2		1.5	0.2	0.2
10	37.9	23.2	42.9	<del>100.0</del>	79.3	10.8	38.8	25.9	32.2



Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>v</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
11	5.5	6.5	6.6	6.4	13.2		7.6	3.1	3.9
12	84.7	100.0	60.4	100.0	100.0		89.0	17.3	21.5
13	100.0	42.7	86.9	100.0	89.2		83.8	23.7	29.5
14	61.7	71.9	5.7	72.2	70.0		56.3	28.6	35.5
15	2.5	2.8	3.0	2.9	3.1		2.9	0.2	0.3
16	1.4	1.3	1.4	1.2	1.2		1.3	0.1	0.1
17	33.5	41.8	30.3	31.8	23.6		32.2	6.6	8.1
18	4.8	4.6	3.9	3.2	3.1		3.9	0.8	1.0
19	2.5	4.1	2.6	6.2	4.6		4.0	1.5	1.9
20	5.9	3.8	3.9	3.2	2.7		3.9	1.2	1.5
21	2.8	2.9	3.0	3.0	2.6		2.9	0.2	0.2
22	2.1	2.5	2.5	1.7	2.1		2.2	0.3	0.4
23	2.4	2.3	2.6	2.7	3.2		2.6	0.4	0.4
24	2.3	2.3	1.8	2.2	2.2		2.2	0.2	0.3
25	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5		1.5	0.1	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 22.

Desgaste por humedecido y secado final por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sub>vi</sub>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
01 <sup>b</sup>	100.0	100.0	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	0.0	0.0
02	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
03	77.6	36.9	25.8	38.9	58.1	<del>75.2</del>	47.5	20.5	25.4
04	2.2	2.3	1.9	1.3	<del>100.0</del>	2.2	2.0	0.4	0.5
05	29.3	31.8	39.1	31.9	39.2	<del>61.2</del>	34.3	4.6	5.7
06	8.1	8.7	8.1	8.4	9.7		8.6	0.7	0.8
07	43.8	64.5	31.4	17.4	<del>100.0</del>	77.7	47.0	24.4	30.3
08	8.4	5.2	10.8	3.6	4.2		6.4	3.1	3.8
09	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3		0.4	0.1	0.1
10	37.2	22.4	42.3	<del>100.0</del>	89.8	10.3	40.4	30.4	37.7
11	4.6	5.5	5.8	5.6	12.3		6.8	3.1	3.9
12	91.7	100.0	71.5	100.0	100.0		92.6	12.4	15.3
13	100.0	84.8	87.4	100.0	92.5		92.9	7.0	8.7
14	69.6	72.2	10.2	72.5	70.1		58.9	27.3	33.9
15	1.3	1.4	1.5	1.4	1.7		1.5	0.2	0.2
16	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2		0.2	0.1	0.1
17	32.9	41.2	29.5	31.0	22.8		31.5	6.6	8.2
18	3.9	3.7	2.9	2.3	2.4		3.0	0.7	0.9
19	1.6	3.2	1.9	5.4	4.0		3.2	1.6	1.9
20	5.1	3.0	3.2	2.3	1.8		3.1	1.3	1.6
21	2.0	2.0	2.1	2.0	1.7		2.0	0.2	0.2
22	1.5	2.0	1.7	1.1	1.4		1.5	0.3	0.4
23	1.4	1.4	1.7	1.6	2.3		1.7	0.4	0.5
24	1.3	1.4	1.0	1.3	1.2		1.2	0.2	0.2
25	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6		0.6	0.1	0.1

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 23.

Desgaste por humedecido y secado intermedio por espécimen y tratamiento.

Tratamiento	Espécimen						DHS <sup>vii</sup>	S	IC
	1	2	3	4	5	6			
00 <sup>a</sup>	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
01 <sup>b</sup>	100.0	100.0	100.0	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	0.0	0.0
02	100.0	<del>100.0</del>	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	0.0	0.0
03	65.2	29.1	22.7	36.3	48.4	<del>71.3</del>	40.3	16.9	20.9
04	1.5	2.0	1.4	1.2	<del>100.0</del>	1.1	1.4	0.4	0.4
05	26.1	29.4	36.5	29.5	37.5	<del>55.4</del>	31.8	5.0	6.2
06	6.8	7.8	6.7	6.8	8.5		7.3	0.8	1.0
07	29.1	11.6	38.3	10.4	<del>82.9</del>	71.3	32.1	24.9	30.9
08	6.3	3.4	8.3	2.2	3.1		4.7	2.6	3.2
09	0.2	0.1	0.2	0.1	0.0		0.1	0.1	0.1
10	32.2	20.4	39.1	<del>100.0</del>	77.9	8.4	35.6	26.4	32.8
11	3.6	4.3	4.5	4.4	10.1		5.4	2.7	3.3
12	84.1	100.0	58.9	100.0	100.0		88.6	18.0	22.3
13	100.0	40.3	86.3	100.0	88.7		83.1	24.7	30.7
14	60.5	70.9	2.3	71.4	68.9		54.8	29.7	36.8
15	0.1	0.1	0.1	0.0	0.2		0.1	0.1	0.1
16	0.1	0.2	0.1	0.2	0.3		0.2	0.1	0.1
17	30.6	37.9	24.6	28.7	19.7		28.3	6.8	8.5
18	3.2	2.7	2.1	1.8	1.5		2.3	0.7	0.9
19	0.5	1.2	0.4	3.6	2.1		1.6	1.3	1.7
20	3.5	1.2	1.3	0.8	0.5		1.5	1.2	1.5
21	0.3	0.3	0.5	0.5	0.2		0.4	0.1	0.2
22	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0		0.0	0.0	0.1
23	0.2	0.2	0.4	0.1	0.5		0.3	0.2	0.2
24	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0
25	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0

Nota: S: Desviación estándar muestral. IC: Intervalo de confianza.

<sup>a</sup> Tratamiento base 00: adobe típico de tierra no compactado sin cal o yeso.<sup>b</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Anexo 16.

Método de superficie de respuesta y método de diseño de mezclas.

Cuadro 24.

Dimensiones, masa, densidad y módulo de rotura por tratamiento.

Tto.	Cal (%) x <sub>1</sub>	Yeso (%) x <sub>2</sub>	Tierra (%) x <sub>3</sub>	Altura, h (cm)	Ancho, a (cm)	Largo, b (cm)	Masa, m (kg)	ρ (g/cm <sup>3</sup> )	Mr (MPa)	1/Mr <sup>2</sup> <sup>b</sup>
01 <sup>a</sup>	0.0	0.0	100.0	9.550	14.958	28.678	8.263	2.019	0.566	3.126
02	0.0	2.0	98.0	9.582	14.926	28.718	8.284	2.017	0.580	2.969
03	1.0	1.0	98.0	9.720	15.084	28.890	8.328	1.966	0.660	2.297
04	2.0	0.0	98.0	9.804	15.088	28.944	8.321	1.943	0.547	3.345
05	0.0	4.0	96.0	9.436	15.008	28.744	8.301	2.040	0.588	2.888
06	1.0	3.0	96.0	9.470	15.068	28.802	7.836	1.907	0.587	2.900
07	2.0	2.0	96.0	9.604	15.152	29.014	8.266	1.957	0.597	2.808
08	3.0	1.0	96.0	9.646	15.142	28.862	8.087	1.918	0.863	1.343
09	4.0	0.0	96.0	9.682	15.088	28.872	8.097	1.919	0.492	4.124
10	0.0	6.0	94.0	9.344	15.018	28.598	7.856	1.958	0.753	1.762
11	1.0	5.0	94.0	9.738	15.138	29.028	8.279	1.935	0.622	2.586
12	2.0	4.0	94.0	9.844	15.282	29.132	8.425	1.922	0.571	3.069
13	3.0	3.0	94.0	9.768	15.152	29.030	7.817	1.820	0.460	4.726
14	4.0	2.0	94.0	9.812	15.122	28.966	7.855	1.828	0.925	1.169
15	5.0	1.0	94.0	9.788	15.032	28.802	7.812	1.843	0.557	3.228
16	6.0	0.0	94.0	9.956	15.068	28.818	8.013	1.854	0.313	10.233
17	0.0	8.0	92.0	9.654	14.912	28.414	8.049	1.968	0.822	1.481
18	1.0	7.0	92.0	9.818	15.150	28.994	8.108	1.880	0.632	2.507
19	2.0	6.0	92.0	9.802	15.226	29.068	8.032	1.851	0.569	3.089
20	3.0	5.0	92.0	9.582	15.258	28.988	7.654	1.806	0.715	1.954
21	4.0	4.0	92.0	9.438	15.272	29.068	7.676	1.832	0.643	2.417
22	5.0	3.0	92.0	9.768	15.312	29.088	7.942	1.825	0.540	3.427
23	6.0	2.0	92.0	9.892	15.158	28.976	7.994	1.840	0.856	1.365
24	7.0	1.0	92.0	9.504	15.082	28.736	7.461	1.811	0.734	1.857
25	8.0	0.0	92.0	10.076	15.100	28.742	7.909	1.808	0.588	2.896

Nota: Valores promedio o media de cada variable. Se omite el tratamiento 00.

<sup>a</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

<sup>b</sup> Variable calculada aplicando la función a la media de cada tratamiento.

Cuadro 25.

Desgaste por humedecido y secado por tratamiento.

Tto.	Cal (%) x <sub>1</sub>	Yeso (%) x <sub>2</sub>	Tierra (%) x <sub>3</sub>	DHS <sub>i</sub> (%)	DHS <sub>ii</sub> (%)	DHS <sub>iii</sub> (%)	DHS <sub>iv</sub> (%)	DHS <sub>v</sub> (%)	DHS <sub>vi</sub> (%)	DHS <sub>vii</sub> (%)
01 <sup>a</sup>	0.0	0.0	100.0	29.9	63.3	88.7	99.0	100.0	100.0	100.0
02	0.0	2.0	98.0	14.2	42.5	72.5	92.5	100.0	100.0	100.0
03	1.0	1.0	98.0	3.9	6.4	12.9	17.0	42.7	47.5	40.3
04	2.0	0.0	98.0	1.6	2.0	2.3	2.5	3.0	2.0	1.4
05	0.0	4.0	96.0	4.5	11.3	18.6	26.5	34.9	34.3	31.8
06	1.0	3.0	96.0	2.4	4.0	5.6	7.3	9.6	8.6	7.3

Tto.	Cal (%) x1	Yeso (%) x2	Tierra (%) x3	DHS <sub>i</sub> (%)	DHS <sub>ii</sub> (%)	DHS <sub>iii</sub> (%)	DHS <sub>iv</sub> (%)	DHS <sub>v</sub> (%)	DHS <sub>vi</sub> (%)	DHS <sub>vii</sub> (%)
07	2.0	2.0	96.0	2.1	3.3	6.4	16.5	33.5	47.0	32.1
08	3.0	1.0	96.0	2.2	2.8	3.1	4.7	6.8	6.4	4.7
09	4.0	0.0	96.0	1.4	1.5	1.3	1.4	1.5	0.4	0.1
10	0.0	6.0	94.0	5.4	11.7	19.8	28.9	38.8	40.4	35.6
11	1.0	5.0	94.0	2.4	3.4	4.5	6.0	7.6	6.8	5.4
12	2.0	4.0	94.0	3.6	0.9	3.9	48.9	89.0	92.6	88.6
13	3.0	3.0	94.0	4.0	0.5	48.8	73.6	83.8	92.9	83.1
14	4.0	2.0	94.0	3.2	0.0	1.3	49.6	56.3	58.9	54.8
15	5.0	1.0	94.0	2.7	0.5	1.6	0.7	2.9	1.5	0.1
16	6.0	0.0	94.0	1.1	1.1	1.3	1.3	1.3	0.2	0.2
17	0.0	8.0	92.0	5.4	12.1	17.3	23.7	32.2	31.5	28.3
18	1.0	7.0	92.0	1.7	1.9	2.7	3.3	3.9	3.0	2.3
19	2.0	6.0	92.0	2.5	2.5	2.9	3.2	4.0	3.2	1.6
20	3.0	5.0	92.0	2.5	2.6	2.8	3.1	3.9	3.1	1.5
21	4.0	4.0	92.0	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.0	0.4
22	5.0	3.0	92.0	2.2	2.1	2.4	2.3	2.2	1.5	0.0
23	6.0	2.0	92.0	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	1.7	0.3
24	7.0	1.0	92.0	2.3	2.1	2.1	2.1	2.2	1.2	0.0
25	8.0	0.0	92.0	1.5	1.4	1.4	1.5	1.5	0.6	0.0

Nota: Valores promedio o media de cada variable. Se omite el tratamiento 00.

<sup>a</sup> Tratamiento base 01: adobe compactado sin cal o yeso.

Cuadro 26.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  de la altura de la unidad de adobe por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Ancho, a (cm)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	9.550	9.568	9.592	9.621	9.550	9.643	k	3	5	9	14	7				
02	9.582	9.584	9.509	9.507	9.599	9.463	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	9.720	9.617	9.620	9.643	9.686	9.628	SCR	0.216	0.274	0.392	0.509	0.328				
04	9.804	9.662	9.742	9.673	9.821	9.697	CMR	0.072	0.055	0.044	0.036	0.047				
05	9.436	9.599	9.501	9.416	9.382	9.421	SCE	0.535	0.477	0.358	0.242	0.422				
06	9.470	9.621	9.567	9.614	9.564	9.591	CME	0.025	0.025	0.024	0.024	0.025				
07	9.604	9.654	9.646	9.715	9.593	9.704	$\sigma$	0.160	0.158	0.154	0.155	0.158				
08	9.646	9.699	9.738	9.753	9.600	9.761	Fo	2.820	2.182	1.827	1.504	1.888				
09	9.682	9.755	9.841	9.764	9.698	9.762	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	9.344	9.615	9.567	9.441	9.381	9.518	p-valor	0.06200	0.12438	0.21075	0.34993	0.18885				
11	9.738	9.625	9.590	9.621	9.698	9.612	Ho	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar				
12	9.844	9.647	9.625	9.711	9.808	9.690	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.185	0.198	0.237	0.227	0.206				
13	9.768	9.680	9.672	9.747	9.811	9.752	R <sup>2</sup>	0.287	0.365	0.523	0.678	0.437				
14	9.812	9.725	9.732	9.765	9.793	9.797	R	0.536	0.604	0.723	0.823	0.661				
15	9.788	9.781	9.804	9.798	9.819	9.826		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	9.956	9.849	9.888	9.884	9.940	9.839	$\beta_0$	9.568	0.000 <sup>a</sup>	9.592	0.000 <sup>a</sup>	9.621	0.000 <sup>a</sup>	9.550	0.000 <sup>a</sup>	
17	9.654	9.630	9.708	9.671	9.680	9.752	$\beta_1$	0.047	0.027 <sup>a</sup>	0.088	0.170	0.016	0.391	0.525	0.150	
18	9.818	9.629	9.687	9.753	9.767	9.692	$\beta_2$	0.008	0.363	-0.060	0.264	-0.048	0.376	0.221	0.325	
19	9.802	9.639	9.678	9.754	9.740	9.655	$\beta_{12}$	-0.006	0.297	-0.003	0.380	0.072	0.253	-0.529	0.100	
20	9.582	9.661	9.681	9.709	9.672	9.642	$\beta_{11}$			-0.006	0.278	0.006	0.390	-0.295	0.171	
21	9.438	9.695	9.697	9.652	9.615	9.653	$\beta_{22}$			0.009	0.195	-0.008	0.387	-0.139	0.320	
22	9.768	9.739	9.725	9.620	9.607	9.686	$\beta_{112}$					-0.012	0.164	0.162	0.097	
23	9.892	9.796	9.766	9.648	9.667	9.743	$\beta_{122}$					-0.004	0.351	0.164	0.095	
24	9.504	9.863	9.819	9.771	9.798	9.824	$\beta_{111}$					0.000	0.392	0.057	0.177	
25	10.076	9.942	9.884	10.025	9.987	9.928	$\beta_{222}$					0.002	0.352	0.022	0.342	
							$\beta_{1112}$							-0.013	0.107	
							$\beta_{1122}$							-0.022	0.064	
							$\beta_{1222}$							-0.013	0.123	
							$\beta_{1111}$							-0.003	0.185	
							$\beta_{2222}$							-0.001	0.362	
n	25															
$\Sigma Y$	377.796															
S <sub>yy</sub>	0.268															
CMT	0.011															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.



Cuadro 27.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  del ancho de la unidad de adobe por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Ancho, a (cm)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	14.958	15.035	14.969	14.953	14.958	14.970	k	3	5	9	14	7				
02	14.926	15.026	15.001	14.945	14.935	15.001	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	15.084	15.049	15.042	15.054	15.066	15.042	SCR	0.186	0.201	0.241	0.247	0.201				
04	15.088	15.039	15.047	15.119	15.097	15.047	CMR	0.062	0.040	0.027	0.018	0.029				
05	15.008	15.016	15.014	15.001	14.979	15.014	SCE	0.082	0.068	0.028	0.021	0.068				
06	15.068	15.072	15.084	15.095	15.119	15.084	CME	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004				
07	15.152	15.095	15.118	15.126	15.146	15.118	$\sigma$	0.063	0.060	0.043	0.046	0.063				
08	15.142	15.085	15.116	15.117	15.117	15.117	Fo	15.871	11.229	14.456	8.324	7.177				
09	15.088	15.042	15.080	15.089	15.097	15.079	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	15.018	15.006	15.009	15.023	15.022	15.009	p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0005	0.0004				
11	15.138	15.095	15.107	15.154	15.167	15.107	Ho	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar				
12	15.282	15.151	15.169	15.203	15.212	15.170	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.650	0.681	0.835	0.810	0.643				
13	15.152	15.174	15.196	15.194	15.184	15.197	R <sup>2</sup>	0.694	0.747	0.897	0.921	0.747				
14	15.122	15.164	15.188	15.147	15.117	15.189	R	0.833	0.864	0.947	0.960	0.864				
15	15.032	15.121	15.145	15.084	15.055	15.145		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	15.068	15.045	15.066	15.027	15.055	15.066	$\beta_0$	15.035	0.000 <sup>a</sup>	14.969	0.000 <sup>a</sup>	14.953	0.000 <sup>a</sup>	14.958	0.000 <sup>a</sup>	
17	14.912	14.997	14.985	14.911	14.925	14.985	$\beta_1$	0.002	0.386	0.051	0.062	0.159	0.004 <sup>a</sup>	0.117	0.223	
18	15.150	15.118	15.111	15.130	15.110	15.111	$\beta_2$	-0.005	0.319	0.021	0.283	-0.037	0.285	-0.031	0.374	
19	15.226	15.207	15.202	15.250	15.236	15.202	$\beta_{12}$	0.016	0.000 <sup>a</sup>	0.010	0.058	-0.001	0.392	0.069	0.292	
20	15.258	15.263	15.258	15.292	15.295	15.257	$\beta_{11}$			-0.006	0.067	-0.045	0.007 <sup>a</sup>	-0.026	0.359	
21	15.272	15.286	15.278	15.278	15.294	15.278	$\beta_{22}$			-0.002	0.287	0.021	0.141	0.009	0.386	
22	15.312	15.276	15.263	15.229	15.244	15.263	$\beta_{112}$				0.002	0.280	-0.027	0.245		
23	15.158	15.233	15.213	15.167	15.170	15.213	$\beta_{122}$				0.000	0.390	-0.010	0.366		
24	15.082	15.157	15.127	15.115	15.105	15.127	$\beta_{111}$				0.003	0.011 <sup>a</sup>	0.001	0.388		
25	15.100	15.048	15.007	15.093	15.092	15.007	$\beta_{222}$				-0.002	0.084	0.001	0.388		
							$\beta_{1112}$						0.002	0.237		
							$\beta_{1122}$						0.003	0.255		
							$\beta_{1222}$						0.000	0.389		
							$\beta_{1111}$						0.000	0.388		
							$\beta_{2222}$						0.000	0.379		
n	25															
$\Sigma Y$	377.796															
S <sub>yy</sub>	0.268															
CMT	0.011															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.

Cuadro 28.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  del largo de la unidad de adobe por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Largo, b (cm)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	28.678	28.879	28.714	28.698	28.678	28.723	k	3	5	9	14	7				
02	28.718	28.813	28.760	28.700	28.729	28.752	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	28.890	28.854	28.837	28.856	28.868	28.838	SCR	0.424	0.507	0.611	0.646	0.509				
04	28.944	28.834	28.849	28.917	28.955	28.841	CMR	0.141	0.101	0.068	0.046	0.073				
05	28.744	28.747	28.752	28.721	28.693	28.738	SCE	0.300	0.217	0.112	0.078	0.215				
06	28.802	28.847	28.881	28.908	28.920	28.885	CME	0.014	0.011	0.007	0.008	0.013				
07	29.014	28.888	28.945	28.967	28.931	28.955	$\sigma$	0.120	0.107	0.086	0.088	0.112				
08	28.862	28.868	28.943	28.942	28.876	28.947	Fo	9.881	8.892	9.083	5.922	5.745				
09	28.872	28.789	28.875	28.875	28.873	28.861	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	28.598	28.681	28.692	28.671	28.620	28.683	p-valor	0.0002	0.0001	0.0001	0.0025	0.0014				
11	29.028	28.841	28.873	28.941	29.008	28.877	Ho	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar				
12	29.132	28.941	28.988	29.051	29.108	28.999	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.526	0.622	0.752	0.742	0.581				
13	29.030	28.981	29.038	29.046	29.053	29.051	R <sup>2</sup>	0.585	0.701	0.845	0.892	0.703				
14	28.966	28.962	29.022	28.968	28.942	29.033	R	0.765	0.837	0.919	0.945	0.838				
15	28.802	28.883	28.940	28.858	28.844	28.944		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	28.818	28.744	28.793	28.759	28.798	28.784	$\beta_0$	28.879	0.000 <sup>a</sup>	28.714	0.000 <sup>a</sup>	28.698	0.000 <sup>a</sup>	28.678	0.000 <sup>a</sup>	
17	28.414	28.615	28.579	28.458	28.449	28.587	$\beta_1$	-0.023	0.118	0.094	0.054	0.206	0.044 <sup>a</sup>	0.337	0.118	
18	28.994	28.835	28.812	28.863	28.898	28.813	$\beta_2$	-0.033	0.035 <sup>a</sup>	0.036	0.288	-0.019	0.384	0.069	0.368	
19	29.068	28.994	28.979	29.078	29.080	28.975	$\beta_{12}$	0.030	0.000 <sup>a</sup>	0.013	0.132	0.011	0.378	-0.157	0.260	
20	28.988	29.094	29.080	29.145	29.108	29.073	$\beta_{11}$			-0.014	0.021 <sup>a</sup>	-0.056	0.065	-0.135	0.225	
21	29.068	29.135	29.116	29.108	29.063	29.108	$\beta_{22}$			-0.007	0.182	0.014	0.347	-0.029	0.379	
22	29.088	29.115	29.086	29.008	28.997	29.079	$\beta_{112}$				0.000	0.391	0.036	0.306		
23	28.976	29.036	28.990	28.888	28.928	28.986	$\beta_{122}$				0.001	0.387	0.060	0.207		
24	28.736	28.897	28.829	28.790	28.845	28.830	$\beta_{111}$				0.004	0.101	0.020	0.286		
25	28.742	28.698	28.602	28.757	28.706	28.610	$\beta_{222}$				-0.002	0.277	0.004	0.383		
							$\beta_{1112}$						-0.002	0.350		
							$\beta_{1122}$						-0.007	0.216		
							$\beta_{1222}$						-0.005	0.228		
							$\beta_{1111}$						-0.001	0.315		
							$\beta_{2222}$						0.000	0.383		
n	25															
$\Sigma Y$	721.972															
S <sub>yy</sub>	0.724															
CMT	0.030															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.

Cuadro 29.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  de la masa de la unidad de adobe por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Masa, m (kg)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	8.263	8.360	8.337	8.291	8.263	8.345	k	3	5	9	14	7				
02	8.284	8.288	8.258	8.249	8.314	8.251	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	8.328	8.247	8.245	8.283	8.268	8.246	SCR	0.677	0.685	0.732	0.845	0.687				
04	8.321	8.219	8.243	8.290	8.351	8.237	CMR	0.226	0.137	0.081	0.060	0.098				
05	8.301	8.216	8.190	8.166	8.125	8.178	SCE	0.782	0.774	0.728	0.614	0.773				
06	7.836	8.161	8.153	8.184	8.216	8.156	CME	0.037	0.041	0.049	0.061	0.045				
07	8.266	8.120	8.128	8.163	8.093	8.137	$\sigma$	0.193	0.202	0.220	0.248	0.213				
08	8.087	8.092	8.116	8.130	7.998	8.119	Fo	6.063	3.367	1.676	0.982	2.159				
09	8.097	8.078	8.116	8.109	8.155	8.104	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	7.856	8.143	8.132	8.081	7.960	8.125	p-valor	0.0030	0.0273	0.2650	0.6785	0.1273				
11	8.279	8.075	8.072	8.090	8.211	8.075	Ho	Rechazar	Rechazar	Aceptar	Aceptar	Aceptar				
12	8.425	8.021	8.023	8.051	8.185	8.033	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.388	0.330	0.202	-0.010	0.253				
13	7.817	7.980	7.988	7.989	8.028	8.000	R <sup>2</sup>	0.464	0.470	0.501	0.579	0.471				
14	7.855	7.952	7.965	7.928	7.870	7.974	R	0.681	0.685	0.708	0.761	0.686				
15	7.812	7.938	7.954	7.895	7.822	7.957		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	8.013	7.937	7.956	7.913	7.980	7.949	$\beta_0$	8.360	0.000 <sup>a</sup>	8.337	0.000 <sup>a</sup>	8.291	0.000 <sup>a</sup>	8.263	0.000 <sup>a</sup>	
17	8.049	8.071	8.085	8.033	8.070	8.092	$\beta_1$	-0.071	0.008 <sup>a</sup>	-0.039	0.355	0.073	0.374	0.205	0.366	
18	8.108	7.990	8.001	8.042	8.044	8.002	$\beta_2$	-0.036	0.120	-0.042	0.348	-0.004	0.392	0.131	0.379	
19	8.032	7.922	7.929	7.992	7.956	7.926	$\beta_{12}$	-0.007	0.303	-0.009	0.334	-0.032	0.375	-0.327	0.310	
20	7.654	7.868	7.870	7.908	7.858	7.865	$\beta_{11}$			-0.004	0.360	-0.043	0.327	-0.110	0.371	
21	7.676	7.826	7.824	7.817	7.784	7.817	$\beta_{22}$			0.001	0.390	-0.010	0.388	-0.065	0.383	
22	7.942	7.799	7.790	7.742	7.751	7.784	$\beta_{112}$					0.002	0.388	0.053	0.365	
23	7.994	7.784	7.768	7.709	7.760	7.765	$\beta_{122}$					0.003	0.379	0.119	0.282	
24	7.461	7.783	7.759	7.742	7.792	7.760	$\beta_{111}$					0.003	0.328	0.016	0.379	
25	7.909	7.795	7.763	7.867	7.811	7.769	$\beta_{222}$					0.001	0.388	0.006	0.388	
							$\beta_{1112}$							-0.002	0.384	
							$\beta_{1122}$							-0.012	0.311	
							$\beta_{1222}$							-0.010	0.289	
							$\beta_{1111}$							-0.001	0.382	
							$\beta_{2222}$							0.000	0.389	
n	25															
$\Sigma Y$	200.665															
Syy	1.459															
CMT	0.061															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.





Cuadro 30.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  de la densidad de la unidad de adobe por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Densidad, $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	2.019	2.012	2.023	2.011	2.019	2.014	k	3	5	9	14	7				
02	2.017	1.997	2.013	2.023	2.019	2.021	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	1.966	1.975	1.977	1.978	1.962	1.975	SCR	0.108	0.111	0.114	0.117	0.112				
04	1.943	1.963	1.950	1.959	1.945	1.958	CMR	0.036	0.022	0.013	0.008	0.016				
05	2.040	1.983	1.997	2.012	2.015	2.011	SCE	0.017	0.015	0.011	0.009	0.013				
06	1.907	1.952	1.957	1.951	1.964	1.952	CME	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001				
07	1.957	1.930	1.926	1.918	1.925	1.916	$\sigma$	0.029	0.028	0.028	0.030	0.028				
08	1.918	1.917	1.905	1.905	1.908	1.901	Fo	43.647	27.706	16.739	8.993	20.293				
09	1.919	1.913	1.893	1.906	1.929	1.907	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	1.958	1.968	1.974	1.987	1.973	1.983	p-valor	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0000				
11	1.935	1.928	1.930	1.918	1.924	1.926	Ho	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar	Rechazar				
12	1.922	1.897	1.896	1.877	1.884	1.884	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.842	0.848	0.855	0.823	0.849				
13	1.820	1.875	1.871	1.856	1.855	1.857	R <sup>2</sup>	0.862	0.879	0.909	0.926	0.893				
14	1.828	1.862	1.856	1.850	1.837	1.844	R	0.928	0.938	0.954	0.963	0.945				
15	1.843	1.858	1.850	1.851	1.835	1.846		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	1.854	1.864	1.854	1.854	1.851	1.863	$\beta_0$	2.012	0.000 <sup>a</sup>	2.023	0.000 <sup>a</sup>	2.011	0.000 <sup>a</sup>	2.019	0.000 <sup>a</sup>	
17	1.968	1.954	1.946	1.958	1.964	1.938	$\beta_1$	-0.025	0.000 <sup>a</sup>	-0.041	0.004 <sup>a</sup>	-0.024	0.279	-0.097	0.166	
18	1.880	1.904	1.898	1.889	1.886	1.897	$\beta_2$	-0.007	0.049 <sup>a</sup>	-0.004	0.376	0.014	0.351	-0.018	0.377	
19	1.851	1.864	1.860	1.847	1.843	1.864	$\beta_{12}$	-0.005	0.004 <sup>a</sup>	-0.003	0.129	-0.022	0.117	0.030	0.342	
20	1.806	1.833	1.831	1.827	1.825	1.838	$\beta_{11}$			0.002	0.129	-0.001	0.391	0.046	0.228	
21	1.832	1.811	1.812	1.820	1.822	1.820	$\beta_{22}$			-0.001	0.339	-0.004	0.351	0.016	0.364	
22	1.825	1.798	1.803	1.822	1.826	1.810	$\beta_{112}$				0.003	0.125	-0.018	0.234	0.002	0.172
23	1.840	1.795	1.803	1.824	1.829	1.807	$\beta_{122}$				0.002	0.248	-0.008	0.354	-0.002	0.132
24	1.811	1.800	1.812	1.821	1.824	1.811	$\beta_{111}$				0.000	0.390	-0.009	0.230		
25	1.808	1.814	1.831	1.806	1.805	1.823	$\beta_{222}$				0.000	0.376	-0.004	0.349		
							$\beta_{1112}$						0.002	0.181		
							$\beta_{1122}$						0.002	0.279		
							$\beta_{1222}$						0.001	0.364		
							$\beta_{1111}$						0.001	0.235		
							$\beta_{2222}$						0.000	0.340		
n	25															
$\Sigma Y$	47.468															
S <sub>yy</sub>	0.126															
CMT	0.005															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.

Cuadro 31.

Cálculo de los coeficientes de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  del módulo de rotura por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	Módulo de rotura, Mr (MPa)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	0.566	0.565	0.596	0.552	0.566	0.626	k	3	5	9	14	7				
02	0.580	0.599	0.617	0.569	0.588	0.590	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	0.660	0.587	0.590	0.647	0.645	0.595	SCR	0.039	0.043	0.195	0.286	0.063				
04	0.547	0.573	0.562	0.625	0.554	0.535	CMR	0.013	0.009	0.022	0.020	0.009				
05	0.588	0.632	0.641	0.592	0.581	0.594	SCE	0.414	0.409	0.258	0.166	0.390				
06	0.587	0.624	0.623	0.642	0.561	0.637	CME	0.020	0.022	0.017	0.017	0.023				
07	0.597	0.613	0.602	0.673	0.699	0.636	$\sigma$	0.140	0.147	0.131	0.129	0.151				
08	0.863	0.598	0.580	0.641	0.767	0.593	Fo	0.659	0.404	1.257	1.232	0.391				
09	0.492	0.581	0.555	0.500	0.520	0.508	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	0.753	0.666	0.668	0.673	0.790	0.639	p-valor	0.5918	0.6829	0.4829	0.5085	0.6106				
11	0.622	0.661	0.658	0.622	0.554	0.671	Ho	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Aceptar				
12	0.571	0.652	0.645	0.634	0.539	0.684	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	-0.045	-0.142	0.088	0.119	-0.216				
13	0.460	0.641	0.631	0.663	0.638	0.678	R <sup>2</sup>	0.086	0.096	0.430	0.633	0.139				
14	0.925	0.627	0.614	0.665	0.727	0.653	R	0.293	0.310	0.656	0.796	0.372				
15	0.557	0.609	0.596	0.594	0.664	0.609		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	0.313	0.589	0.575	0.404	0.288	0.546	$\beta_0$	0.565	0.000 <sup>a</sup>	0.596	0.000 <sup>a</sup>	0.552	0.001 <sup>a</sup>	0.566	0.001 <sup>a</sup>	
17	0.822	0.699	0.699	0.862	0.794	0.725	$\beta_1$	0.004	0.383	-0.024	0.366	0.124	0.267	-0.143	0.348	
18	0.632	0.697	0.696	0.638	0.682	0.699	$\beta_2$	0.017	0.240	0.010	0.389	0.015	0.390	0.142	0.349	
19	0.569	0.692	0.691	0.558	0.611	0.678	$\beta_{12}$	0.002	0.384	0.005	0.362	0.009	0.389	0.136	0.336	
20	0.715	0.684	0.685	0.577	0.595	0.661	$\beta_{11}$			0.003	0.353	-0.053	0.185	0.123	0.312	
21	0.643	0.673	0.676	0.649	0.630	0.650	$\beta_{22}$			0.000	0.393	-0.006	0.389	-0.111	0.325	
22	0.540	0.658	0.666	0.730	0.696	0.642	$\beta_{112}$				0.005	0.308	-0.028	0.363	-0.005	0.335
23	0.856	0.641	0.653	0.773	0.753	0.640	$\beta_{122}$				-0.006	0.295	-0.044	0.329	0.006	0.255
24	0.734	0.620	0.639	0.733	0.744	0.642	$\beta_{111}$				0.005	0.159	-0.032	0.267		
25	0.588	0.597	0.622	0.565	0.594	0.648	$\beta_{222}$				0.001	0.374	0.026	0.303		
							$\beta_{1112}$						0.003	0.358		
							$\beta_{1122}$						0.004	0.346		
							$\beta_{1222}$						0.003	0.349		
							$\beta_{1111}$						0.002	0.230		
							$\beta_{2222}$						-0.002	0.291		
n	25															
$\Sigma Y$	15.779															
S <sub>yy</sub>	0.453															
CMT	0.019															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.



Cuadro 32.

Cálculo de los coef. de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  de la inversa del cuadrado del módulo de rotura por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	1/Mr <sup>2</sup>						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla	
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial				
01	3.126	3.128	2.324	3.405	3.126	1.934	k	3	5	9	14	7				
02	2.969	2.928	2.282	3.310	2.746	2.633	n-k-1	21	19	15	10	17				
03	2.297	3.129	3.048	1.960	2.742	2.986	SCR	11.031	15.603	42.815	61.501	18.804				
04	3.345	3.484	3.940	2.224	3.122	4.292	CMR	3.677	3.121	4.757	4.393	2.686				
05	2.888	2.727	2.295	3.080	2.844	2.902	SCE	62.165	57.593	30.381	11.695	54.392				
06	2.900	2.773	2.711	2.234	3.464	2.533	CME	2.960	3.031	2.025	1.169	3.200				
07	2.808	2.974	3.253	2.080	2.050	2.813	$\sigma$	1.721	1.741	1.423	1.081	1.789				
08	1.343	3.329	3.921	2.993	1.344	3.743	Fo	1.242	1.030	2.349	3.756	0.840				
09	4.124	3.840	4.716	5.351	4.362	5.323	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614				
10	1.762	2.526	2.363	2.403	1.307	2.739	p-valor	0.3368	0.5260	0.0956	0.0189	0.7021				
11	2.586	2.417	2.429	2.584	3.446	2.258	Ho	Aceptar	Aceptar	Aceptar	Rechazar	Aceptar				
12	3.069	2.463	2.621	2.532	3.521	2.121	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.029	0.006	0.336	0.617	-0.049				
13	4.726	2.664	2.939	2.625	2.654	2.330	R <sup>2</sup>	0.151	0.213	0.585	0.840	0.257				
14	1.169	3.020	3.383	3.238	2.237	2.884	R	0.388	0.462	0.765	0.917	0.507				
15	3.228	3.530	3.954	4.747	3.933	3.783		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	
16	10.233	4.196	4.650	7.529	9.676	5.027	$\beta_0$	3.128	0.003 <sup>a</sup>	2.324	0.105	3.405	0.026 <sup>a</sup>	3.126	0.014 <sup>a</sup>	
17	1.481	2.325	2.486	0.969	1.782	2.146	$\beta_1$	0.178	0.271	1.018	0.157	-2.543	0.107	2.521	0.242	
18	2.507	2.061	2.202	2.698	2.032	2.161	$\beta_2$	-0.100	0.349	-0.035	0.393	-0.065	0.392	-1.382	0.336	
19	3.089	1.952	2.044	3.271	2.581	2.216	$\beta_{12}$	-0.077	0.253	-0.161	0.199	0.136	0.385	-1.104	0.339	
20	1.954	1.998	2.012	3.065	2.924	2.312	$\beta_{11}$			-0.105	0.188	1.195	0.023 <sup>a</sup>	-2.363	0.134	
21	2.417	2.199	2.106	2.455	2.833	2.449	$\beta_{22}$			0.007	0.392	0.022	0.392	0.984	0.318	
22	3.427	2.555	2.326	1.817	2.347	2.627	$\beta_{112}$				0.148	-0.120	0.148	0.309	0.346	
23	1.365	3.066	2.673	1.529	1.779	2.846	$\beta_{122}$				0.338	0.046	0.338	0.366	0.331	
24	1.857	3.731	3.146	1.965	1.713	3.105	$\beta_{111}$				0.012 <sup>a</sup>	-0.109	0.012 <sup>a</sup>	0.649	0.058	
25	2.896	4.551	3.745	3.503	3.001	3.405	$\beta_{222}$				0.386	-0.006	0.386	-0.224	0.299	
							$\beta_{1112}$							-0.045	0.278	
							$\beta_{1122}$							-0.029	0.360	
							$\beta_{1222}$							-0.030	0.337	
							$\beta_{1111}$							-0.049	0.028 <sup>a</sup>	
							$\beta_{2222}$							0.015	0.287	
n	25															
$\Sigma Y$	73.566															
Syy	73.196															
CMT	3.050															

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.



Cuadro 33.

Cálculo de los coef. de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  del desgaste por humedecido y secado final por el método de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	DHS <sub>vi</sub> (%)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla			
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial						
01	100.0	72.582	76.827	109.1 <sup>b</sup>	100.00	93.264	k	3	5	9	14	7						
02	100.0	59.157	74.666	69.172	102.5 <sup>b</sup>	59.845	n-k-1	21	19	15	10	17						
03	47.5	55.562	55.987	47.547	42.548	58.621	SCR	10322.35	12485.80	20638.49	25261.20	18177.90						
04	2.0	49.829	35.322	-3.835 <sup>a</sup>	4.436	20.501	CMR	3440.782	2497.159	2293.165	1804.371	2596.842						
05	34.3	45.732	62.376	40.103	26.046	36.781	SCE	19938.16	17774.71	9622.014	4999.302	12082.61						
06	8.6	44.274	51.784	53.830	28.969	59.300	CME	949.436	935.511	641.468	499.930	710.742						
07	47.0	40.679	39.206	49.845	27.771	57.758	$\sigma$	30.813	30.586	25.327	22.359	26.660						
08	6.4	34.946	24.641	26.313	16.569	32.158	Fo	3.624	2.669	3.575	3.609	3.654						
09	0.4	27.076	8.092	-18.60 <sup>a</sup>	-2.694 <sup>a</sup>	-17.50 <sup>a</sup>	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614						
10	40.4	32.307	39.957	24.800	26.918	24.074	p-valor	0.0273	0.0658	0.0170	0.0223	0.0161						
11	6.8	32.987	37.451	41.265	47.871	44.663	Ho	Rechazar	Aceptar	Rechazar	Rechazar	Rechazar						
12	92.6	31.529	32.960	52.061	68.189	54.028	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.247	0.258	0.491	0.603	0.436						
13	92.9	27.934	26.483	55.356	74.238	52.169	R <sup>2</sup>	0.341	0.413	0.682	0.835	0.601						
14	58.9	22.201	18.019	49.316	60.211	39.087	R	0.584	0.642	0.826	0.914	0.775						
15	1.5	14.331	7.570	32.108	28.122	14.781		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor			
16	0.2	4.323	-4.865 <sup>a</sup>	1.899	-12.19 <sup>a</sup>	-20.75 <sup>a</sup>	$\beta_0$	72.582	0.000 <sup>c</sup>	76.827	0.007 <sup>c</sup>	109.139	0.000 <sup>c</sup>	100.000	0.001 <sup>c</sup>			
17	31.5	18.881	7.409	26.131	34.781	21.723	$\beta_1$	-11.377	0.007 <sup>c</sup>	-24.321	0.076	-91.532	0.005 <sup>c</sup>	-100.22	0.080	390.348	0.018 <sup>c</sup>	$\beta_1$
18	3.0	21.699	12.990	12.718	-0.384 <sup>a</sup>	14.710	$\beta_2$	-6.713	0.082	1.452	0.391	-22.230	0.281	75.274	0.151	111.085	0.293	$\beta_2$
19	3.2	22.379	16.586	5.682	-3.298 <sup>a</sup>	9.310	$\beta_{12}$	1.069	0.302	1.511	0.323	41.133	0.006 <sup>c</sup>	-56.321	0.178	0.933	0.001 <sup>c</sup>	$\beta_3$
20	3.1	20.922	18.195	3.188	4.656	5.521	$\beta_{11}$			1.784	0.197	20.145	0.030 <sup>c</sup>	36.337	0.210	-296.034	0.012 <sup>c</sup>	$\beta_{12}$
21	2.0	17.327	17.818	3.405	9.920	3.346	$\beta_{22}$			-1.266	0.276	1.004	0.389	-55.323	0.102	-4.345	0.016 <sup>c</sup>	$\beta_{13}$
22	1.5	11.594	15.456	4.498	6.760	2.782	$\beta_{112}$					-4.963	0.006 <sup>c</sup>	15.220	0.207	-1.295	0.281	$\beta_{23}$
23	1.7	3.723	11.107	4.634	-2.735 <sup>a</sup>	3.831	$\beta_{122}$					-3.898	0.022 <sup>c</sup>	30.888	0.042 <sup>c</sup>	3.209	0.012 <sup>c</sup>	$\beta_{123}$
24	1.2	-6.285 <sup>a</sup>	4.773	1.980	-8.651 <sup>a</sup>	6.492	$\beta_{111}$					-1.311	0.068	-5.692	0.262			
25	0.6	-18.43 <sup>a</sup>	-3.548 <sup>a</sup>	-5.297 <sup>a</sup>	6.750	10.766	$\beta_{222}$					0.060	0.391	10.329	0.117			
							$\beta_{1112}$							-1.164	0.234			
							$\beta_{1122}$							-3.535	0.046 <sup>c</sup>			
							$\beta_{1222}$							-2.970	0.027 <sup>c</sup>			
							$\beta_{1111}$							0.317	0.283			
							$\beta_{2222}$							-0.590	0.138			
n	25																	
$\Sigma Y$	687.260																	
S <sub>yy</sub>	30260.50																	
CMT	1260.854																	

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Valores negativos se reemplazan por 0.0%. <sup>b</sup> Valores mayores a 100.0% se reemplaza por 100.0%. <sup>c</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.



Cuadro 34.

Cálculo de los coef. de regresión  $\beta$  y del valor de  $Y_i$  del desgaste por humedecido y secado intermedio por el mét. de superficie de respuesta y diseño de mezcla.

Tto.	DHS <sub>vii</sub> (%)						Método de superficie de respuesta								M. diseño de mezcla			
	Y	Ŷ <sub>1er</sub>	Ŷ <sub>2do</sub>	Ŷ <sub>3er</sub>	Ŷ <sub>4to</sub>	Ŷ <sub>mez</sub>	Item	1er orden	2do orden	3er orden	4to orden	Cúbico especial						
01	100.0	68.871	77.074	109.2 <sup>b</sup>	100.00	91.841	k	3	5	9	14	7						
02	100.0	55.716	71.450	67.513	101.9 <sup>b</sup>	58.136	n-k-1	21	19	15	10	17						
03	40.3	52.296	53.117	43.356	36.513	55.483	SCR	9726.324	11953.39	19298.70	24202.10	16547.05						
04	1.4	46.933	33.135	-5.993 <sup>a</sup>	3.353	19.820	CMR	3242.108	2390.678	2144.299	1728.721	2363.864						
05	31.8	42.562	57.827	38.291	25.202	34.835	SCE	18516.59	16289.52	8944.218	4040.817	11695.86						
06	7.3	41.084	47.146	48.041	22.906	53.898	CME	881.742	857.343	596.281	404.082	687.992						
07	32.1	37.663	34.815	42.815	19.231	51.482	$\sigma$	29.694	29.280	24.419	20.102	26.230						
08	4.7	32.300	20.835	21.053	10.113	27.587	Fo	3.677	2.788	3.596	4.278	3.436						
09	0.1	24.995	5.205	-18.81 <sup>a</sup>	-1.412 <sup>a</sup>	-17.79 <sup>a</sup>	F $\alpha$	3.072	2.740	2.588	2.865	2.614						
10	35.6	29.407	36.205	22.921	22.932	21.936	p-valor	0.0260	0.0564	0.0165	0.0110	0.0213						
11	5.4	29.871	33.175	36.804	44.377	39.653	Ho	Rechazar	Aceptar	Rechazar	Rechazar	Rechazar						
12	88.6	28.393	28.495	45.927	63.484	47.422	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>	0.251	0.271	0.493	0.657	0.415						
13	83.1	24.972	22.167	48.732	68.528	45.243	R <sup>2</sup>	0.344	0.423	0.683	0.857	0.586						
14	54.8	19.609	14.190	43.658	54.883	33.116	R	0.587	0.651	0.827	0.926	0.765						
15	0.1	12.304	4.563	29.144	25.017	11.041		$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor	$\hat{\beta}$	p-valor			
16	0.2	3.056	-6.713 <sup>a</sup>	3.631	-11.50 <sup>a</sup>	-20.98 <sup>a</sup>	$\beta_0$	68.871	0.000 <sup>c</sup>	77.074	0.005 <sup>c</sup>	109.226	0.000 <sup>c</sup>	100.000	0.000 <sup>c</sup>			
17	28.3	16.253	6.583	22.762	31.342	19.441	$\beta_1$	-10.969	0.007 <sup>c</sup>	-25.973	0.053	-94.405	0.003 <sup>c</sup>	-103.71	0.052	386.472	0.017 <sup>c</sup>	$\beta_1$
18	2.3	18.659	11.205	11.004	-1.051 <sup>a</sup>	12.749	$\beta_2$	-6.577	0.078	-0.812	0.393	-23.752	0.261	73.228	0.131	111.507	0.290	$\beta_2$
19	1.6	19.123	14.177	4.704	-4.076 <sup>a</sup>	7.640	$\beta_{12}$	0.971	0.311	1.826	0.288	39.512	0.006 <sup>c</sup>	-62.190	0.124	0.918	0.001 <sup>c</sup>	$\beta_3$
20	1.5	17.645	15.500	2.302	2.877	4.115	$\beta_{11}$			2.001	0.154	21.196	0.020 <sup>c</sup>	38.500	0.168	-266.008	0.020 <sup>c</sup>	$\beta_{12}$
21	0.4	14.224	15.174	2.238	7.521	2.173	$\beta_{22}$			-1.000	0.309	1.391	0.386	-53.807	0.084	-4.302	0.015 <sup>c</sup>	$\beta_{13}$
22	0.0	8.861	13.199	2.951	4.662	1.814	$\beta_{112}$					-4.804	0.005 <sup>c</sup>	16.339	0.161	-1.300	0.277	$\beta_{23}$
23	0.3	1.556	9.575	2.881	-3.795 <sup>a</sup>	3.039	$\beta_{122}$					-3.637	0.026 <sup>c</sup>	32.486	0.022 <sup>c</sup>	2.883	0.020 <sup>c</sup>	$\beta_{123}$
24	0.0	-7.692 <sup>a</sup>	4.302	0.469	-8.846 <sup>a</sup>	5.847	$\beta_{111}$					-1.399	0.048 <sup>c</sup>	-6.079	0.225			
25	0.0	-18.88 <sup>a</sup>	-2.621 <sup>a</sup>	-5.846 <sup>a</sup>	5.606	10.238	$\beta_{222}$					0.028	0.392	9.965	0.100			
							$\beta_{1112}$							-1.203	0.201			
							$\beta_{1122}$							-3.735	0.024 <sup>c</sup>			
							$\beta_{1222}$							-3.055	0.014 <sup>c</sup>			
							$\beta_{1111}$							0.338	0.250			
							$\beta_{2222}$							-0.565	0.122			
n	25																	
$\Sigma Y$	619.780																	
S <sub>yy</sub>	28242.91																	
CMT	1176.788																	

Nota: Significancia  $\alpha = 0.05$ . <sup>a</sup> Valores negativos se reemplazan por 0.0%. <sup>b</sup> Valores mayores a 100.0% se reemplaza por 100.0%. <sup>c</sup> Coeficiente de regresión  $\beta$  significativos en el modelo.



Cuadro 35.

Valores  $Y_i$  por cada variable obtenida con diferentes modelos del método de superficie de respuesta.

Tto.	Cal (%) $x_1$	Yeso (%) $x_2$	Altura, h (cm)	Ancho, a (cm)	Largo, b (cm)	Masa, m (kg)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	1/Mr <sup>2</sup>	DHS <sub>vi</sub> (%)	DHS <sub>vii</sub> (%)
01	0.0	0.0	9.568	14.953	28.698	8.360	2.012	3.126	100.000	100.000
02	0.0	2.0	9.584	14.945	28.700	8.288	1.997	2.746	100.000	100.000
03	1.0	1.0	9.617	15.054	28.856	8.247	1.975	2.742	42.548	36.513
04	2.0	0.0	9.662	15.119	28.917	8.219	1.963	3.122	4.436	3.353
05	0.0	4.0	9.599	15.001	28.721	8.216	1.983	2.844	26.046	25.202
06	1.0	3.0	9.621	15.095	28.908	8.161	1.952	3.464	28.969	22.906
07	2.0	2.0	9.654	15.126	28.967	8.120	1.930	2.050	27.771	19.231
08	3.0	1.0	9.699	15.117	28.942	8.092	1.917	1.344	16.569	10.113
09	4.0	0.0	9.755	15.089	28.875	8.078	1.913	4.362	0.000	0.000
10	0.0	6.0	9.615	15.023	28.671	8.143	1.968	1.307	26.918	22.932
11	1.0	5.0	9.625	15.154	28.941	8.075	1.928	3.446	47.871	44.377
12	2.0	4.0	9.647	15.203	29.051	8.021	1.897	3.521	68.189	63.484
13	3.0	3.0	9.680	15.194	29.046	7.980	1.875	2.654	74.238	68.528
14	4.0	2.0	9.725	15.147	28.968	7.952	1.862	2.237	60.211	54.883
15	5.0	1.0	9.781	15.084	28.858	7.938	1.858	3.933	28.122	25.017
16	6.0	0.0	9.849	15.027	28.759	7.937	1.864	9.676	0.000	0.000
17	0.0	8.0	9.630	14.911	28.458	8.071	1.954	1.782	34.781	31.342
18	1.0	7.0	9.629	15.130	28.863	7.990	1.904	2.032	0.000	0.000
19	2.0	6.0	9.639	15.250	29.078	7.922	1.864	2.581	0.000	0.000
20	3.0	5.0	9.661	15.292	29.145	7.868	1.833	2.924	4.656	2.877
21	4.0	4.0	9.695	15.278	29.108	7.826	1.811	2.833	9.920	7.521
22	5.0	3.0	9.739	15.229	29.008	7.799	1.798	2.347	6.760	4.662
23	6.0	2.0	9.796	15.167	28.888	7.784	1.795	1.779	0.000	0.000
24	7.0	1.0	9.863	15.115	28.790	7.783	1.800	1.713	0.000	0.000
25	8.0	0.0	9.942	15.093	28.757	7.795	1.814	3.001	6.750	5.606

Cuadro 36.

Valores  $Y_i$  por cada variable obtenida con el modelo cúbico especial del método de diseño de mezclas.

Tto.	Cal (%) $x_1$	Yeso (%) $x_2$	Tierra (%) $x_3$	Ancho, a (cm)	Largo, b (cm)	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	DHS <sub>vi</sub> (%)	DHS <sub>vii</sub> (%)
01	0.0	0.0	100.0	14.970	28.723	2.014	93.264	91.841
02	0.0	2.0	98.0	15.001	28.752	2.021	59.845	58.136
03	1.0	1.0	98.0	15.042	28.838	1.975	58.621	55.483
04	2.0	0.0	98.0	15.047	28.841	1.958	20.501	19.820
05	0.0	4.0	96.0	15.014	28.738	2.011	36.781	34.835
06	1.0	3.0	96.0	15.084	28.885	1.952	59.300	53.898
07	2.0	2.0	96.0	15.118	28.955	1.916	57.758	51.482
08	3.0	1.0	96.0	15.117	28.947	1.901	32.158	27.587
09	4.0	0.0	96.0	15.079	28.861	1.907	0.000	0.000
10	0.0	6.0	94.0	15.009	28.683	1.983	24.074	21.936
11	1.0	5.0	94.0	15.107	28.877	1.926	44.663	39.653
12	2.0	4.0	94.0	15.170	28.999	1.884	54.028	47.422

<b>Tto.</b>	<b>Cal (%) x<sub>1</sub></b>	<b>Yeso (%) x<sub>2</sub></b>	<b>Tierra (%) x<sub>3</sub></b>	<b>Ancho, a (cm)</b>	<b>Largo, b (cm)</b>	<b>ρ (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>DHS<sub>vi</sub> (%)</b>	<b>DHS<sub>vii</sub> (%)</b>
13	3.0	3.0	94.0	15.197	29.051	1.857	52.169	45.243
14	4.0	2.0	94.0	15.189	29.033	1.844	39.087	33.116
15	5.0	1.0	94.0	15.145	28.944	1.846	14.781	11.041
16	6.0	0.0	94.0	15.066	28.784	1.863	0.000	0.000
17	0.0	8.0	92.0	14.985	28.587	1.938	21.723	19.441
18	1.0	7.0	92.0	15.111	28.813	1.897	14.710	12.749
19	2.0	6.0	92.0	15.202	28.975	1.864	9.310	7.640
20	3.0	5.0	92.0	15.257	29.073	1.838	5.521	4.115
21	4.0	4.0	92.0	15.278	29.108	1.820	3.346	2.173
22	5.0	3.0	92.0	15.263	29.079	1.810	2.782	1.814
23	6.0	2.0	92.0	15.213	28.986	1.807	3.831	3.039
24	7.0	1.0	92.0	15.127	28.830	1.811	6.492	5.847
25	8.0	0.0	92.0	15.007	28.610	1.823	10.766	10.238

Nota: Solo se presentan los valores de las variables que se ajustan al modelo.

Anexo 17.

Prueba de hipótesis ANOVA de un factor por tratamientos.

Cuadro 37.

Prueba de hipótesis de dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Variable	FV	SC	CM	F <sub>0</sub>	p-valor
Altura	Ttos	3.84227692	0.153691077	6.02	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	2.65548	0.025533462		
	Total	6.49775692	0.050370209		
Ancho	Ttos.	2.14199692	0.085679877	22.22	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	0.40108	0.003856538		
	Total	2.54307692	0.019713775		
Largo	Ttos.	3.92631077	0.157052431	19.57	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	0.83444	0.008023462		
	Total	4.76075077	0.036905045		
Masa	Ttos.	7.30601692	0.292240677	9.10	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	3.34023	0.032117596		
	Total	10.6462469	0.082529046		
Densidad	Ttos.	0.642019692	0.025680788	26.44	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	0.1010052	0.000971204		
	Total	0.743024892	0.005759883		

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SC: Suma de cuadrados. CM: Cuadrado medio. GL: grados de libertad. GL<sub>Ttos</sub> = 25, GL<sub>Error</sub> = 104, GL<sub>Total</sub> = 129. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 38.

Prueba de hipótesis del módulo de rotura.

Variable	FV	SC	CM	F <sub>0</sub>	p-valor
Módulo de rotura	Ttos.	2.39781607	0.095912643	8.06	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	1.2371364	0.011895542		
	Total	3.63495247	0.028177926		
$\sqrt{M_r}$	Ttos.	0.971676451	0.038867058	8.47	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	0.476988983	0.004586433		
	Total	1.44866543	0.011229965		

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SC: Suma de cuadrados. CM: Cuadrado medio. GL: grados de libertad. GL<sub>Ttos</sub> = 25, GL<sub>Error</sub> = 104, GL<sub>Total</sub> = 129. <sup>a</sup> Significativo.



Cuadro 39.

Prueba de hipótesis del desgaste por humedecido y secado.

Variable	FV	SC	CM	$F_0$	$p$ -valor <sup>a</sup>
DHS <sub>i</sub>	Ttos.	6152.34469	246.093788	15.61	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	1639.088	15.7604615		
	Total	7791.43269	60.398703		
DHS <sub>ii</sub>	Ttos.	50606.2157	2024.24863	92.72	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	2270.464	21.8313846		
	Total	52876.6797	409.896742		
DHS <sub>iii</sub>	Ttos.	97296.6899	3891.8676	55.50	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	7293.46	70.1294231		
	Total	104590.15	810.776356		
DHS <sub>iv</sub>	Ttos.	133093.235	5323.72939	37.27	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	14853.608	142.823154		
	Total	147946.843	1146.87475		
DHS <sub>v</sub>	Ttos.	162402.953	6496.11813	51.21	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	13193.456	126.860154		
	Total	175596.409	1361.21248		
DHS <sub>vi</sub>	Ttos.	176579.638	7063.18552	61.85	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	11877.576	114.207462		
	Total	188457.214	1460.90864		
DHS <sub>vii</sub>	Ttos.	168408.62	6736.3448	50.00	0.0000 <sup>a</sup>
	Error	14010.796	134.719192		
	Total	182419.416	1414.104		

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SC: Suma de cuadrados. CM: Cuadrado medio. GL: grados de libertad. GL<sub>Ttos</sub> = 25, GL<sub>Error</sub> = 104, GL<sub>Total</sub> = 129. <sup>a</sup> Significativo.

Anexo 18.

Comparación de medias de tratamiento por parejas.

Cuadro 40.

Comparación de tratamientos de la altura de la unidad de adobe.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
10	9.344	E	I	-2.08	0.394	-2.03	0.419
05	9.436	A E	F I	-1.17	0.977	-1.12	0.983
21	9.438	A E	F I	-1.15	0.981	-1.10	0.986
06	9.470	AB E	F HI	-0.83	1.000	-0.79	1.000
24	9.504	AB E	FGHI	-0.49	1.000	-0.45	1.000
01	9.550	ABC E	C FGHI	-0.04	1.000		
00	9.554	ABC E	C FGHI				
20	9.582	ABCDE	A C FGH	0.28	1.000	0.32	1.000
02	9.582	ABCDE	A C FGH	0.28	1.000	0.32	1.000
07	9.604	ABCDE	ABC FGH	0.49	1.000	0.53	1.000
08	9.646	ABCDE	ABC FGH	0.91	0.999	0.95	0.998
17	9.654	ABCDE	ABCD FGH	0.99	0.997	1.02	0.994
09	9.682	ABCDE	ABCD GH	1.27	0.951	1.30	0.932
03	9.720	ABCDEF	ABCDE G	1.64	0.720	1.67	0.685
11	9.738	ABCD F	ABCDE G	1.82	0.579	1.85	0.546
22	9.768	ABCD F	ABCDE	2.12	0.368	2.15	0.343
13	9.768	ABCD F	ABCDE	2.12	0.368	2.15	0.343
15	9.788	ABCD F	ABCDE	2.32	0.256	2.34	0.237
19	9.802	ABCD F	AB DE	2.45	0.193	2.48	0.178
04	9.804	ABCD F	AB DE	2.47	0.185	2.50	0.171
14	9.812	ABCD F	AB DE	2.55	0.156	2.58	0.144
18	9.818	ABCD F	AB DE	2.61	0.137	2.64	0.126
12	9.844	BCD F	B DE	2.87	0.074	2.90	0.068
23	9.892	CD F	DE J	3.34	0.020 <sup>a</sup>	3.37	0.018 <sup>a</sup>
16	9.956	D F	E J	3.98	0.003 <sup>a</sup>	4.00	0.002 <sup>a</sup>
25	10.076	F	J	5.17	0.000 <sup>a</sup>	5.18	0.000 <sup>a</sup>

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0714611.

Cuadro 41.

Comparación de tratamientos del ancho de la unidad de adobe.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett					
		Tukey <sup>d</sup>		Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor	
00	14.704								
17	14.912		H		G	5.30	0.000 <sup>a</sup>	-1.21	0.964
02	14.926		GH		G	5.65	0.000 <sup>a</sup>	-0.84	1.000
01	14.958		D GH		FG	6.47	0.000 <sup>a</sup>		
05	15.008	A D	GH	B	F	7.74	0.000 <sup>a</sup>	1.31	0.926
10	15.018	AB D	GH	B	F	7.99	0.000 <sup>a</sup>	1.58	0.760
15	15.032	AB D	GH	BC	F	8.35	0.000 <sup>a</sup>	1.95	0.477
06	15.068	AB D	G	ABC		9.27	0.000 <sup>a</sup>	2.89	0.068
16	15.068	AB D	G	ABC		9.27	0.000 <sup>a</sup>	2.89	0.068
24	15.082	ABCD		ABC		9.62	0.000 <sup>a</sup>	3.26	0.025 <sup>a</sup>
03	15.084	ABCD		ABC		9.68	0.000 <sup>a</sup>	3.31	0.022 <sup>a</sup>
04	15.088	ABCD		ABC		9.78	0.000 <sup>a</sup>	3.42	0.016 <sup>a</sup>
09	15.088	ABCD		ABC		9.78	0.000 <sup>a</sup>	3.42	0.016 <sup>a</sup>
25	15.100	ABCD		ABC		10.08	0.000 <sup>a</sup>	3.73	0.006 <sup>a</sup>
14	15.122	ABC	F	A	C	10.64	0.000 <sup>a</sup>	4.31	0.001 <sup>a</sup>
11	15.138	ABC	EF	A	D	11.05	0.000 <sup>a</sup>	4.73	0.000 <sup>a</sup>
08	15.142	ABC	EF	A	D	11.15	0.000 <sup>a</sup>	4.84	0.000 <sup>a</sup>
18	15.150	ABC	EF	A	D	11.36	0.000 <sup>a</sup>	5.05	0.000 <sup>a</sup>
07	15.152	ABC	EF	A	D	11.41	0.000 <sup>a</sup>	5.10	0.000 <sup>a</sup>
13	15.152	ABC	EF	A	D	11.41	0.000 <sup>a</sup>	5.10	0.000 <sup>a</sup>
23	15.158	BC	EF	A	D	11.56	0.000 <sup>a</sup>	5.26	0.000 <sup>a</sup>
19	15.226	C	EF I		DE	13.29	0.000 <sup>a</sup>	7.05	0.000 <sup>a</sup>
20	15.258		EF I		E	14.11	0.000 <sup>a</sup>	7.89	0.000 <sup>a</sup>
21	15.272		E I		E	14.46	0.000 <sup>a</sup>	8.26	0.000 <sup>a</sup>
12	15.282		E I		E	14.72	0.000 <sup>a</sup>	8.52	0.000 <sup>a</sup>
22	15.312		I		E	15.48	0.000 <sup>a</sup>	9.31	0.000 <sup>a</sup>

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0277724.

Cuadro 42.

Comparación de tratamientos del largo de la unidad de adobe.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett					
		Tukey <sup>d</sup>		Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor	
17	28.414		I			-12.67	0.000 <sup>a</sup>	-4.88	0.000 <sup>a</sup>
10	28.598		HI		K	-9.43	0.000 <sup>a</sup>	-1.48	0.831
01	28.678	F	H	D	K	-8.01	0.000 <sup>a</sup>		
02	28.718	F	H	DE		-7.31	0.000 <sup>a</sup>	0.74	1.000
24	28.736	FGH		DEF		-6.99	0.000 <sup>a</sup>	1.07	0.990
25	28.742	FGH		DEF		-6.88	0.000 <sup>a</sup>	1.18	0.971
05	28.744	FGH		DEF		-6.85	0.000 <sup>a</sup>	1.22	0.961
06	28.802	C	FGH	DEF	J	-5.83	0.000 <sup>a</sup>	2.29	0.261
15	28.802	C	FGH	DEF	J	-5.83	0.000 <sup>a</sup>	2.29	0.261
16	28.818	CD	FG	EF	J	-5.54	0.000 <sup>a</sup>	2.59	0.141

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
08	28.862	A CD FG	FG J	-4.77	0.000 <sup>a</sup>	3.40	0.017 <sup>a</sup>
09	28.872	A CD FG	GH J	-4.59	0.000 <sup>a</sup>	3.59	0.009 <sup>a</sup>
03	28.890	A CDEFG	GHIJ	-4.27	0.001 <sup>a</sup>	3.92	0.003 <sup>a</sup>
04	28.944	ABCDE G	A GHI	-3.32	0.022 <sup>a</sup>	4.92	0.000 <sup>a</sup>
14	28.966	ABCDE	AB GHI	-2.93	0.064	5.33	0.000 <sup>a</sup>
23	28.976	ABCDE	AB GHI	-2.75	0.098	5.51	0.000 <sup>a</sup>
20	28.988	ABCDE	AB GHI	-2.54	0.160	5.73	0.000 <sup>a</sup>
18	28.994	ABCDE	AB HI	-2.44	0.200	5.84	0.000 <sup>a</sup>
07	29.014	ABCDE	ABC I	-2.08	0.390	6.21	0.000 <sup>a</sup>
11	29.028	AB DE	ABC	-1.84	0.568	6.47	0.000 <sup>a</sup>
13	29.030	AB DE	ABC	-1.80	0.595	6.51	0.000 <sup>a</sup>
21	29.068	AB E	ABC	-1.13	0.984	7.21	0.000 <sup>a</sup>
19	29.068	AB E	ABC	-1.13	0.984	7.21	0.000 <sup>a</sup>
22	29.088	B E	BC	-0.78	1.000	7.58	0.000 <sup>a</sup>
12	29.132	B	C	0.00	1.000	8.40	0.000 <sup>a</sup>
00	29.132	B	C				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.  
<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base: <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,  
<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0400586.

Cuadro 43.

Comparación de tratamientos de la masa de la unidad de adobe.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
24	7.461	I	J	-4.59	0.000 <sup>a</sup>	-7.07	0.000 <sup>a</sup>
20	7.654	F I	G J	-2.89	0.071	-5.37	0.000 <sup>a</sup>
21	7.676	B F I	G J	-2.69	0.114	-5.17	0.000 <sup>a</sup>
15	7.812	BC F I	A G	-1.49	0.832	-3.97	0.003 <sup>a</sup>
13	7.817	BC F I	A G	-1.45	0.861	-3.93	0.003 <sup>a</sup>
06	7.836	BC FG I	AB G	-1.28	0.946	-3.76	0.005 <sup>a</sup>
14	7.855	BCD FG I	ABC G	-1.11	0.987	-3.60	0.009 <sup>a</sup>
10	7.856	BCDEFG I	ABC G	-1.10	0.988	-3.59	0.009 <sup>a</sup>
25	7.909	ABCDEFG	ABC G	-0.64	1.000	-3.12	0.038 <sup>a</sup>
22	7.942	ABCDEFG	ABC	-0.34	1.000	-2.83	0.080
00	7.981	ABCDEFG	ABC				
23	7.994	ABCDEFG	ABC	0.11	1.000	-2.37	0.224
16	8.013	ABCDEFGH	ABC H	0.28	1.000	-2.20	0.310
19	8.032	ABCDEFGH	ABC E H	0.45	1.000	-2.04	0.414
17	8.049	ABCDEFGH	ABC EF H	0.60	1.000	-1.89	0.521
08	8.087	ABCDE GH	BCDEF H	0.94	0.999	-1.55	0.780
09	8.097	ABCDE GH	BCDEF H	1.02	0.995	-1.46	0.842
18	8.108	A CDE GH	CDEF H	1.12	0.986	-1.37	0.901
01	8.263	A DE GH	DEF HI	2.49	0.180		
07	8.266	A DE H	DEF HI	2.51	0.170	0.03	1.000
11	8.279	A DE H	DEF I	2.63	0.132	0.14	1.000
02	8.284	A E H	DEF I	2.67	0.119	0.19	1.000
05	8.301	A H	D F I	2.82	0.083	0.33	1.000
04	8.321	A H	D I	3.00	0.053	0.51	1.000
03	8.328	A H	D I	3.06	0.045 <sup>a</sup>	0.57	1.000
12	8.425	H	I	3.92	0.003 <sup>a</sup>	1.43	0.865

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.  
<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base: <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,  
<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0801469.

Cuadro 44.

Comparación de tratamientos de la densidad de la unidad de adobe.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett					
		Tukey <sup>d</sup>		Duncan <sup>d</sup>		<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
20	1.806	A		A		-7.30	0.000 <sup>a</sup>	-10.73	0.000 <sup>a</sup>
25	1.808	A		AB		-7.20	0.000 <sup>a</sup>	-10.64	0.000 <sup>a</sup>
24	1.811	A		AB		-7.05	0.000 <sup>a</sup>	-10.49	0.000 <sup>a</sup>
13	1.820	A		AB		-6.62	0.000 <sup>a</sup>	-10.05	0.000 <sup>a</sup>
22	1.825	A		AB		-6.33	0.000 <sup>a</sup>	-9.77	0.000 <sup>a</sup>
14	1.828	A		AB		-6.21	0.000 <sup>a</sup>	-9.65	0.000 <sup>a</sup>
21	1.832	A		AB		-6.00	0.000 <sup>a</sup>	-9.44	0.000 <sup>a</sup>
23	1.840	A	G	AB	G	-5.59	0.000 <sup>a</sup>	-9.03	0.000 <sup>a</sup>
15	1.843	A	G	AB	G	-5.42	0.000 <sup>a</sup>	-8.86	0.000 <sup>a</sup>
19	1.851	A	D G	AB	G	-5.01	0.000 <sup>a</sup>	-8.46	0.000 <sup>a</sup>
16	1.854	A	D G	B	G	-4.90	0.000 <sup>a</sup>	-8.35	0.000 <sup>a</sup>
18	1.880	A	CD G		GH	-3.57	0.010 <sup>a</sup>	-7.02	0.000 <sup>a</sup>
06	1.907	BCD	G	D	H	-2.21	0.311	-5.67	0.000 <sup>a</sup>
08	1.918	BCD		CD	H	-1.61	0.742	-5.08	0.000 <sup>a</sup>
09	1.919	BCD		CD	H	-1.56	0.781	-5.03	0.000 <sup>a</sup>
12	1.922	BCD		CDE	H	-1.42	0.877	-4.88	0.000 <sup>a</sup>
11	1.935	BC		CDEF		-0.79	1.000	-4.26	0.001 <sup>a</sup>
04	1.943	BC	E	CDEF		-0.35	1.000	-3.81	0.005 <sup>a</sup>
00	1.950	BC	EF	CDEF					
07	1.957	B	EF	C	EF	0.37	1.000	-3.11	0.039 <sup>a</sup>
10	1.958	B	EF	C	EF	0.38	1.000	-3.10	0.040 <sup>a</sup>
03	1.966	B	EF H	EF		0.80	1.000	-2.67	0.116
17	1.968	B	EF H	F		0.90	0.999	-2.57	0.146
02	2.017		EF H		I	3.39	0.018 <sup>a</sup>	-0.10	1.000
01	2.019		F H		I	3.49	0.013 <sup>a</sup>		
05	2.040		H		I	4.54	0.000 <sup>a</sup>	1.04	0.993

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.013937.

Cuadro 45.

Comparación de tratamientos del módulo de rotura.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett					
		Tukey <sup>d</sup>		Duncan <sup>d</sup>		<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
16	0.313		E			-2.19	0.323	-3.70	0.007 <sup>a</sup>
13	0.460	A	E	A		-0.06	1.000	-1.54	0.785
00	0.464	A	E	A					
09	0.492	AB	E	AB		0.41	1.000	-1.07	0.990
22	0.540	ABC	E	ABC		1.11	0.987	-0.37	1.000
04	0.547	ABC	E	ABC		1.20	0.969	-0.27	1.000
15	0.557	ABC	E	ABCD		1.35	0.918	-0.13	1.000
01	0.566	ABCDE		ABCD		1.48	0.843		
19	0.569	ABCDE		ABCDE		1.53	0.809	0.05	1.000
12	0.571	ABCDE		ABCDE		1.55	0.790	0.08	1.000

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
02	0.580	ABCD	ABCDE	1.69	0.682	0.22	1.000
06	0.587	ABCD	ABCDE	1.79	0.604	0.32	1.000
25	0.588	ABCD	ABCDE	1.79	0.599	0.32	1.000
05	0.588	ABCD	ABCDE	1.81	0.590	0.33	1.000
07	0.597	ABCD F	ABCDEF	1.93	0.498	0.46	1.000
11	0.622	ABCD FG	ABCDEF	2.29	0.268	0.82	1.000
18	0.632	ABCD FG	BCDEF	2.43	0.202	0.97	0.997
21	0.643	ABCD FG	BCDEF	2.60	0.140	1.13	0.981
03	0.660	ABCD FG	CDEF	2.84	0.080	1.38	0.894
20	0.715	ABCD FGH	DEFG	3.65	0.008 <sup>a</sup>	2.19	0.317
24	0.734	BCD FGH	EFG	3.91	0.003 <sup>a</sup>	2.46	0.187
10	0.753	CD FGH	FG	4.20	0.001 <sup>a</sup>	2.75	0.098
17	0.822	D FGH	GH	5.19	0.000 <sup>a</sup>	3.75	0.006 <sup>a</sup>
23	0.856	FGH	GH	5.68	0.000 <sup>a</sup>	4.24	0.001 <sup>a</sup>
08	0.863	GH	GH	5.78	0.000 <sup>a</sup>	4.35	0.001 <sup>a</sup>
14	0.925	H	H	6.69	0.000 <sup>a</sup>	5.26	0.000 <sup>a</sup>

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0487761.

Cuadro 46.

Comparación de tratamientos de la  $\sqrt{M_r}$ .

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
16	0.554	G		-2.86	0.077	-4.70	0.000 <sup>a</sup>
13	0.676	A G	C	0.00	1.000	-1.79	0.592
00	0.676	A G	C				
09	0.699	AB G	A C	0.53	1.000	-1.25	0.953
22	0.733	ABC	ABC	1.32	0.929	-0.44	1.000
04	0.739	ABCD	ABC	1.47	0.844	-0.29	1.000
15	0.745	ABCD	ABCD	1.61	0.742	-0.15	1.000
19	0.751	ABCD	ABCD	1.74	0.641	-0.02	1.000
01	0.751	ABCD	ABCD	1.76	0.628		
12	0.755	ABCD	ABCDE	1.85	0.555	0.10	1.000
02	0.761	ABCD	ABCDE	1.98	0.462	0.22	1.000
25	0.763	ABCDE	ABCDE	2.03	0.426	0.28	1.000
05	0.765	ABCDE	ABCDEF	2.07	0.400	0.32	1.000
06	0.766	ABCDE	ABCDEF	2.09	0.382	0.34	1.000
07	0.770	ABCDE	ABCDEF	2.20	0.316	0.45	1.000
11	0.786	ABCDE	AB DEF	2.58	0.148	0.83	1.000
18	0.794	ABCDE	AB DEF	2.76	0.098	1.02	0.995
21	0.801	ABCDEF	AB DEF	2.93	0.064	1.19	0.969
03	0.811	ABCDEF	B DEF H	3.14	0.036 <sup>a</sup>	1.41	0.875
20	0.845	BCDEF	DEFGH	3.94	0.003 <sup>a</sup>	2.22	0.302
24	0.855	BCDEF	EFGH	4.19	0.001 <sup>a</sup>	2.47	0.182
10	0.865	CDEF	FGH	4.41	0.001 <sup>a</sup>	2.69	0.111
17	0.900	DEF	GHI	5.23	0.000 <sup>a</sup>	3.54	0.011 <sup>a</sup>
23	0.923	EF	G I	5.77	0.000 <sup>a</sup>	4.08	0.002 <sup>a</sup>
08	0.923	EF	G I	5.78	0.000 <sup>a</sup>	4.09	0.002 <sup>a</sup>
14	0.960	F	I	6.63	0.000 <sup>a</sup>	4.96	0.000 <sup>a</sup>

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 0.0302867.

Cuadro 47.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado al primer ciclo.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
16	1.12	A	A	-9.30	0.000 <sup>a</sup>	-11.74	0.000 <sup>a</sup>
09	1.42	A	A	-9.18	0.000 <sup>a</sup>	-11.62	0.000 <sup>a</sup>
25	1.52	A	A	-9.14	0.000 <sup>a</sup>	-11.57	0.000 <sup>a</sup>
04	1.58	A	A	-9.11	0.000 <sup>a</sup>	-11.55	0.000 <sup>a</sup>
18	1.70	A	A	-9.06	0.000 <sup>a</sup>	-11.50	0.000 <sup>a</sup>
07	2.14	A	A	-8.89	0.000 <sup>a</sup>	-11.32	0.000 <sup>a</sup>
22	2.24	A	A	-8.85	0.000 <sup>a</sup>	-11.28	0.000 <sup>a</sup>
08	2.24	A	A	-8.85	0.000 <sup>a</sup>	-11.28	0.000 <sup>a</sup>
24	2.26	A	A	-8.84	0.000 <sup>a</sup>	-11.27	0.000 <sup>a</sup>
23	2.36	A	A	-8.80	0.000 <sup>a</sup>	-11.23	0.000 <sup>a</sup>
11	2.38	A	A	-8.79	0.000 <sup>a</sup>	-11.22	0.000 <sup>a</sup>
06	2.40	A	A	-8.79	0.000 <sup>a</sup>	-11.22	0.000 <sup>a</sup>
20	2.48	A	A	-8.75	0.000 <sup>a</sup>	-11.18	0.000 <sup>a</sup>
19	2.48	A	A	-8.75	0.000 <sup>a</sup>	-11.18	0.000 <sup>a</sup>
21	2.50	A	A	-8.75	0.000 <sup>a</sup>	-11.17	0.000 <sup>a</sup>
15	2.74	A	A	-8.65	0.000 <sup>a</sup>	-11.08	0.000 <sup>a</sup>
14	3.24	A	A	-8.45	0.000 <sup>a</sup>	-10.87	0.000 <sup>a</sup>
12	3.64	A	A	-8.29	0.000 <sup>a</sup>	-10.71	0.000 <sup>a</sup>
03	3.88	A	A	-8.20	0.000 <sup>a</sup>	-10.61	0.000 <sup>a</sup>
13	3.98	A	A	-8.16	0.000 <sup>a</sup>	-10.57	0.000 <sup>a</sup>
05	4.54	A	A	-7.93	0.000 <sup>a</sup>	-10.34	0.000 <sup>a</sup>
17	5.42	AB	A	-7.58	0.000 <sup>a</sup>	-9.98	0.000 <sup>a</sup>
10	5.44	AB	A	-7.58	0.000 <sup>a</sup>	-9.98	0.000 <sup>a</sup>
02	14.22	B		-4.08	0.002 <sup>a</sup>	-6.40	0.000 <sup>a</sup>
00	24.46	C					
01	29.92	C		2.17	0.333		

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 1.775413.

Cuadro 48.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado al segundo ciclo.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
14	0.00	A	A	-27.21	0.000 <sup>a</sup>	-25.25	0.000 <sup>a</sup>
15	0.46	AB	A	-27.06	0.000 <sup>a</sup>	-25.07	0.000 <sup>a</sup>
13	0.50	ABC	A	-27.04	0.000 <sup>a</sup>	-25.06	0.000 <sup>a</sup>
12	0.94	ABC	A	-26.90	0.000 <sup>a</sup>	-24.88	0.000 <sup>a</sup>
16	1.08	ABCD	A	-26.85	0.000 <sup>a</sup>	-24.82	0.000 <sup>a</sup>
25	1.42	ABCD	A	-26.73	0.000 <sup>a</sup>	-24.69	0.000 <sup>a</sup>
09	1.50	ABCD	A	-26.71	0.000 <sup>a</sup>	-24.66	0.000 <sup>a</sup>
18	1.86	ABCD	A	-26.58	0.000 <sup>a</sup>	-24.51	0.000 <sup>a</sup>
04	1.98	ABCD	A	-26.54	0.000 <sup>a</sup>	-24.46	0.000 <sup>a</sup>
22	2.06	ABCD	A	-26.52	0.000 <sup>a</sup>	-24.43	0.000 <sup>a</sup>

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
24	2.14	ABCD	A	-26.49	0.000 <sup>a</sup>	-24.40	0.000 <sup>a</sup>
23	2.40	ABCD	A	-26.40	0.000 <sup>a</sup>	-24.30	0.000 <sup>a</sup>
19	2.50	ABCD	A	-26.37	0.000 <sup>a</sup>	-24.26	0.000 <sup>a</sup>
21	2.58	ABCD	A	-26.34	0.000 <sup>a</sup>	-24.23	0.000 <sup>a</sup>
20	2.60	ABCD	A	-26.33	0.000 <sup>a</sup>	-24.22	0.000 <sup>a</sup>
08	2.76	ABCD	A	-26.28	0.000 <sup>a</sup>	-24.15	0.000 <sup>a</sup>
07	3.32	ABCD	A	-26.09	0.000 <sup>a</sup>	-23.93	0.000 <sup>a</sup>
11	3.36	ABCD	A	-26.08	0.000 <sup>a</sup>	-23.91	0.000 <sup>a</sup>
06	4.02	ABCD	A	-25.85	0.000 <sup>a</sup>	-23.65	0.000 <sup>a</sup>
03	6.44	ABCD	AB	-25.03	0.000 <sup>a</sup>	-22.69	0.000 <sup>a</sup>
05	11.32	BCD	B	-23.38	0.000 <sup>a</sup>	-20.74	0.000 <sup>a</sup>
10	11.66	CD	B	-23.27	0.000 <sup>a</sup>	-20.60	0.000 <sup>a</sup>
17	12.14	D	B	-23.11	0.000 <sup>a</sup>	-20.41	0.000 <sup>a</sup>
02	42.46			-12.85	0.000 <sup>a</sup>	-8.32	0.000 <sup>a</sup>
01	63.32			-5.79	0.000 <sup>a</sup>		
00	80.42						

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base: <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 2.089564.

Cuadro 49.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado al tercer ciclo.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
09	1.28	A	A	-18.27	0.000 <sup>a</sup>	-16.26	0.000 <sup>a</sup>
16	1.32	A	A	-18.26	0.000 <sup>a</sup>	-16.26	0.000 <sup>a</sup>
14	1.34	A	A	-18.26	0.000 <sup>a</sup>	-16.25	0.000 <sup>a</sup>
25	1.42	A	A	-18.24	0.000 <sup>a</sup>	-16.24	0.000 <sup>a</sup>
15	1.56	A	A	-18.22	0.000 <sup>a</sup>	-16.21	0.000 <sup>a</sup>
24	2.14	A	A	-18.11	0.000 <sup>a</sup>	-16.10	0.000 <sup>a</sup>
04	2.26	A	A	-18.08	0.000 <sup>a</sup>	-16.08	0.000 <sup>a</sup>
22	2.36	A	A	-18.07	0.000 <sup>a</sup>	-16.06	0.000 <sup>a</sup>
23	2.60	A	A	-18.02	0.000 <sup>a</sup>	-16.02	0.000 <sup>a</sup>
18	2.70	A	A	-18.00	0.000 <sup>a</sup>	-16.00	0.000 <sup>a</sup>
21	2.72	A	A	-18.00	0.000 <sup>a</sup>	-16.00	0.000 <sup>a</sup>
20	2.82	A	A	-17.98	0.000 <sup>a</sup>	-15.98	0.000 <sup>a</sup>
19	2.92	A	A	-17.96	0.000 <sup>a</sup>	-15.96	0.000 <sup>a</sup>
08	3.12	A	A	-17.92	0.000 <sup>a</sup>	-15.92	0.000 <sup>a</sup>
12	3.86	A	A	-17.78	0.000 <sup>a</sup>	-15.78	0.000 <sup>a</sup>
11	4.48	A	A	-17.66	0.000 <sup>a</sup>	-15.67	0.000 <sup>a</sup>
06	5.60	A	A	-17.45	0.000 <sup>a</sup>	-15.46	0.000 <sup>a</sup>
07	6.40	A	A C	-17.30	0.000 <sup>a</sup>	-15.31	0.000 <sup>a</sup>
03	12.92	A	ABC	-16.07	0.000 <sup>a</sup>	-14.10	0.000 <sup>a</sup>
17	17.30	A	BC	-15.24	0.000 <sup>a</sup>	-13.28	0.000 <sup>a</sup>
05	18.60	A	B	-15.00	0.000 <sup>a</sup>	-13.04	0.000 <sup>a</sup>
10	19.76	A	B	-14.78	0.000 <sup>a</sup>	-12.82	0.000 <sup>a</sup>
13	48.76			-9.30	0.000 <sup>a</sup>	-7.43	0.000 <sup>a</sup>
02	72.48	B		-4.83	0.000 <sup>a</sup>	-3.01	0.050 <sup>a</sup>
01	88.66	BC	D	-1.77	0.618		
00	98.04	C	D				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base: <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 3.745115.



Cuadro 50.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado al cuarto ciclo.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
15	0.72	A	A	-13.14	0.000 <sup>a</sup>	-12.75	0.000 <sup>a</sup>
16	1.32	A	A	-13.06	0.000 <sup>a</sup>	-12.67	0.000 <sup>a</sup>
09	1.40	A	A	-13.05	0.000 <sup>a</sup>	-12.66	0.000 <sup>a</sup>
25	1.46	A	A	-13.04	0.000 <sup>a</sup>	-12.65	0.000 <sup>a</sup>
24	2.14	A	A	-12.95	0.000 <sup>a</sup>	-12.56	0.000 <sup>a</sup>
22	2.26	A	A	-12.93	0.000 <sup>a</sup>	-12.55	0.000 <sup>a</sup>
04	2.54	A	A	-12.89	0.000 <sup>a</sup>	-12.51	0.000 <sup>a</sup>
23	2.62	A	A	-12.88	0.000 <sup>a</sup>	-12.50	0.000 <sup>a</sup>
21	2.78	A	A	-12.86	0.000 <sup>a</sup>	-12.48	0.000 <sup>a</sup>
20	3.06	A	A	-12.83	0.000 <sup>a</sup>	-12.44	0.000 <sup>a</sup>
19	3.24	A	A	-12.80	0.000 <sup>a</sup>	-12.42	0.000 <sup>a</sup>
18	3.32	A	A	-12.79	0.000 <sup>a</sup>	-12.41	0.000 <sup>a</sup>
08	4.68	A	A	-12.61	0.000 <sup>a</sup>	-12.23	0.000 <sup>a</sup>
11	6.02	A	A	-12.43	0.000 <sup>a</sup>	-12.06	0.000 <sup>a</sup>
06	7.28	A	A	-12.27	0.000 <sup>a</sup>	-11.89	0.000 <sup>a</sup>
07	16.48	A	AB	-11.05	0.000 <sup>a</sup>	-10.70	0.000 <sup>a</sup>
03	17.04	A	AB	-10.98	0.000 <sup>a</sup>	-10.63	0.000 <sup>a</sup>
17	23.74	AB	B	-10.09	0.000 <sup>a</sup>	-9.76	0.000 <sup>a</sup>
05	26.46	AB	B	-9.73	0.000 <sup>a</sup>	-9.41	0.000 <sup>a</sup>
10	28.90	AB	B	-9.41	0.000 <sup>a</sup>	-9.09	0.000 <sup>a</sup>
12	48.86	B D	D	-6.77	0.000 <sup>a</sup>	-6.50	0.000 <sup>a</sup>
14	49.62	B D	D	-6.67	0.000 <sup>a</sup>	-6.40	0.000 <sup>a</sup>
13	73.58	CD		-3.50	0.013 <sup>a</sup>	-3.29	0.023 <sup>a</sup>
02	92.48	C	C	-0.99	0.997	-0.84	1.000
01	98.96	C	C	-0.14	1.000		
00	100.00	C	C				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 5.344589.

Cuadro 51.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado al quinto ciclo.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	<i>t</i> <sup>b</sup>	<i>p</i> -valor	<i>t</i> <sup>c</sup>	<i>p</i> -valor
16	1.30	A	A	-13.86	0.000 <sup>a</sup>	-13.59	0.000 <sup>a</sup>
25	1.46	A	A	-13.83	0.000 <sup>a</sup>	-13.56	0.000 <sup>a</sup>
09	1.52	A	A	-13.82	0.000 <sup>a</sup>	-13.56	0.000 <sup>a</sup>
24	2.16	A	A	-13.73	0.000 <sup>a</sup>	-13.47	0.000 <sup>a</sup>
22	2.18	A	A	-13.73	0.000 <sup>a</sup>	-13.47	0.000 <sup>a</sup>
23	2.64	A	A	-13.67	0.000 <sup>a</sup>	-13.40	0.000 <sup>a</sup>
21	2.86	A	A	-13.64	0.000 <sup>a</sup>	-13.37	0.000 <sup>a</sup>
15	2.86	A	A	-13.64	0.000 <sup>a</sup>	-13.37	0.000 <sup>a</sup>
04	3.02	A	A	-13.61	0.000 <sup>a</sup>	-13.35	0.000 <sup>a</sup>
20	3.90	A	A	-13.49	0.000 <sup>a</sup>	-13.23	0.000 <sup>a</sup>

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
18	3.92	A	A	-13.49	0.000 <sup>a</sup>	-13.23	0.000 <sup>a</sup>
19	4.00	A	A	-13.48	0.000 <sup>a</sup>	-13.21	0.000 <sup>a</sup>
08	6.80	A C	A	-13.08	0.000 <sup>a</sup>	-12.83	0.000 <sup>a</sup>
11	7.64	A C	A	-12.97	0.000 <sup>a</sup>	-12.71	0.000 <sup>a</sup>
06	9.56	A C E	A	-12.70	0.000 <sup>a</sup>	-12.45	0.000 <sup>a</sup>
17	32.20	BC E	B	-9.52	0.000 <sup>a</sup>	-9.33	0.000 <sup>a</sup>
07	33.54	BC E	B	-9.33	0.000 <sup>a</sup>	-9.15	0.000 <sup>a</sup>
05	34.90	BC E	B	-9.14	0.000 <sup>a</sup>	-8.96	0.000 <sup>a</sup>
10	38.82	B	B	-8.59	0.000 <sup>a</sup>	-8.42	0.000 <sup>a</sup>
03	42.70	B	B D	-8.04	0.000 <sup>a</sup>	-7.89	0.000 <sup>a</sup>
14	56.30	B	D	-6.13	0.000 <sup>a</sup>	-6.02	0.000 <sup>a</sup>
13	83.76	D	E	-2.28	0.274	-2.24	0.292
12	89.02	D	C E	-1.54	0.797	-1.51	0.809
02	100.00	D	C	0.00	1.000	0.00	1.000
01	100.00	D	C	0.00	1.000	0.00	1.000
00	100.00	D	C				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 5.037066.

Cuadro 52.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado final.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
16	0.24	A	A	-14.76	0.000 <sup>a</sup>	-14.47	0.000 <sup>a</sup>
09	0.40	A	A	-14.74	0.000 <sup>a</sup>	-14.45	0.000 <sup>a</sup>
25	0.56	A	A	-14.71	0.000 <sup>a</sup>	-14.43	0.000 <sup>a</sup>
24	1.24	A	A	-14.61	0.000 <sup>a</sup>	-14.33	0.000 <sup>a</sup>
15	1.46	A	A	-14.58	0.000 <sup>a</sup>	-14.30	0.000 <sup>a</sup>
22	1.54	A	A	-14.57	0.000 <sup>a</sup>	-14.28	0.000 <sup>a</sup>
23	1.68	A	A	-14.55	0.000 <sup>a</sup>	-14.26	0.000 <sup>a</sup>
21	1.96	A	A	-14.51	0.000 <sup>a</sup>	-14.22	0.000 <sup>a</sup>
04	1.98	A	A	-14.50	0.000 <sup>a</sup>	-14.22	0.000 <sup>a</sup>
18	3.04	A	A	-14.35	0.000 <sup>a</sup>	-14.07	0.000 <sup>a</sup>
20	3.08	A	A	-14.34	0.000 <sup>a</sup>	-14.06	0.000 <sup>a</sup>
19	3.22	A	A	-14.32	0.000 <sup>a</sup>	-14.04	0.000 <sup>a</sup>
08	6.44	A E	A	-13.84	0.000 <sup>a</sup>	-13.57	0.000 <sup>a</sup>
11	6.76	A E	A	-13.80	0.000 <sup>a</sup>	-13.53	0.000 <sup>a</sup>
06	8.60	A E	A	-13.52	0.000 <sup>a</sup>	-13.26	0.000 <sup>a</sup>
17	31.48	B E	D	-10.14	0.000 <sup>a</sup>	-9.94	0.000 <sup>a</sup>
05	34.26	BC	CD	-9.73	0.000 <sup>a</sup>	-9.54	0.000 <sup>a</sup>
10	40.40	BC	CD	-8.82	0.000 <sup>a</sup>	-8.65	0.000 <sup>a</sup>
07	46.96	BC	C E	-7.85	0.000 <sup>a</sup>	-7.70	0.000 <sup>a</sup>
03	47.46	BC	C E	-7.77	0.000 <sup>a</sup>	-7.62	0.000 <sup>a</sup>
14	58.92	C	E	-6.08	0.000 <sup>a</sup>	-5.96	0.000 <sup>a</sup>
12	92.64	D	B	-1.09	0.990	-1.07	0.990
13	92.94	D	B	-1.04	0.994	-1.02	0.994
02	100.00	D	B	0.00	1.000	0.00	1.000
01	100.00	D	B	0.00	1.000	0.00	1.000
00	100.00	D	B				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,

<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 4.779277.

Cuadro 53.

Comparación de tratamientos del desgaste por humedecido y secado intermedio.

Ttos.	Media	Códigos de grupo		Método de Dunnett			
		Tukey <sup>d</sup>	Duncan <sup>d</sup>	t <sup>b</sup>	p-valor	t <sup>c</sup>	p-valor
25	0.00	A	A	-13.62	0.000 <sup>a</sup>	-13.36	0.000 <sup>a</sup>
24	0.00	A	A	-13.62	0.000 <sup>a</sup>	-13.36	0.000 <sup>a</sup>
22	0.02	A	A	-13.62	0.000 <sup>a</sup>	-13.36	0.000 <sup>a</sup>
15	0.10	A	A	-13.61	0.000 <sup>a</sup>	-13.34	0.000 <sup>a</sup>
09	0.12	A	A	-13.61	0.000 <sup>a</sup>	-13.34	0.000 <sup>a</sup>
16	0.18	A	A	-13.60	0.000 <sup>a</sup>	-13.33	0.000 <sup>a</sup>
23	0.28	A	A	-13.58	0.000 <sup>a</sup>	-13.32	0.000 <sup>a</sup>
21	0.36	A	A	-13.57	0.000 <sup>a</sup>	-13.31	0.000 <sup>a</sup>
04	1.44	AB	A	-13.43	0.000 <sup>a</sup>	-13.17	0.000 <sup>a</sup>
20	1.46	AB	A	-13.42	0.000 <sup>a</sup>	-13.16	0.000 <sup>a</sup>
19	1.56	AB	A	-13.41	0.000 <sup>a</sup>	-13.15	0.000 <sup>a</sup>
18	2.26	AB	A	-13.31	0.000 <sup>a</sup>	-13.06	0.000 <sup>a</sup>
08	4.66	ABC	A	-12.99	0.000 <sup>a</sup>	-12.74	0.000 <sup>a</sup>
11	5.38	ABC	A	-12.89	0.000 <sup>a</sup>	-12.64	0.000 <sup>a</sup>
06	7.32	ABC	A	-12.63	0.000 <sup>a</sup>	-12.38	0.000 <sup>a</sup>
17	28.30	BCD	B	-9.77	0.000 <sup>a</sup>	-9.58	0.000 <sup>a</sup>
05	31.80	CD	B	-9.29	0.000 <sup>a</sup>	-9.11	0.000 <sup>a</sup>
07	32.14	CD	B	-9.24	0.000 <sup>a</sup>	-9.06	0.000 <sup>a</sup>
10	35.60	D	B	-8.77	0.000 <sup>a</sup>	-8.60	0.000 <sup>a</sup>
03	40.34	D	B D	-8.13	0.000 <sup>a</sup>	-7.97	0.000 <sup>a</sup>
14	54.80	D	D	-6.16	0.000 <sup>a</sup>	-6.04	0.000 <sup>a</sup>
13	83.06	E	E	-2.31	0.260	-2.26	0.277
12	88.60	E	C E	-1.55	0.788	-1.52	0.801
02	100.00	E	C	0.00	1.000	0.00	1.000
01	100.00	E	C	0.00	1.000	0.00	1.000
00	100.00	E	C				

Nota: Las medias que comparten una letra en los códigos de grupo no son significativamente diferentes al 5%.

<sup>a</sup> Significativo en comparación con el tratamiento base; <sup>b</sup> Tratamiento 00: adobe no compactado sin cal o yeso; y,<sup>c</sup> Tratamiento 01: adobe compactado sin cal o yeso. <sup>d</sup> Error estándar 5.190745.

Cuadro 54.

Resumen de comparación de tratamientos en todas las variables con el tratamiento base: tratamiento 00.

Variable	Tratamientos																									
	Media inferior												Media superior													
Altura	10	05	21	06	24	01	00	20	02	07	08	17	09	03	11	22	13	15	19	04	14	18	12	23 <sub>b</sub>	16 <sub>b</sub>	25 <sub>b</sub>
Ancho	00	17 <sub>b</sub>	02 <sub>b</sub>	01 <sub>b</sub>	05 <sub>b</sub>	10 <sub>b</sub>	15 <sub>b</sub>	06 <sub>b</sub>	16 <sub>b</sub>	24 <sub>b</sub>	03 <sub>b</sub>	04 <sub>b</sub>	09 <sub>b</sub>	25 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>	11 <sub>b</sub>	08 <sub>b</sub>	18 <sub>b</sub>	07 <sub>b</sub>	13 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	19 <sub>b</sub>	20 <sub>b</sub>	21 <sub>b</sub>	12 <sub>b</sub>	22 <sub>b</sub>
Largo	17 <sub>a</sub>	10 <sub>a</sub>	01 <sub>a</sub>	02 <sub>a</sub>	24 <sub>a</sub>	25 <sub>a</sub>	05 <sub>a</sub>	06 <sub>a</sub>	15 <sub>a</sub>	16 <sub>a</sub>	08 <sub>a</sub>	09 <sub>a</sub>	03 <sub>a</sub>	04 <sub>a</sub>	14	23	20	18	07	11	13	21	19	22	12	00
Masa	24 <sub>a</sub>	20	21	15	13	06	14	10	25	22	00	23	16	19	17	08	09	18	01	07	11	02	05	04	03 <sub>b</sub>	12 <sub>b</sub>
Densidad	20 <sub>a</sub>	25 <sub>a</sub>	24 <sub>a</sub>	13 <sub>a</sub>	22 <sub>a</sub>	14 <sub>a</sub>	21 <sub>a</sub>	23 <sub>a</sub>	15 <sub>a</sub>	19 <sub>a</sub>	16 <sub>a</sub>	18 <sub>a</sub>	06	08	09	12	11	04	00	07	10	03	17	02 <sub>b</sub>	01 <sub>b</sub>	05 <sub>b</sub>

Variable	Tratamientos																									
	Media inferior													Media superior												
$M_r$	16	13	<b>00</b>	09	22	04	15	01	19	12	02	06	25	05	07	11	18	21	03	20	24	10	17	23	08	14
$\sqrt{M_r}$	16	13	<b>00</b>	09	22	04	15	19	01	12	02	25	05	06	07	11	18	21	03 <sub>b</sub>	20 <sub>b</sub>	24 <sub>b</sub>	10 <sub>b</sub>	17 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	08 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>
DHS <sub>i</sub>	16	09	25	04	18	07	22	08	24	23	11	06	20	19	21	15	14	12	03	13	05	17	<b>10</b>	02	<b>00</b>	01
DHS <sub>ii</sub>	14	15	13	12	16	25	09	18	04	22	24	23	19	21	20	08	07	11	06	<b>03</b>	05	10	17	02	01	<b>00</b>
DHS <sub>iii</sub>	09	16	14	25	15	24	04	22	23	18	21	20	19	08	12	11	06	<b>07</b>	03	17	05	10	13	02	01	<b>00</b>
DHS <sub>iv</sub>	15	16	09	25	24	22	04	23	21	20	19	18	08	11	<b>06</b>	07	03	17	05	10	12	14	13	02	01	<b>00</b>
DHS <sub>v</sub>	16	25	09	24	22	23	21	15	04	20	18	19	08	11	<b>06</b>	17	07	05	10	03	14	13	12	02	01	<b>00</b>
DHS <sub>vi</sub>	16	09	25	24	15	22	23	21	04	18	20	19	08	11	<b>06</b>	17	05	10	07	03	14	12	13	02	01	<b>00</b>
DHS <sub>vii</sub>	25	24	22	15	09	16	23	21	04	20	19	18	08	11	<b>06</b>	17	05	07	10	03	14	13	12	02	01	<b>00</b>

Nota: <sup>a</sup>Significativo. <sup>b</sup>Significativo.

Cuadro 55.

Resumen de comparación de tratamientos en todas las variables con el tratamiento base: tratamiento 01.

Variable	Tratamientos																									
	Media inferior													Media superior												
Altura	10	05	21	06	24	<b>01</b>	20	02	07	08	17	09	03	11	22	13	15	19	04	14	18	12	23 <sub>b</sub>	16 <sub>b</sub>	25 <sub>b</sub>	
Ancho	17	02	<b>01</b>	05	10	15	06	16	24 <sub>b</sub>	03 <sub>b</sub>	04 <sub>b</sub>	09 <sub>b</sub>	25 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>	11 <sub>b</sub>	08 <sub>b</sub>	18 <sub>b</sub>	07 <sub>b</sub>	13 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	19 <sub>b</sub>	20 <sub>b</sub>	21 <sub>b</sub>	12 <sub>b</sub>	22 <sub>b</sub>	
Largo	17	10	<b>01</b>	02	24	25	05	06	15	16	08 <sub>b</sub>	09 <sub>b</sub>	03 <sub>b</sub>	04 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	20 <sub>b</sub>	18 <sub>b</sub>	07 <sub>b</sub>	11 <sub>b</sub>	13 <sub>b</sub>	21 <sub>b</sub>	19 <sub>b</sub>	22 <sub>b</sub>	12 <sub>b</sub>	
Masa	24	20	21	15	13	06	14	10	25	22	23	16	19	17	08	09	18	<b>01</b>	07	11	02	05	04	03	12	
Densidad	20	25	24	13	22	14	21	23	15	19	16	18	06	08	09	12	11	04	07	10	03	17	02	<b>01</b>	05	
$M_r$	16	13	09	22	04	15	<b>01</b>	19	12	02	06	25	05	07	11	18	21	03	20	24	10	17 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	08 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>	
$\sqrt{M_r}$	16	13	09	22	04	15	19	<b>01</b>	12	02	25	05	06	07	11	18	21	03	20	24	10	17 <sub>b</sub>	23 <sub>b</sub>	08 <sub>b</sub>	14 <sub>b</sub>	
DHS <sub>i</sub>	16	09	25	04	18	07	22	08	24	23	11	06	20	19	21	15	14	12	03	13	05	17	<b>10</b>	02	<b>01</b>	
DHS <sub>ii</sub>	14	15	13	12	16	25	09	18	04	22	24	23	19	21	20	08	07	11	06	<b>03</b>	05	10	17	02	<b>01</b>	
DHS <sub>iii</sub>	09	16	14	25	15	24	04	22	23	18	21	20	19	08	12	11	06	<b>07</b>	03	17	05	10	13	02	<b>01</b>	
DHS <sub>iv</sub>	15	16	09	25	24	22	04	23	21	20	19	18	08	11	<b>06</b>	07	03	17	05	10	12	14	13	02	<b>01</b>	
DHS <sub>v</sub>	16	25	09	24	22	23	21	15	04	20	18	19	08	11	<b>06</b>	17	07	05	10	03	14	13	12	02	<b>01</b>	
DHS <sub>vi</sub>	16	09	25	24	15	22	23	21	04	18	20	19	08	11	<b>06</b>	17	05	10	07	03	14	12	13	02	<b>01</b>	
DHS <sub>vii</sub>	25	24	22	15	09	16	23	21	04	20	19	18	08	11	<b>06</b>	17	05	07	10	03	14	13	12	02	<b>01</b>	

Nota: <sup>a</sup>Significativo. <sup>b</sup>Significativo.

Anexo 19.

Prueba de hipótesis ANOVA de dos factores: Cal, yeso y la interacción Cal#Yeso.

Cuadro 56.

Prueba de hipótesis de las dimensiones, masa y densidad de la unidad de adobe.

Variable	FV	SCp	CM	F <sub>0</sub>	p-valor	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
Altura	Modelo	3.75188320	0.15632847	6.07	0.0000 <sup>a</sup>	0.160529	0.5928	0.4951
	Cal	2.00419280	0.25052410	9.72	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	0.39421678	0.05631668	2.19	0.0417 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.88425056	0.09825006	3.81	0.0004 <sup>a</sup>			
	Residual	2.57696000	0.02576960					
	Total	6.32884320	0.05103906					
Ancho	Modelo	1.34231680	0.05592987	15.47	0.0000 <sup>a</sup>	0.060130	0.7878	0.7369
	Cal	0.67250028	0.08406253	23.25	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	0.34991128	0.04998733	13.83	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.18066806	0.02007423	5.55	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	0.36156000	0.00361560					
	Total	1.70387680	0.01374094					
Largo	Modelo	3.61828320	0.15076180	20.63	0.0000 <sup>a</sup>	0.085485	0.8320	0.7916
	Cal	1.61850920	0.20231365	27.69	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	0.74421517	0.10631645	14.55	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.30290417	0.03365602	4.61	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	0.73076000	0.00730760					
	Total	4.34904320	0.03507293					
Masa	Modelo	7.29602000	0.30400083	9.44	0.0000 <sup>a</sup>	0.179426	0.6938	0.6204
	Cal	4.67277020	0.58409628	18.14	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	1.50142200	0.21448886	6.66	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	1.37244350	0.15249373	4.74	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	3.21936000	0.03219360					
	Total	10.51538000	0.08480145					
Densidad	Modelo	0.62928235	0.02622010	26.70	0.0000 <sup>a</sup>	0.031335	0.8650	0.8326
	Cal	0.49972184	0.06246523	63.62	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	0.10529895	0.01504271	15.32	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.03913469	0.00434830	4.43	0.0001 <sup>a</sup>			
	Residual	0.09818840	0.00098188					
	Total	0.72747075	0.00586670					

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SCp: Suma parcial de cuadrados. CM: Cuadrado medio. RMSE: Error cuadrático medio. GL: grados de libertad: GL<sub>Modelo</sub> = 24, GL<sub>Cal</sub> = 8, GL<sub>Yeso</sub> = 7, GL<sub>Cal#Yeso</sub> = 9, GL<sub>Residual</sub> = 100, GL<sub>Total</sub> = 124. No se incluye en la prueba los datos del Tratamiento 00. ◻<sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 57.

Prueba de hipótesis del módulo de rotura.

Variable	FV	SCp	CM	F <sub>0</sub>	p-valor	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
Módulo de rotura	Modelo	2.26316850	0.09429869	8.07	0.0000 <sup>a</sup>	0.108111	0.6594	0.5777
	Cal	0.36723090	0.04590386	3.93	0.0005 <sup>a</sup>			
	Yeso	1.10182540	0.15740363	13.47	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.83004655	0.09222739	7.89	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	1.16880160	0.01168802					
	Total	3.43197010	0.02767718					
$\sqrt{M_r}$	Modelo	0.91176515	0.03799021	8.58	0.0000 <sup>a</sup>	0.066533	0.6732	0.5947
	Cal	0.15145002	0.01893125	4.28	0.0002 <sup>a</sup>			
	Yeso	0.43475239	0.06210748	14.03	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	0.34266432	0.03807381	8.60	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	0.44266915	0.00442669					
	Total	1.35443430	0.01092286					

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SCp: Suma parcial de cuadrados. CM: Cuadrado medio. RMSE: Error cuadrático medio. GL: grados de libertad: GL<sub>Modelo</sub> = 24, GL<sub>Cal</sub> = 8, GL<sub>Yeso</sub> = 7, GL<sub>Cal#Yeso</sub> = 9, GL<sub>Residual</sub> = 100, GL<sub>Total</sub> = 124. No se incluye en la prueba los datos del Tratamiento 00. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 58.

Prueba de hipótesis del desgaste por humedecido y secado.

Variable	FV	SCp	CM	F <sub>0</sub>	p-valor	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
DHS <sub>i</sub>	Modelo	4201.01090	175.04212	11.63	0.0000 <sup>a</sup>	3.879630	0.7362	0.6729
	Cal	2399.81190	299.97649	19.93	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	849.63134	121.37591	8.06	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	1536.10740	170.67860	11.34	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	1505.15600	15.05156					
	Total	5706.16690	46.01748					
DHS <sub>ii</sub>	Modelo	24966.9280	1040.28860	66.19	0.0000 <sup>a</sup>	3.964340	0.9408	0.9266
	Cal	16517.3520	2064.66910	131.37	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	5159.2691	737.03844	46.90	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	6219.6137	691.06819	43.97	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	1571.5960	15.71596					
	Total	26538.5240	214.02035					
DHS <sub>iii</sub>	Modelo	62671.525	2611.31350	36.18	0.0000 <sup>a</sup>	8.495070	0.8967	0.8720
	Cal	41264.518	5158.06470	71.47	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	14334.467	2047.78100	28.38	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	16765.296	1862.81060	25.81	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	7216.628	72.16628					
	Total	69888.153	563.61414					
DHS <sub>iv</sub>	Modelo	102965.55	4290.23120	28.88	0.0000 <sup>a</sup>	12.18750	0.8739	0.8437
	Cal	50998.716	6374.83950	42.92	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	24553.073	3507.58180	23.61	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	35821.432	3980.15910	26.80	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	14853.608	148.53608					
	Total	117819.160	950.15448					

Variable	FV	SCp	CM	F <sub>0</sub>	p-valor	RMSE	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> <sub>aj</sub>
DHS <sub>v</sub>	Modelo	136559.350	5689.97270	43.13	0.0000 <sup>a</sup>	11.48630	0.9119	0.8908
	Cal	58497.370	7312.17120	55.42	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	30110.647	4301.52100	32.60	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	54631.277	6070.14190	46.01	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	13193.456	131.93456					
	Total	149752.800	1207.68390					
DHS <sub>vi</sub>	Modelo	151302.510	6304.27140	53.08	0.0000 <sup>a</sup>	10.89840	0.9272	0.9097
	Cal	62958.028	7869.75350	66.26	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	36405.035	5200.71930	43.79	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	60213.860	6690.42890	56.33	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	11877.576	118.77576					
	Total	163180.090	1315.96850					
DHS <sub>vii</sub>	Modelo	141214.560	5883.94020	42.00	0.0000 <sup>a</sup>	11.83670	0.9097	0.8881
	Cal	60029.100	7503.63760	53.56	0.0000 <sup>a</sup>			
	Yeso	32148.511	4592.64440	32.78	0.0000 <sup>a</sup>			
	Cal#Yeso	57142.100	6349.12220	45.32	0.0000 <sup>a</sup>			
	Residual	14010.796	140.10796					
	Total	155225.360	1251.81740					

Nota: FV: Fuente de variabilidad (efecto). SCp: Suma parcial de cuadrados. CM: Cuadrado medio. RMSE: Error cuadrático medio. GL: grados de libertad: GL<sub>Modelo</sub> = 24, GL<sub>Cal</sub> = 8, GL<sub>Yeso</sub> = 7, GL<sub>Cal#Yeso</sub> = 9, GL<sub>Residual</sub> = 100, GL<sub>Total</sub> = 124. No se incluye en la prueba los datos del Tratamiento 00. <sup>a</sup> Significativo.

Anexo 20.

Prueba de hipótesis MANOVA, relación variables dependientes con la cal, yeso y la interacción Cal#Yeso.

Cuadro 59.

Prueba de hipótesis interacción altura, ancho y largo de la unidad de adobe.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (a)	0.0343	24	72.0	293.7	8.54	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.8552		72.0	300.0	6.75	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	8.3063		72.0	290.0	11.15	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	6.2546		24.0	100.0	26.06	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (a)	0.1348	8	24.0	284.8	11.82	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2360		24.0	300.0	8.76	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	3.9376		24.0	290.0	15.86	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.2886		8.0	100.0	41.11	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (a)	0.2918	7	21.0	282.0	7.19	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	0.9025		21.0	300.0	6.15	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	1.8017		21.0	290.0	8.29	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	1.4070		7.0	100.0	20.1	0.0000 <sup>a</sup>
Cal#Yeso	W (a)	0.4007	9	27.0	286.9	3.91	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	0.7574		27.0	300.0	3.75	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	1.1230		27.0	290.0	4.02	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	0.6041		9.0	100.0	6.71	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raíz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 60.

Prueba de hipótesis interacción masa y densidad de la unidad de adobe.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (e)	0.0510	24	48.0	198.0	14.15	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.4738		48.0	200.0	11.67	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	8.3274		48.0	196.0	17	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	6.8167		24.0	100.0	28.4	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (e)	0.0852	8	16.0	198.0	30.03	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2945		16.0	200.0	22.94	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	6.2830		16.0	196.0	38.48	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.4675		8.0	100.0	68.34	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (e)	0.4421	7	14.0	198.0	7.13	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	0.6012		14.0	200.0	6.14	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	1.1638		14.0	196.0	8.15	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	1.0724		7.0	100.0	15.32	0.0000 <sup>a</sup>



FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Cal#Yeso	W (e)	0.5056	9	18.0	198.0	4.47	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	0.5778		18.0	200.0	4.51	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	0.8131		18.0	196.0	4.43	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	0.4266		9.0	100.0	4.74	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 61.

Prueba de hipótesis interacción módulo de rotura y desgaste por humedecido y secado final.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (e)	0.0241	24	48.0	198.0	22.46	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.5861		48.0	200.0	15.97	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	15.1934		48.0	196.0	31.02	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	13.2859		24.0	100.0	55.36	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (e)	0.1173	8	16.0	198.0	23.75	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.0826		16.0	200.0	14.75	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	5.8176		16.0	196.0	35.63	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.5082		8.0	100.0	68.85	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (e)	0.1230	7	14.0	198.0	26.18	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2416		14.0	200.0	23.39	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.1642		14.0	196.0	29.15	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.2532		7.0	100.0	46.47	0.0000 <sup>a</sup>
Cal#Yeso	W (e)	0.0945	9	18.0	198.0	24.79	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2329		18.0	200.0	17.86	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	6.1213		18.0	196.0	33.33	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.4901		9.0	100.0	61	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 62.

Prueba de hipótesis interacción  $\sqrt{M_r}$  y desgaste por humedecido y secado final.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (e)	0.0232	24	48.0	198.0	22.94	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.6002		48.0	200.0	16.68	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	15.2166		48.0	196.0	31.07	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	13.1799		24.0	100.0	54.92	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (e)	0.1157	8	16.0	198.0	24	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.0992		16.0	200.0	15.25	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	5.7833		16.0	196.0	35.42	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.4420		8.0	100.0	68.03	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (e)	0.1212	7	14.0	198.0	26.47	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2519		14.0	200.0	23.91	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.1698		14.0	196.0	29.19	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.2115		7.0	100.0	45.88	0.0000 <sup>a</sup>

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Cal#Yeso	W (e)	0.0919	9	18.0	198.0	25.29	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2510		18.0	200.0	18.56	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	6.1533		18.0	196.0	33.5	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.4710		9.0	100.0	60.79	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 63.

Prueba de hipótesis interacción módulo de rotura y desgaste por humedecido y secado intermedio.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (e)	0.0296	24	48.0	198.0	19.84	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.5686		48.0	200.0	15.15	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	12.5563		48.0	196.0	25.64	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	10.6633		24.0	100.0	44.43	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (e)	0.1390	8	16.0	198.0	20.82	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.0538		16.0	200.0	13.92	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.8067		16.0	196.0	29.44	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	4.4983		8.0	100.0	56.23	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (e)	0.1506	7	14.0	198.0	22.3	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.1816		14.0	200.0	20.63	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	3.4331		14.0	196.0	24.03	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	2.5772		7.0	100.0	36.82	0.0000 <sup>a</sup>
Cal#Yeso	W (e)	0.1115	9	18.0	198.0	21.94	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2064		18.0	200.0	16.89	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	5.1180		18.0	196.0	27.86	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	4.4817		9.0	100.0	49.8	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 64.

Prueba de hipótesis interacción  $\sqrt{M_r}$  y desgaste por humedecido y secado intermedio.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (e)	0.0284	24	48.0	198.0	20.34	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.5829		48.0	200.0	15.81	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	12.6689		48.0	196.0	25.87	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	10.6503		24.0	100.0	44.38	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (e)	0.1365	8	16.0	198.0	21.12	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.0711		16.0	200.0	14.41	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.8049		16.0	196.0	29.43	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	4.4642		8.0	100.0	55.8	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (e)	0.1476	7	14.0	198.0	22.67	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.1933		14.0	200.0	21.13	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	3.4645		14.0	196.0	24.25	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	2.5635		7.0	100.0	36.62	0.0000 <sup>a</sup>

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Cal#Yeso	W (e)	0.1076	9	18.0	198.0	22.53	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.2251		18.0	200.0	17.57	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	5.2000		18.0	196.0	28.31	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	4.5152		9.0	100.0	50.17	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 65.

Prueba de hipótesis interacción desgaste por humedecido y secado primer, segundo, tercer y cuarto ciclo.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (a)	0.0072	24	96.0	386.8	9.96	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	2.2660		96.0	400.0	5.45	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	19.9108		96.0	382.0	19.81	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	15.9462		24.0	100.0	66.44	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (a)	0.0509	8	32.0	359.3	13.95	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.4637		32.0	400.0	7.21	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	9.6915		32.0	382.0	28.92	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	8.8198		8.0	100.0	110.25	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (a)	0.0988	7	28.0	351.2	11.29	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.3862		28.0	400.0	7.58	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.7394		28.0	382.0	16.16	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.7445		7.0	100.0	53.49	0.0000 <sup>a</sup>
Cal#Yeso	W (a)	0.0484	9	36.0	365.2	12.62	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.7071		36.0	400.0	8.27	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	7.1853		36.0	382.0	19.06	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.5540		9.0	100.0	61.71	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 66.

Prueba de hipótesis interacción desgaste por humedecido y secado primer ciclo, segundo ciclo, tercer ciclo y cuarto ciclo.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (a)	0.0072	24	96.0	386.8	9.96	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	2.2660		96.0	400.0	5.45	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	19.9108		96.0	382.0	19.81	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	15.9462		24.0	100.0	66.44	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (a)	0.0509	8	32.0	359.3	13.95	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.4637		32.0	400.0	7.21	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	9.6915		32.0	382.0	28.92	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	8.8198		8.0	100.0	110.25	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (a)	0.0988	7	28.0	351.2	11.29	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.3862		28.0	400.0	7.58	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.7394		28.0	382.0	16.16	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.7445		7.0	100.0	53.49	0.0000 <sup>a</sup>

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Cal#Yeso	W (a)	0.0484	9	36.0	365.2	12.62	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.7071		36.0	400.0	8.27	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	7.1853		36.0	382.0	19.06	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	5.5540		9.0	100.0	61.71	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.

Cuadro 67.

Prueba de hipótesis interacción desgaste por humedecido y secado tercer ciclo, cuarto ciclo, quinto ciclo y final.

FV	Estadístico	GL	GL <sub>1</sub>	GL <sub>2</sub>	F <sub>0</sub>	p-valor	
Modelo	W (a)	0.0053	24	96.0	386.8	11.09	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	2.3613		96.0	400.0	6.00	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	22.8423		96.0	382.0	22.72	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	18.6408		24.0	100.0	77.67	0.0000 <sup>a</sup>
Cal	W (a)	0.0417	8	32.0	359.3	15.35	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.3999		32.0	400.0	6.73	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	13.2977		32.0	382.0	39.69	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	12.6056		8.0	100.0	157.57	0.0000 <sup>a</sup>
Yeso	W (a)	0.0969	7	28.0	351.2	11.42	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.3845		28.0	400.0	7.56	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	4.8899		28.0	382.0	16.68	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	3.9368		7.0	100.0	56.24	0.0000 <sup>a</sup>
Cal#Yeso	W (a)	0.0408	9	36.0	365.2	13.68	0.0000 <sup>a</sup>
	P (a)	1.8718		36.0	400.0	9.77	0.0000 <sup>a</sup>
	L (a)	6.8187		36.0	382.0	18.09	0.0000 <sup>a</sup>
	R (u)	4.5650		9.0	100.0	50.72	0.0000 <sup>a</sup>
Residual		100					
Total		124					

Nota:  $F_0 = F(GL_1, GL_2)$ . W: Lambda de Wilks, P: Rastreo de Pillai, L: Rastreo de Lawley-Hotelling, R: Raiz máxima de Roy. (e) Exacto, (a) Aproximado, (u) Límite superior de F. <sup>a</sup> Significativo.