



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL MORTERO USANDO DOS ADITIVOS: CAL Y HT-SIKALATEX PARA MUROS DE LADRILLO ARTESANAL Y LADRILLO INDUSTRIAL, CAJAMARCA 2022”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Walther Stuard Hernandez Roman

Asesor:

Dr. Ing. Luis Vásquez Ramírez

Cajamarca - Perú

2022

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES	7
RESUMEN.....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO II. MÉTODO.....	15
CAPÍTULO III. RESULTADOS	45
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	72
REFERENCIAS	78
ANEXOS	81

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Detalle de los ensayos del trabajo de investigación.....	16
Tabla 2: Número de muestras por ensayo a la resistencia a la comprensión del trabajo de investigación	17
Tabla 3: Identificación de Variables.....	18
Tabla 4: Ensayos previos que se realizaron para determinar propiedades físico-mecánicas de los materiales.....	19
Tabla 5: Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.....	20
Tabla 6: Porcentaje que pasa para aceptar la granulometría en morteros.....	28
Tabla 7: Cemento Portland Requisitos Físicos.....	32
Tabla 8: Cemento Portland Requisitos Químicos.....	32
Tabla 9: Resistencia de los prismas de albañilería según zona.....	35
Tabla 10: Incremento de f'_m y v'_m por edad.....	43
Tabla 11: Factores de corrección de f'_m por esbeltez.....	43
Tabla 12: Rango de aceptación de los cubos de Mortero según la edad del ensayo.....	43
Tabla 13: Especificaciones técnicas realizadas en Laboratorio para la Cal:.....	44
Tabla 14: Especificaciones técnicas realizadas en Laboratorio para el HT-Sikalatex.....	44
Tabla 15: Variación dimensional del largo del ladrillo artesanal.....	45
Tabla 16: Variación dimensional del ancho del ladrillo artesanal.....	45
Tabla 17: Variación dimensional de la altura del ladrillo artesanal.....	46
Tabla 18: Variación dimensional del largo del ladrillo industrial.....	46
Tabla 19: Promedio de alabeo en el ladrillo industrial.....	49
Tabla 20: Resultados de la absorción del Ladrillo artesanal.....	51
Tabla 21: Resultados de la absorción del Ladrillo industrial.....	51
Tabla 22: Resultados de la Succión del Ladrillo artesanal.....	52
Tabla 23: Resultados de la Succión del Ladrillo industrial.....	52
Tabla 24: Resistencia A Compresión del ladrillo artesanal.....	53
Tabla 25: Resistencia A Compresión del ladrillo industrial.....	54
Tabla 26: Contenido de humedad de la Arena gruesa.....	55
Tabla 27: Gravedad Específica Y Absorción De Agregados Finos.....	57
Tabla 28: Peso Específico Del Cemento Hidráulico.....	58
Tabla 29: Diferentes consistencias de mortero.....	60
Tabla 30: Valores de “b” para distintas consistencias y módulos de finura de la arena.....	61
Tabla 31: Datos de humedad de la arena.....	62
Tabla 32: Proporciones en peso de los agregados.....	63
Tabla 33: Dosificación del cemento-arena-agua.....	63
Tabla 34: Dosificación por tanta de saco del cemento-arena-agua.....	63
Tabla 35: Resistencia Promedio de los Morteros adicionado 4% de HT-SikaLatex.....	64
Tabla 36: Resistencia Promedio de los Morteros adicionado 6% de HT-SikaLatex.....	65
Tabla 37: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos artesanales sin incorporación de aditivo.....	66
Tabla 38: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos artesanales con 4% de cal.....	66
Tabla 39: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos artesanales con 6% de cal.....	67
Tabla 40: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos artesanales con 4% de HT-SikaLatex.....	67
Tabla 41: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos artesanales con 6% de HT-SikaLatex.....	68
Tabla 42: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos industriales con 6% de cal.....	70
Tabla 43: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos industriales con 4% de HT-SikaLatex.....	70
Tabla 44: Resistencia a la compresión de pilas de ladrillos industriales con 6% de HT-SikaLatex.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: El diseño de la investigación	15
Figura 2: Calibre vernier.....	21
Figura 3: Medición con el Vernier en los ladrillos.....	22
Figura 4: Cuña para medir alabeo	23
Figura 5: Alabeo de los ladrillos	23
Figura 6: Con la ayuda de la cuña se realiza la verificación de convexidad y concavidad.....	24
Figura 7: Colocación de los ladrillos en la bandeja de absorción y curado	25
Figura 8: Prensa hidráulica para el ensayo de compresión.....	26
Figura 9: Ensayo de Resistencia a la unidad de albañilería.....	27
Figura 10: Taras en el horno para el contenido de humedad	30
Figura 11: Materiales que se usa para el peso específico y absorción del agregado fino	31
Figura 12: Cemento Pacasmayo Portland Tipo ICo.	31
Figura 13: Medición con el termómetro del agua y con la gasolina + cemento	33
Figura 14: Cal de Obra que se utilizara en las dosificaciones + mortero	34
Figura 15: SikaLatex, aditivo que se usara para el mortero.....	35
Figura 16: Comparación de Variación dimensional Largo entre Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	48
Figura 17: Comparación de Variación dimensional Ancho entre Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	48
Figura 18: Comparación de Variación dimensional Altura entre Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	48
Figura 19: Comparación en Alabeo Lado A entre Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	50
Figura 20: Comparación en Alabeo Lado B entre Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	50
Figura 21: Comparación de la Absorción del Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial.....	51
Figura 22: Comparación de la Succión del Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial	53
Figura 23: Comparación de la Resistencia a la Compresión del Ladrillo Artesanal y Ladrillo Industrial.	54
Figura 24: Granulometría de la Arena fina entre abertura de tamices y porcentaje que pasa	56
Figura 25: Correspondencia entre valores de relación agua-cemento y resistencia a la compresión para morteros hechos con cemento portland tipo I y arena de rio.	60
Figura 26: Relación entre la % fluidez y la relación agua-cemento	60
Figura 27: Comparación de los Morteros desde el uso tradicional (sin aditivo) y con la incorporación de aditivos.	65
Figura 28: Comparación de la resistencia a compresión de las diferentes incorporaciones de dosificaciones de aditivos en ladrillo artesanal.	68
Figura 29: Comparación de la resistencia a compresión de las diferentes incorporaciones de dosificaciones de aditivos en ladrillo industrial.	71
Figura 30: Ensayo de Alabeo	81
Figura 31: Ensayo de Variabilidad dimensional	81
Figura 32: Ensayo a compresión de la unidad de albañilería.....	82
Figura 33: Ensayo de Succión	82
Figura 34: Posterior a las 24h recojo de la unidad de albañilería.....	83
Figura 35: Colocación en la Estufa la unidad de albañilería (ensayo de succión).....	83
Figura 36: Subrayado de los ladrillos para el ensayo de absorción	84
Figura 37: Ensayo de absorción.....	84
Figura 38: Ensayo del peso específico del cemento hidráulico.....	85
Figura 39: Frascos de Le chateleir con gasolina hasta la marca 0.....	85
Figura 40: Medida con el termómetro agua – gasolina + cemento en el frasco Chateleir.....	86
Figura 41: Ensayo de Gravedad específica – cono metálico	86
Figura 42: Fiola + agregado fino(arena) + agua.....	87
Figura 43: Ensayo de Contenido de humedad Taras + arena.....	87
Figura 44: Ensayo de Granulometría del agregado fino.....	88
Figura 45: Peso de cada Porcentaje que pasa	88
Figura 46: Pilas de Ladrillos Industriales y Artesanales	89
Figura 47: Toma de Medidas en las Pilas de Albañilería	89
Figura 48: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Pilas de Ladrillo Industrial.....	90
Figura 49: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Pilas de Ladrillo Artesanal.....	90
Figura 50: Medición de los Morteros de concreto.....	91
Figura 51: Resistencia a la Compresión de Morteros de concreto	91

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Longitud promedio del ancho.....	37
Ecuación 2: Longitud promedio de la altura.....	37
Ecuación 3: Longitud promedio del largo.....	37
Ecuación 4: Variación dimensional del ancho.....	37
Ecuación 5: Variación dimensional de la altura.....	37
Ecuación 6: Variación dimensional del largo.....	37
Ecuación 7: Alabeo.....	38
Ecuación 8: Absorción (kg/m ³).....	38
Ecuación 9: Absorción (%).....	38
Ecuación 10: Porcentaje retenido.....	39
Ecuación 11: Porcentaje retenido acumulado.....	39
Ecuación 12: Porcentaje que pasa.....	39
Ecuación 13: Modulo de Finura.....	40
Ecuación 14: Peso del material húmedo.....	40
Ecuación 15: Peso del material seco.....	40
Ecuación 16: Contenido de humedad.....	41
Ecuación 17: Volumen de masa.....	41
Ecuación 18: Peso específico de agregado.....	41
Ecuación 19: Porcentaje de absorción.....	41
Ecuación 20: Volumen desplazado.....	42
Ecuación 21: Peso específico del cemento.....	42
Ecuación 22: Resistencia a la compresión.....	42
Ecuación 23: Área.....	42
Ecuación 24: Proporción 1:n.....	61
Ecuación 25: Contenido del cemento.....	61
Ecuación 26: Contenido de agua.....	62
Ecuación 27: Contenido de arena.....	62

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, da a conocer la resistencia entre el mortero y la unidad de albañilería. Para ello tiene como base a las diferentes Normas Técnicas Peruanas (Reglamento Nacional de Edificaciones) y/o Internacionales, (NTP E.070, NTG 41050, ASTM C270-10). Donde se realizaron diferentes ensayos para obtener como resultado la resistencia axial del mortero – ladrillo. Se realizó el diseño de mezcla del mortero con el aditivo (cal y HT-sikalatex) y sin el aditivo (testigos); con las siguientes combinaciones generales: combinación 1 (ladrillo artesanal de arcilla con mortero con cal), combinación 2 (ladrillo artesanal con mortero con HT-Sikalatex), combinación 3 (ladrillo industrial con mortero con cal), combinación 4 (ladrillo industrial con mortero con HT-Sikalatex). Para lograr esta comparación, se utilizaron ladrillos de tipo II y tipo solida clasificado por su resistencia; para los morteros se utilizó adición con cal y con HT-Sikalatex, con las proporciones que se especifican en el desarrollo de la tesis. Para determinar dicha resistencia, previamente se realizaron las propiedades físico-mecánicas de los materiales que se utilizaron para la presente tesis, donde los siguientes ensayos y/o evaluaciones fueron: Ladrillo: Peso, Variabilidad Dimensional, Alabeo, Absorción, Succión, Resistencia a la compresión; y de la forma colectiva: Resistencia a la compresión axial de las pilas de albañilería; Agregado fino – Granulometría, gravedad específica, Contenido de Humedad; Cemento – Peso específico, comparando con la NTP-E:0.70-Albañilería.

Palabras clave: Resistencia, Aditivo, Concreto, Mortero, Adherencia

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Aguirre Cabrera, D., & Pacheco Giron, R. (2007). *Aditivos para Concreto*. Obtenido de <http://www.uae.edu.sv/docs/investigacion/USO%20DE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>
- American Concrete Institute ASTM-C494. (1991). *Aditivos químicos para concreto*. American Concrete Institute, EE.UU.
- Arizzi, A., & Cultrone, G. (2012). La Influencia de la Interfase Árido-Matriz en las propiedades del mortero - Cal. *Revista de la Sociedad Española de Mineralogía*, 2 - 5.
- Arriola, J. (2009). *Diseño de morteros con cementos hidráulicos para la construcción de muros con elementos de mampostería*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Barajas, B., Castro, A., & Marco, d. (2012). Evaluación de la adherencia, Rendimiento y Costo de los Morteros a base de cal en la Vivienda sustentable. *Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 8.
- Cabrera B., K. (2013). Estudio de las Propiedades Fisico y Mecanicas del ladrillo King Kong del Centro Poblado El Cerrillo. *Universidad Nacional de Cajamarca*, 131 pp.
- Cabrera Montes, F., Herrera Valencia, J., Pesantez Cedeño, G., Cedeño, J., Santos, E., & Aguirre, C. (2011). Dosificación de Mortero con Cascara de Arroz y Comprobación de Adherencia en Paredes de Bloques de Concreto. *Universidad Laica Vicente Rocafuerte*, 8.
- Calero Amores, M. (2018). *Ficha Técnica Comparativa de la Adherencia del Mortero a Elementos Estructurales Mediante Metodos Artesanales y Productos Adherentes*. Guayaquil.
- Comité 212 del ACI. (1994). *Aditivos para hormigones, morteros y pastas*. Madrid.
- Donis Arriola, J. M. (2010). Diseño de Morteros con Cementos Hidráulicos para la Construcción de Muros con Elementos de Manposteria. *Universidad de San Carlos de Guatemala*, 162 pp.
- Edificaciones, R. N. (2018). Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). Albañilería estructural. *Fondo editorial de la Pontificia Universidad católica del Perú.*, 250pp.
- Gaspar, D. (2002). Aditivos para hormigones,. *Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 9.
- Guaman Martillo, M. A., & Ortiz Valverde, V. H. (2018). *Ficha Técnica comparativa de la Adherencia del Mortero a Elementos Estructurales mediante metodos Artesanales y Productos adherentes*. Guayaquil,.
- Gutiérrez, L. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. *Manizales, Colombia: Centro de publicaciones universidad nacional de Colombia.*, 24-30.

- Gutierrez, M. D. (2017). Adherencia entre el Mortero y el Ladrillo Maciso al invertir su Cara de Asiento. *Universidad Privada Del Norte*, 140 pp.
- Hidalgo, C. A. (2015). *Influencia sobre la Adherencia Mortero-Ladrillo del Aditivo Impermeabilizante en Albañilerías*. Chile: Universidad Valparaíso de Chile.
- Indecopi. (2013). *Cementos Portland adicionados*. INDECOPI 2013. Lima: NTP: 334.090-2013.
- Leon Consuegra, L., & Torres Fuentes, M. (2012). Propuesta de mortero para ser utilizado en la reparación y rehabilitación de estructuras. *Arquitectura e Ingeniería*, 9.
- Mendoza Rangel, J., Flores Jarquin, J., De Los Santos, E., & Garcés Terradillos, P. (2016). Durabilidad de morteros de reparación sustentables expuestos a ambiente industrial. *ALCONPAT*, 12.
- Montoya, Y. (2009). Comportamiento Mecánico y de Fraguado de Morteros de Cemento Portland gris tipo III con Aditivos. *Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq*, 5 pp.
- Montoya, Y., Cadavid, A., & Gomez, M. (2009). *Comportamiento Mecánico y de fraguado de Morteros de Cemento Portland Gris tipo III con Aditivos*. Colombia: Rev.EIA.Esc.Ing.Antioq no.11 .
- Morante Portocarrero, A. A. (2009). *Mejora de la Adherencia Mortero-Ladrillo de Concreto*. Lima.
- Navas C., A., & Campos R., A. M. (2018). Influencia de la cal en el mortero de pega para mampostería. *Universidad de Costa Rica*, 11 pp.
- Norma E.060 Concreto Armado. (2009). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO.
- Norma-E.070-Albañilería. (2015). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: Sencico.
- Ortiz, J., Aguado, A., Roncero, J., & Zermeño, M. (2015). Influencia de la Temperatura Ambiental sobre las Propiedades de Trabajabilidad y Microestructurales de Morteros y pasta de Cemento. *Departamento de Construcción*, 23.
- Paes, I., Bauer, E., Carasek, H., & Pavón, E. (2014). Influencia del transporte de agua en morteros de revestimiento, en la resistencia a la adherencia. *Revista Ingeniería de Construcción RIC*, 12.
- Salguero Ferreira, J. M., Osornio Rubio, N. R., Martínez González, G. M., & Palma Tirado, M. L. (2013). Optimización de la adherencia de un Geopolímero al ladrillo rojo por medio de un Diseño de Experimentos y Metodología de superficie de respuesta. *LPCN – CINVESTAV*, 6.
- San Bartolomé, Á., & Morante., Á. (2009). Estudio de la Adherencia Mortero - Concreto vibrado en tres técnicas de Construcción. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 10 pp.
- San Bartolomé, A., Romero, C., & Torres, J. C. (2010). Mejora de la adherencia Bloque-Mortero. *Mejora de la adherencia Bloque-Mortero*, pág. 8.

- Sanchez de Guzmán , D. (1994). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Bogotá: Bhandar Editores.
- Valentini, P., & Kazmierczak, C. (2016). Evaluación de la adherencia de baldosas cerámicas aplicadas como revestimiento de fachada. *Asociación Latinoamericana de Control de Calidad, Patología y Recuperación de la Construcción*, 13.
- Vázquez Romero, J. (2010). Adherencia al Hormigón de morteros de diferentes Bases Químicas. *TESIS DOCTORAL*, (pág. 367). Madrid.
- Vega, M. C. (2019). Evaluacion del uso de Aditivos sobre la Mezcla Convencional de Concreto en Morteros de Cementos para el aumento de su Resistencia. *Fundacion Universidad America*, 163 pp.
- Vegas, I., Azkarate, I., & Juarrero, A. (2009). Diseño y prestaciones de morteros de albañilería elaborados con áridos reciclados procedentes de escombros de hormigón. *Materiales de Construcción*, 14.