



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación de las propiedades físico mecánicas del ladrillo
artesanal de arcilla incorporando lodo de la PTAR La Chilla -
Juliaca, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Br. Quispe Apaza, Manuel (ORCID: [0000-0002-9798-7926](https://orcid.org/0000-0002-9798-7926))

ASESOR:

Mg. Arévalo Vidal, Samir Augusto (ORCID: [0000-0002-6559-0334](https://orcid.org/0000-0002-6559-0334))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

A DIOS por derramar sus bendiciones día a día para seguir adelante y permitirme llegar hasta aquí. A mi esposa, hijos, mis padres, hermanos y amigos por motivarme a seguir adelante a pesar de las vicisitudes que se presentan en la vida.

Agradecimiento

A la Universidad César Vallejo, al personal administrativo y docente que labora y de manera muy en especial a Mg. Arévalo Vidal Samir A. por darme la ayuda y oportunidad de concluir con mi estudio superior.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	ii
Resumen	v
Abstract	vi
I. INTRODUCCION	7
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	24
3.2 Variables y operacionalización.....	25
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	26
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	27
3.5 Procedimientos	28
3.6 Método de análisis de datos.....	33
3.7 Aspectos éticos	81
IV. RESULTADOS	82
V. DISCUSIÓN	91
VI. CONCLUSIONES.....	95
VII. RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS.....	99
ANEXOS	106

Índice de tablas

Tabla 1. Albañilería para fin estructura de acuerdo a su clase.....	17
Tabla 2. Requerimientos imprescindibles de la unidad de arcilla de acuerdo a la ITINTEC 331.017	18
Tabla 3. Factores de corrección. E070.....	20
Tabla 4. Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm ²)	21
Tabla 5. Interpretación de la validez.....	28
Tabla 6. Validez de los instrumentos de las variables: V1 Lodo de la PTAR y V2 Propiedades físico mecánicos de la unidad de albañilería, se acuerdo a los expertos	28
Tabla 7. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 0%	36
Tabla 8. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 5%	36
Tabla 9. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 10%	37
Tabla 10. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 15%	37
Tabla 11. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 20%	38
Tabla 12. Resumen de la variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR varios porcentajes	38
Tabla 13. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%	41
Tabla 14. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 5%	42
Tabla 15. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%	42
Tabla 16. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 15%	42
Tabla 17. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%	43
Tabla 18. Resumen del alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR.....	43
Tabla 19. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%	45
Tabla 20. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 5%	45
Tabla 21. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%	45

Tabla 22. Determinación de densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 15% ..	45
Tabla 23. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%	46
Tabla 24. Resumen general de las densidades del ladrillo con adición de lodo en diversos %	46
Tabla 25. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%	48
Tabla 26. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%	48
Tabla 27. Determinación de la absorción del ladrillo con de lodo de la PTAR de 10%	49
Tabla 28. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 15%	49
Tabla 29. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%	49
Tabla 30. Resumen de la absorción del ladrillo con lodo en diversos porcentajes	50
Tabla 31. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%	53
Tabla 32. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%	54
Tabla 33. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 10%	54
Tabla 34. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%	54
Tabla 35. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%	55
Tabla 36. Resumen de la succión del ladrillo con lodo de la PTAR en diversos porcentajes	55
Tabla 37. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%	58
Tabla 38. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%	59
Tabla 39. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%	59
Tabla 40. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%	59
Tabla 41. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%	60
Tabla 42. Resumen de la cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en variables porcentajes	60

Tabla 43. Resistencia a la compresión uniaxial del con lodo de la PTAR en 0% .	63
Tabla 44. Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%	63
Tabla 45 Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%	64
Tabla 46. Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%	64
Tabla 47. Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%	65
Tabla 48. Resumen de la resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de diversos porcentajes	66
Tabla 49. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%.....	68
Tabla 50. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%.....	68
Tabla 51. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 10%.....	69
Tabla 52. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%.....	69
Tabla 53. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%.....	69
Tabla 54. Resumen de resistencia a la tracción del ladrillo con lodo en varios porcentajes.....	69
Tabla 55. Peso del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diversos porcentajes	73
Tabla 56. Color de los ladrillos con lodo de diversas dosificaciones	74
Tabla 57. Textura del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diferentes porcentajes	74
Tabla 58. Dureza del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diferentes porcentajes	75
Tabla 59. Solidez en el ladrillo de arcilla con lodo en diversas proporciones.....	76
Tabla 60. Análisis de Varianza para los datos de la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo	77
Tabla 61. Agrupación de muestras utilizando el método de Duncan y una confianza de 95%	79
Tabla 62. Resumen de las propiedades físicas del ladrillo con lodo de la PTAR en diversas dosificaciones	84

Tabla 63. Resumen de clasificación del tipo de ladrillos con lodo de la PTAR, según las normas indicadas.....	86
Tabla 64. Resumen de valores de la $f'b$, $f'm$ y $f'tb$ con lodo en 0, 5, 10, 15 y 20%.	87
Tabla 65. Resumen de las características de los ladrillos con lodo de la PTAR ..	89

Índice de figuras

Figura 1. Carta de plasticidad.....	16
Figura 2. Copa de casagrande	16
Figura 3. Obtención del límite plástico	16
Figura 4. Resistencia a la compresión axial	20
Figura 5. Resistencia a la compresión uniaxial en prisma.....	21
Figura 6. Resistencia a la tracción	22
Figura 7. Diagrama de flujo del procedimiento.....	29
Figura 8. PTAR La Chilla - Juliaca	30
Figura 9. Coordinación con personal a cargo de la PTAR	30
Figura 10. Extracción de lodo.....	30
Figura 11. Proceso de secado de los especímenes.....	31
Figura 12. Verificación de secado de especímenes.....	31
Figura 13. Ingreso del ladrillo al horno artesanal.....	31
Figura 14. Elaboración de los primas de albañilería.....	32
Figura 15. Asentado de pilas para la resistencia.....	32
Figura 16. Endurecimiento y curado de pilas de albañilería en un ambiente no menor a 10 °C	32
Figura 17. Cuarteo de muestra lodo de la PTAR.....	32
Figura 18. Zarandeo de muestra para granulometría.....	32
Figura 19. Límite líquido en la copa de casagrande.....	32
Figura 20. Medición del largo del espécimen	35
Figura 21. Medición del ancho del espécimen	35
Figura 22. Medición de la altura del espécimen	35
Figura 23. Comparación de la variación dimensional del largo del ladrillo con la NTE.070	39
Figura 24. Comparación de la variación dimensional del ancho del ladrillo con la NTE.070	40
Figura 25. Comparación de la variación dimensional de la altura del ladrillo con la NTE.070	40
Figura 26. Medición alabeo concavidad E-01.....	41
Figura 27. Medición alabeo convexidad E-03.....	41

Figura 28. Medición alabeo convexidad E-02.....	41
Figura 29. comparación de la variación de la concavidad y convexidad en el ladrillo con lodo y la NTE.070	44
Figura 30. Comparación de la densidad del ladrillo incorporando lodo de diferentes porcentajes con la norma ITINTEC 331.017	47
Figura 31. Colocado al tanque de agua de los especímenes.....	48
Figura 32. Acomodo de especímenes.....	48
Figura 33. Extracción de especímenes de tanque de agua	48
Figura 34. Comparación entre la variación de la absorción del ladrillo con diferentes % y la Norma ITINTEC 331.017	51
Figura 35. Comparación de la variación de la absorción máxima del ladrillo con diferentes % de lodo y la Norma ITINTEC 331.017.....	52
Figura 36. Comparación de la variación del coeficiente de saturación del ladrillo con diferentes % de lodo y la Norma ITINTEC 331.017.....	53
Figura 37. Comparación de la variación de la succión del ladrillo con lodo de la PTAR y la NTE.070	56
Figura 38. Resistencia a la compresión del espécimen con 10% de lodo.....	58
Figura 39. Rotura de ladrillo con 20% de lodo.....	58
Figura 40. Resistencia a la compresión del espécimen con 5% de lodo.....	58
Figura 41. Variación de la resistencia a la compresión f'_b en los ladrillos con adición de lodo y la NTE.070	61
Figura 42. Resistencia a la compresión uniaxial M-04	62
Figura 43. Resistencia a la compresión uniaxial M-03	62
Figura 44. Resistencia a la compresión uniaxial M-06	62
Figura 45. Comparación de la variación de la resistencia a la compresión f'_m en prismas del ladrillo de arcilla con lodo y la NTE.070	67
Figura 46. Resistencia de tracción con apoyos	68
Figura 47. Resistencia de tracción por flexión M-05.....	68
Figura 48. Resistencia de tracción por flexión con acomodo de apoyos en la base a 18 cm	68
Figura 49. Comparación de la variación de la resistencia a la tracción f'_{tb} del ladrillo incorporado de lodo y la NTE.070	71
Figura 50. Pesaje de los especímenes	73

Figura 51. Determinación del color de los especímenes	73
Figura 52. Determinación de la textura de los especímenes.....	73
Figura 53. Gráfica de intervalos de compresión de unidades de albañilería vs ladrillo con lodo (95% IC para la media)	78
Figura 54. Gráfica de caja de compresión de unidades de albañilería.....	79
Figura 55. Mapa político del Perú.....	82
Figura 56. Mapa político del Departamento de Puno	82
Figura 57. Mapa de la Provincia de San Román	82
Figura 58. Mapa de Distrito de Juliaca.	82
Figura 59. Determinación del alabeo del ladrillo 10% de incorporado de lodo.....	84
Figura 60. Determinación de la variación dimensional del ladrillo 5% incorporado de lodo	84
Figura 61. Ensayo de resistencia a la compresión axial al ladrillo de 15% incorporado de lodo.....	87
Figura 62. Ensayo de resistencia a la compresión uniaxial de prismas de ladrillo con incorporación de 20% de lodo	87
Figura 63. Resumen de valores de las f'_b , f'_m y f'_{tb} con incorporación de lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%.....	88
Figura 64. Definición del peso del ladrillo artesanal de arcilla incorporado con lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%.....	89
Figura 65. Definición de la característica (color) del ladrillo artesanal incorporado con lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%	89

Resumen

La presente investigación titulada Evaluación de la Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, 2021; fijando como objetivo: Evaluar si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021. Como metodología se aplicó el método científico del tipo aplicada del nivel explicativo y diseño experimental. Para lo cual se fabricó ladrillos con incorporación de lodo de la PTAR La Chilla en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% respecto al volumen determinado sus propiedades físico mecánicas y características.

Donde los resultados obtenidos fueron, que el ladrillo patrón 0% tiene una resistencia a la compresión de 53.02 kg/cm² y el porcentaje óptimo de adición de lodo es de 5% y 10%, con resistencia a la compresión de 51.23 kg/cm² y 64.71 kg/cm² respectivamente, superando el requerimiento mínimo de la E.070 para ladrillo artesanal (50 kg/cm²). Se concluye que es factible la incorporación de lodo en porcentajes menores al 10% en la elaboración de ladrillos artesanales de arcilla puesto que supera el valor mínimo de acuerdo a la Norma E.070.

Palabras clave: Lodo de la PTAR, propiedades físico mecánicas, ladrillo artesanal de arcilla, resistencia a la compresión.

Abstract

The present investigation entitled Evaluation of the Physical-Mechanical Properties of Artisanal Clay Brick Incorporating Sludge from the La Chilla - Juliaca WWTP, 2021; setting as an objective: Evaluate whether the incorporation of sludge from the WWTP influences the physical-mechanical properties of the artisanal clay brick in the city of Juliaca, 2021. As a methodology, the scientific method of the applied type of the explanatory level and experimental design was applied. For which bricks were manufactured with the incorporation of sludge from the La Chilla WWTP in percentages of 0%, 5%, 10%, 15% and 20% with respect to the volume determined by its physical-mechanical properties and characteristics.

Where the results obtained were that the 0% standard brick has a compressive strength of 53.02 kg/cm² and the optimal percentage of mud addition is 5% and 10%, with a compressive strength of 51.23 kg/cm² and 64.71 kg/cm² respectively, exceeding the minimum requirement of E.070 for artisanal brick (50 kg/cm²). It is concluded that the incorporation of sludge in percentages less than 10% in the production of artisanal clay bricks is feasible, since it exceeds the minimum value according to Standard E.070.

Keywords: Mud from the RWTP, physical mechanical properties, clay craft brick y compressive strength.

I. INTRODUCCION

A nivel internacional la auto-construcción en América Latina abarca el 60% en la construcción de viviendas familiares con ladrillos artesanales los cuales no cumplen las normas y estándares técnicos mínimos establecidos, siendo la disimilitud en la calidad de un ladrillo producido de manera artesanal y uno mecanizado o semi mecanizado sea abismal [1].

A nivel nacional de acuerdo a la Asociación Ladrillera de Cerámicos del Perú el 65% de ladrillos proviene de empresas informales y no certificadas por la entidad, ofreciendo productos que no cumplirían con los principales requerimientos técnicos y que por su alta demanda y ventajas que ofrece a las nuevas metodologías de la construcción, logra mantenerse en el mercado [2].

El lugar de estudio se localiza en la ciudad de Juliaca, donde, a raíz del crecimiento exponencial de la población, teniendo un incremento poblacional de 2.8% (INEI 2017), con la urgencia de adquirir el techo propio y adicionando las dificultades económicas apelan a la auto-construcción de sus viviendas familiares empleando material de precio bajo como es el ladrillo de arcilla. Donde los ladrillos artesanales de arcilla incumplirían los requerimientos exigidos en la Norma E070 en su propiedad física, mecánica y características. La baja calidad de las unidades artesanales puede estar originado por los precarios procesos durante la fabricación, uso de mano de obra sin instrucción técnica, diseño de mezcla de la materia prima en forma empírica no realizando el control de calidad acorde a las normas técnicas vigentes, el cual limita la innovación de nuevos procedimientos y materiales, la informalidad señala por la ALACEP en la elaboración dificulta el control de la unidad artesanal para la comparación con lo recomendado por el RNE, específicamente en la Norma E.070. El resultado que puede accionar este problema repercute en los valores bajos de las características físico mecánicas y características defectuosas en el elemento acabado del ladrillo artesanal de arcilla y consecuentemente el riesgo de incumplimiento de los requerimientos de servicio en la construcción donde se empleará el elemento.

El proyecto de investigación busca determinar la propiedad físico mecánico y características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca para su evaluación, incorporando lodo de la PTAR La Chilla en porcentajes 0%, 5%, 10%, 15% y 20% en la mezcla para su elaboración, definiendo que muestra cumple con los requerimientos exigidos en la Norma E070.

Se tiene como variable independiente al lodo de la PTAR, definiéndose como la descomposición de los desechos del material de las aguas residuales en sus estados líquido, sólido y semi-sólido provenientes de los domicilios. Respecto a la variable dependiente, comprende por propiedades físicas y mecánicas como la determinación del valor máximo o mínimo debiendo ser obtenidos de acuerdo a los requerimientos exigidos por la NTP, para poder evaluar la calidad del ladrillo elaborado.

Avaluando la problemática actual de los deficientes valores obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla fabricados en la ciudad de Juliaca es imprescindible formular el problema, trazando como problema general de la manera siguiente; ¿De qué manera la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca?; así mismo de la interrogante del problema general planteamos tres específicos siendo estos: ¿De qué manera la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad Juliaca?; seguidamente ¿En qué medida la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca?; y siendo la tercera ¿De qué manera la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca?.

Con respecto a la justificación del problema se plantea en base a 4 perspectivas: la justificación desde el punto de vista teórico, corroborar a través de pruebas en laboratorio, si los ladrillos con adición de lodo de la PTAR cumple en requerimiento mínimo recomendado en la E070, desde la perspectiva práctica justificar la implementación de otra alternativa del uso del lodo en la elaboración del ladrillo

como materia prima con la finalidad de reducir la sobre-explotación de las canteras de arcilla, en el aspecto ambiental se justifica por que tiene la finalidad de reducir la cantidad del lodo de la PTAR La Chilla por estar este depositado expuesto al medio ambiente al cual no pertenece, como ultima justificación, en lo metodológico, por ser la investigación de tipo cuasi-experimental, se postula determinar las propiedades estructurales del ladrillo artesanal incorporado de lodo, con los ensayos de laboratorio para evaluar su cumplimiento con las exigencias establecidas en la E.070, y posteriormente dar las recomendaciones para su aplicación, siguiendo el método científico.

La investigación plantea como objetivo general; Evaluar si la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca; así también como objetivos específicos tenemos primeramente determinar si la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, enseguida cuantificar si la incorporación lodo de la PTAR influye de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca y finalmente definir si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca.

Justificando el planteamiento de problemas y objetivos se diseña la hipótesis general siendo esta de la manera siguiente: La incorporación de lodo de la PTAR influye significativamente en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, dicha aseveración se detalla en el planteo de tres hipótesis específicas; primeramente la incorporación lodo de la PTAR influye significativamente en las propiedades físicas de ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, enseguida la incorporación lodo de la PTAR influye significativamente las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, terminado con la incorporación de lodo de la PTAR influye significativamente en las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca.

II. MARCO TEÓRICO

De las investigaciones previas se tiene como antecedentes nacionales, Chura (2021) en su tesis de grado tiene como objetivo realizar el evaluación si la adición de lodo de aguas residuales mejoran las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal en la ciudad de Puno, 2021, quien emplea la metodología de tipo aplicada, nivel explicativa y de diseño experimental, estableciendo una población 162 unidades de ladrillo sólidos con adición de lodo de aguas residuales en 0, 5, 10, 20 y 40% seleccionado con un muestreo no probabilístico, con la técnica de observación directa recolectando datos en fichas de recopilación, teniendo como resultado los siguientes que el ladrillo patrón 0% adquiere la resistencia de compresión axial de 55.7 kg/cm² y la adición optima de lodo es de 5 y 10%, con una resistencia a la compresión axial de 53.8 kg/cm² y 55.6 kg/cm² respectivamente, sobrepasando los 50 kg/cm² como requerimiento mínimo de acuerdo a la E070 para ladrillo artesanal; finalmente, llega a la conclusión, que a porcentajes inferiores al 10% en la adicción de lodo a la mezcla supera los requerimientos mínimos exigidos por la norma E070 y por ende es factible en la fabricación de ladrillos artesanales con la adición de dicho porcentaje [3].

Luego Espillico (2019) en su tesis de grado, fija como objetivo la elaboración del ladrillo con la adición de lodo generado por las unidades compactas de la PTAP, en el cual aplico una metodología de diseño experimental. Elaborando 13 unid de ladrillo, incorporando 23.79, 30, 45, 60 y 66.21% de lodo de la PTAP obteniéndose como resultados, que la temperatura y la composición del lodo son factores afectando significativamente el proceso de fabricación de los ladrillos macizos, además que se determinó que una temperatura de 941.42 °C y con la incorporación de 45% de lodo se obtiene una absorción de 9.16% y un valor en la resistencia a la compresión de 54.16 kg/cm², para finalizar fija también como conclusiones que se encuentra como dificultad en la fabricación del ladrillo por la elevada cantidad de arena que tiene y es por ello que se realizó la mezcla de lodo – tierra negra [4].

Como antecedente internacional en esta investigación, Camargo & Yambay (2020) en su tesis de grado fija como objetivo la fabricación de ladrillos de arcilla

incorporando lodo de las aguas resultantes de la depuración de la PTAR-Q como material principal en la utilización de las edificaciones. Quien utiliza una metodología de diseño experimental-relacional. El procedimiento de la investigación cumple los lineamientos establecidos en la NTE INEN 3049-5, elaborándose 252 ladrillos en total con incorporación de lodo residual húmedo en 10, 15 y 20% y lodo seco 5, 10, 15%. Se continuo luego de la fabricación los ensayos en laboratorio determinándose las características físicas en el lodo residual y suelo arcilloso, presentando los siguientes resultados, se determinó que los ladrillos incorporados con lodo residual húmedo al 5% confrontando con los ladrillos estándares, su resistencia a la compresión aumenta en 23%, quien concluye que la incorporación de lodo de la PTAR-Q es factible para la fabricación del ladrillo artesanal [5].

Según Peralta (2018) su tesis de grado, plantea el siguiente objetivo la utilización de lodos obtenidos en el tratamiento de agua de la planta de potabilización de Tixán, para la elaboración de ladrillos cerámicos que cumplan con los requerimientos técnicos exigidos en la norma actual del país. Quien enmarca su metodología en el diseño experimental. Obtiene muestras de los lodos determinando el limite plástico y elástico, obteniendo dichos valores elabora mezclas de diferentes dosificaciones sustituyendo un porcentaje en la incorporación de lodo en el orden de 0, 5, 10, 20 y 40%, procediendo a la elaboración de ladrillos los cuales se ingresaron al horno para su cocción a 1000 °C, siendo estos sometidos a pruebas de laboratorio para establecer la resistencia a la compresión de 16 ladrillos y absorción en un total de 20 ladrillos, presentando el siguiente resultado, la mezcla de 60:35:5 utilizada en la elaboración de los ladrillos presenta un mejor comportamiento de acuerdo a la normativa vigente, en tal sentido fija las siguientes conclusiones, la incorporación de lodos aluminosos en la mezcla fija un beneficio económico-ambiental, por su viabilidad en la fabricación de ladrillos [6].

Aplicado de acuerdo a la norma técnica Colombiana Fuentes et ál. (2018) en su Artículo Científico, fija como objetivo la evaluación de la actitud física mecánica de mezclas biosólidas de arcilla en ladrillos experimentales y su aplicación en las construcciones no estructurales. Para la cual aplica una metodología de diseño

experimental, previamente caracteriza las arcillas y biosólidos elaborando con ellos 66 ladrillos de los cuales 60 son cerámicos y 6 son referenciales, de las unidades cerámicas se adicionaron 5%, 10%, 15%, 20% y 30% de biosólido con la que se podrá identificar la mezcla óptima para conocer la que mejor se comporta en los ensayos laboratorio de absorción y resistencia a la compresión. Obteniéndose como resultado el cumplimiento de los requerimientos mínimos exigidos por la norma NTC-4250 por presentar un promedio de 27.1 Mpa, superando el rango de 14 MPa y 20 MPa solicitadas, finalmente fija como conclusiones. La incorporación recomendada de biosólidos para obtener una resistencia mayor al ladrillo patrón es de 5%, 10% y 15 %, por lo que es viable técnicamente por cumplir con los requerimientos mínimos de acuerdo a la NTC [7].

Según Torres et ál. (2019) en el desarrollo de su artículo fija como objetivo la evaluación en la fabricación de unidades de ladrillo con la utilización del lodo aluminoso, aplicando la metodología de diseño experimental. El estudio se desarrolla en una PTA tradicional de donde se extrajo la muestra de lodo el cual se sometió al secado por 24 horas a 105 °C en el horno de laboratorio determinado el diámetro de partículas y el límite plástico, posterior a ello se elaboraron unidades experimentales adicionando lodo de la PTA en porcentajes 0, 10, 20 , 30 , 40 y 100% a la mezcla para realizar 10 repeticiones por muestra, donde se obtuvo como resultado el 90.10% de lodo se genera del lavado y vertido del decantador con porcentaje de humedad al 99.77% la aplicación del método permitió reducir en 72.69% el contenido de humedad. En tal sentido fija siguiente conclusión, la resistencia a la compresión del ladrillo está condicionada por el contenido de humedad del lodo debiendo esta previamente ser deshidratada y sustituida en 10% en la mezcla comprobando que cumple con las características exigidas para la clasificación como ladrillo no estructural [8].

Según Granda & Plaza (2019) en el desarrollo de su artículo fija como objetivo la fabricación de ladrillos a través de la reutilización de lodos residuales como elemento principal, aplicando la metodología de diseño experimental. Se fabricaron 8 muestras de ladrillos con incorporación de lodo residual en base húmeda y seca en porcentajes de 10 al 40%, con respecto a los adoquines se elaborando 4

muestras a la que se incorporó lodo húmedo y seco variando los porcentajes desde el 10 al 20%, en ambos casos se dejó 28 días para que se deshidrataran bien y así poder realizar las pruebas de compresión donde obtuvo como resultado que diversas muestras por estar en la intemperie se rompieron y el resto se procedió con las pruebas de resistencia a la compresión obteniendo resultados negativos, destacando que el ladrillo con incorporación de lodo seco en porcentaje de 10% obteniendo una resistencia a la compresión del 46.70 kg/cm². En tal sentido fija siguiente conclusión, que de acuerdo al requerimiento de la norma NTE INEN 297:78, se recomienda fabricar ladrillos huecos de tipo E [9].

Sarabia et ál. (2021), in the development of his scientific article, he proposed as an objective to carry out the evaluation of the influence in the addition of common clay material as a partial replacement for the manufacture of refractory bricks, applying an experimental design methodology, previously the main materials were characterized by XRD and XRF making the design of the mixture, elaborating the brick prototype to be baked in the oven at a temperature of 1200 °C, to evaluate its physical-mechanical properties such as apparent density, absorption, porosity, mechanical resistance and linear contraction, obtaining the following Outcome. A refractory clay unit was obtained that manages to withstand up to a temperature of 1430 °C with the incorporation of 10% of industrial sludge to the mixture in the manufacture of the brick. In this sense, it establishes as a conclusion that the incorporation of 10% of industrial sludge in the dosage of the mixture for the manufacture of the refractory brick is capable of sustaining a temperature of up to 1430 °C [10].

Erdogmus et ál. (2021), in the development of his article, he sets the objective of evaluating the characteristics of the bricks incorporated with sludge from the water treatment, for which an experimental design methodology was applied. Bricks with mud incorporation in the mixture in a total weight of 25, 40, 55, 70, 85 and 100% were worked, being fired at a temperature of 1000 °C for a time of 2 hours, which were selected for their characteristics such as compressive strength, apparent density, etc., where it was obtained as a result that the bricks with the incorporation of 60% weight of WTS mud have a lower compressive strength than those of BW

kitchen clay waste, the samples containing between 70-85% of WTS show acceptable results, however those that contain WTS residues of up to 40% obtain higher values of compressive strength, doubling the minimum limit. In this sense, it sets the following conclusion, the study verified that by substituting the proposed materials for clay, ecological brick units are obtained, managing to save resource [11].

Mozo & Gómez (2018) in the development of his article, he sets as an objective the incorporation of biosolids without treatment and Ash from the WWTP in the manufacture of bricks, for which an experimental design methodology was applied. The firing of the masonry units was at a temperature of 950-1000-1050 °C, at which 0-5-10-15% of untreated clay and with ash were replaced, where it was obtained as a result that the bricks made with the addition of 15% ash and fired at a temperature of 950 °C obtained a value close to 26 MPa in the compressive strength test, complying with the requirement demanded by the NTC, while performing the chemical, thermal and structural characterization of the clay and biosolid, the leaching test was performed to determine the toxicity of the biosolid used, in this sense sets the following conclusion, that 15% of biosolids added to the mixture for the manufacture of the brick complies with NTC 4205, percentage that index in Caring for the environment [12].

En referencia a la primera variable el lodo de la PTAR, Díaz (2019) define como la materia en estado líquido, sólido y semi-sólido originada en el proceso de tratamiento de aguas residuales cuentan con una densidad diferente. En la actualidad existen diversos métodos que pueden ser aplicados dependiendo de su origen siendo estos domésticos o industriales, grado de contaminación, existiendo 3 niveles en el proceso como son primarios, secundarios y terciarios [13].

Seguidamente EPA, dice que luego del desarrollo del proceso en la PTAR de acuerdo al origen sea este doméstico e industrial, emiten residuos con organismos que podrían incidir negativamente en la salud de la población, el cual con un método conveniente de purificación podrían ser útiles en la construcción, agricultura [14].

Los tipos de lodos, se clasifican de la manera siguiente lodo Crudo, se refiere al lodo en su estado inicial el cual prescinde de una estabilización y de un tratamiento previo, produciendo la acidificación y olor [15]. El lodo Primario, se genera en la primera fase de sedimentación consistiendo en la remoción de sólidos sedimentables, la carga y el tiempo hidráulico para retener definen la cantidad [16]. El lodo Activo, está en forma de flóculos compuestos de biomasa y minerales absorbidos, por el resultado de un proceso biológico de las aguas residuales. El lodo secundario, se originan por medio de un tratamiento biológico transformando los residuos en biomasa cuya cantidad está condicionada a la eficacia del tratamiento primario, factor relativo entre el SST a DBO y de su diseño y el lodo químico está compuesto básicamente por sólidos flotantes el cual se le adiciona un compuesto químico para su estabilización [17].

La primera variable está justificada por 2 dimensiones como son la plasticidad la cual se define como una característica del elemento apto para tolerar la deformación rápida, manteniendo su volumen, no presentando desmoronamientos, agrietamientos [18] y con respecto al lodo Digerido, su proporción en materia orgánica es de 45 al 60%, de color negro producidos de la digestión aeróbica teniendo gas y olor mínimo no desagradable [16].

Los Límites de Atterberg, se conceptualiza que el límite consistente en suelos cohesivos son indicadores sustanciales en su catalogación y por su relación con su comportamiento hidráulico e mecánico condicionados al contenido de arcilla y agua [19].

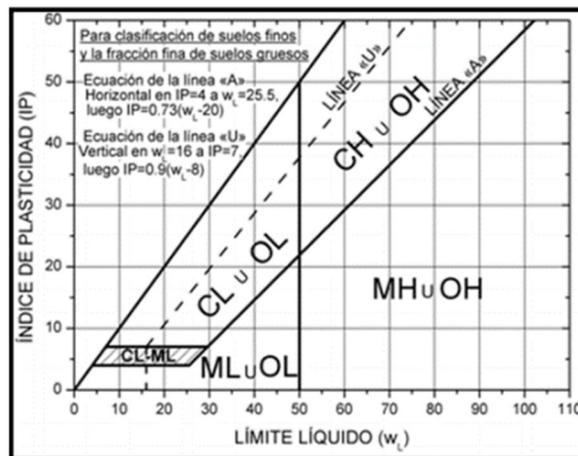


Figura 1. Carta de plasticidad

El límite líquido, es la cantidad de humedad en que una ranura de 12.7mm golpeando en una secuencia de 25 veces cierre haciendo uso de la copa de Casagrande [20].

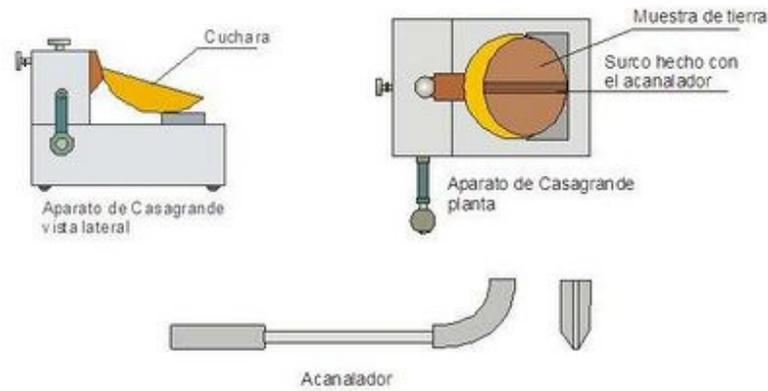


Figura 2. Copa de casagrande

El límite plástico, se determina al elaborar un rodillo de 3.18mm entre sus lados se produce el agrietamiento del suelo a causa de la cantidad de humedad, el cual se grafica en la Prueba D-4319 de la ASTM [20].

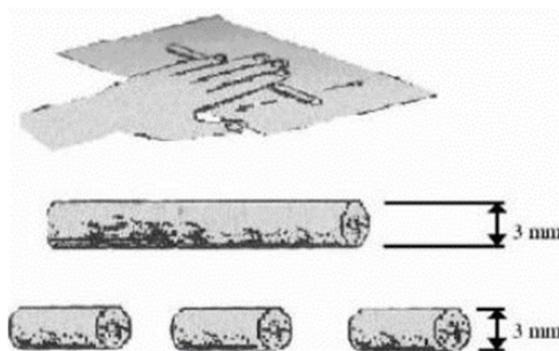


Figura 3. Obtención del límite plástico

El índice de plasticidad es el tamaño del intervalo en su variación con respecto al cantidad de humedad que requiere el suelo para mantenerse en estado plástico expresado con el porcentaje seco de su muestra [20].

$$IP = LL - LP$$

La granulometría conceptualmente es la medición de las partículas de suelo pasado por un tamizado de diversas aberturas, a la vez de revelar la composición en sus propiedades físicas del suelo, su clasificación está basado en el tamaño de las partículas como arena gruesa (2mm), arena fina (0.2mm), limo (0.002mm) y arcilla (0.0002mm) las cuales son representadas a través de su distribución granulométrica [20].

El diseño de mezcla es un procedimiento de pases pre establecidos y relacionados secuencialmente y su dosificación está íntimamente relacionado con la capacidad de resistencia teniendo variaciones en sus proporciones [21].

La propiedad física mecánica de la unidad de albañilería relaciona la resistencia estructural y la durabilidad como características primordiales reflejados en el elemento terminado. Se comprende como propiedad física y mecánica del ladrillo el valor máximo y mínimo obtenido como requerimiento exigido por la NTP al realizar los diversos ensayos de laboratorio, pudiendo clasificar su calidad del ladrillo elaborado. La presente variable está compuesta por sus dimensiones identificadas como propiedades físicas, la cual es la característica primordial con la que cuenta el ladrillo como producto final [22].

La resistencia estructural tiene la Influencia en sus atributos de acuerdo a la resistencia de compresión, resistencia de tracción, variación en sus dimensiones, alabeos y succión; y la durabilidad es la característica del ladrillo asociada a la resistencia de compresión, absorción máxima, absorción y coeficiente de saturación [22].

Fin estructural de acuerdo a su clasificación

De acuerdo al RNE E070, los ladrillos para uso de fin estructural, no importando su procedencia deben cumplir lo exigido como requerimiento mínimo de acuerdo a la tabla 1 [23].

Tabla 1. *Albañilería para fin estructura de acuerdo a su clase*

CLASE	VARIACIÓN DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en milímetros)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Hasta 150mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6			± 4	10	4.90 (50.0)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.90 (70.0)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.30 (95.0)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.70 (130.0)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.60 (180.0)

Fuente: Norma Técnica Peruana E070

De acuerdo a la ITINTEC 331.017 define al ladrillo I. “Resistencia y durabilidad muy bajas”. Por ser mínima la exigencia del servicio su aplicabilidad es en construcciones simples, ladrillo II. “Resistencia y durabilidad bajas”. Se aplica en construcciones de albañilería de exigencias de servicio moderadas, ladrillo III. “Resistencia y durabilidad media”. Su aplicación en la construcción con elementos de albañilería es de carácter general, ladrillo IV. “Resistencia y durabilidad altas”. Se limita cuando la exigencia de servicio en edificaciones es rigurosa, ladrillo V. “Resistencia y durabilidad muy altas”. La exigencia particular de este tipo influye en su empleo en edificaciones de albañilería [24].

Complementariamente se dispone de la NTP que tuvo como fecha de publicación en el año de 1978, ITINTEC 331.017, clasificando los ladrillos de la manera siguiente [24].

Tabla 2. *Requerimientos imprescindibles de la unidad de arcilla de acuerdo a la ITINTEC 331.017*

Tipo	Absorción (máx. %)	Coefficiente saturación	Módulo ruptura (daN/cm ²)	Densidad (mínimo en gr/cm ³)
I	Sin límite	Sin límite	6	1.50 – Sin límite
II	Sin límite	Sin límite	7	1.55 – 1.60

III	25	.90	8	1.60
IV	22	.88	9	1.65
V	22	.88	10	1.70

Fuente: ITINTEC 331.017

A continuación, la propiedad mecánica conceptualiza que el requerimiento para la determinación de sus características mecánicas se requiere obtener el módulo elástico, de corte, resistencia a la compresión y delineación de la estructura de mampostería. El extenso rango adaptable depende de la calidad de mano de obra, material y tamaño [25].

Prosiguiendo con la definición de términos la resistencia a la compresión refiere al resultado elevado de la resistencia indica la excelente calidad en la propiedad del ladrillo pidiendo ser utilizado con fin estructural, todo lo contrario, con el resultado bajo [22].

$$f_b = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

f_b : Resistencia a compresión de una unidad de albañilería (kg/cm²)

$P_{\text{máx}}$: Carga máxima de compresión (kg)

A: Área total sección transversal (cara asentado) (cm²)

Y para determinar f'_b se empleara la siguiente relación:

$$f'_b = f_{b \text{ prom.}} - \sigma$$

Donde:

f'_b : Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

$f_{m \text{ prom.}}$: Resistencia a la compresión promedio de la unidad de albañilería (kg/cm²)

σ : Desviación estándar

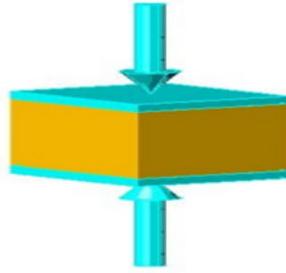


Figura 4. Resistencia a la compresión axial

Haciendo uso de la siguiente relación se determina la resistencia a la compresión de pila de la unidad:

$$f_m = \frac{P_{\text{máx}}}{A}$$

Donde:

f_m : Resistencia a compresión uniaxial en pila (kg/cm²).

$P_{\text{máx}}$: Carga máxima en la pila (kg)

A : Área total donde se aplica la fuerza (cm²)

Para la subsanación de la resistencia se usará la tabla 3, de acuerdo a los alargado de la pila elemento de los ensayos.

Tabla 3. Factores de corrección. E070

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

Fuente: Norma Técnica Peruana E070.

La ecuación siguiente permite calcular:

$$f'_m = f_{m \text{ prom. corregida}} - \sigma$$

Donde:

f'_m : Resistencia a la compresión uniaxial propiedad de la pila (kg/cm²).

$f_{m \text{ prom. corregida}}$: Resistencia a compresión axial promedio corregida en pila (kg/cm²)

σ : Desviación estándar

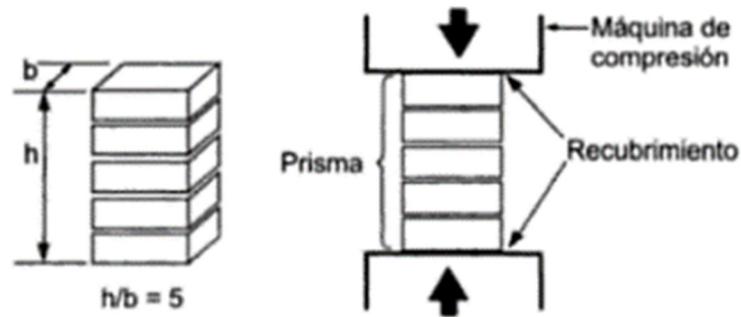


Figura 5. Resistencia a la compresión uniaxial en prisma

A través del desarrollo de la prueba mecanizada en prismas se obtiene la resistencia a la compresión uniaxial siendo el resultado imprescindible para la determinación del módulo de elasticidad valor que tendrá su aplicabilidad en el diseño de albañilería. Del RNE la norma E070 determina el valor mínimo de la resistencia del ladrillo en las variadas clases [26].

Tabla 4. Resistencias características de la albañilería MPa (kg/cm^2)

Materia	Clase	Unidad	Pilas	Muretes
Prima		f'_b	f'_m	v'_m
Arcilla	ClaseI-Artesanal	4.9 (50)	3.4 (35)	0.50 (5.1)
	ClaseII-Artesanal	6.9 (70)	3.9 (40)	0.55 (5.6)
	ClaseIII-Artesanal	9.3 (95)	4.6 (47)	0.64 (6.5)
	ClaseIV-Artesanal	12.7 (130)	6.4 (65)	0.79 (8.1)
	ClaseV-Artesanal	17.6 (180)	8.3 (85)	0.90 (9.2)
Concreto	Industrial Portante	17.5 (178)	7.0 (71)	0.44 (4.5)
Sílice-Cal	Industrial Portante	12.6 (129)	10.1 (103)	0.93 (9.5)

Fuente: NTP E.070

El Prisma o la Pila de albañilería, es un reducido espécimen de albañilería donde se apilan unidades de albañilería uno sobre otro, los cuales son adheridos con mortero, teniendo en cuenta para su elaboración el porcentaje de humedad de ladrillo, consistencia del mortero, los cuales, a través del ensayo de laboratorio, nos permite determinar al esfuerzo a la compresión uniaxial f'_m , el cual es almacenada en un ambiente con temperatura superior a $10^\circ C$ por un periodo de 28 días, se puede realizar la prueba a una edad no menor a 14 días, pero calibrados con el factor de corrección como lo señala la E070 [26].

$$E_m = 500 f'_m$$

Unidades de arcilla:

Donde:

f'_m : Resistencia a compresión axial característica de la pila (kg/cm²).

E_m : Módulo de elasticidad de la unidad de albañilería

La presente variable está conformada por medio de su dimensión siendo ser la propiedad de resistencia a la tracción por flexión, el ladrillo tiene un comportamiento parecido al hormigón, el resultado del ensayo de flexión es relativamente bajo comparando con la compresión, dependerá el material utilizado por presentar propiedad distinta uno del otro [27].

$$f'_{br} = \frac{3P_u l}{2bt_b^2}$$

Donde:

P_u : Carga de rotura (kg/cm²).

l : Distancia entre los puntos de apoyo

b : Ancho

t_b : Altura

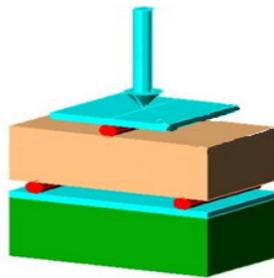


Figura 6. Resistencia a la tracción

Para concluir se considerará las características del ladrillo, recomienda hacer uso del ladrillo de buena calidad en la construcción de albañilería, por lo que las propiedades deben ser verificadas y caracterizadas de acuerdo a su tamaño, color y forma, por lo que debe de tomarse en consideración lo siguiente: El peso Generalmente debe pesar 6 libras y unitariamente no debe pasar las 125 libras/ft³,

el color: debe ser de anaranjado a rojo, la textura: Debe tener la textura fina, uniforme y densa. No contener fisura, cavidad, arena suelta y cal sin quemado, la solidez: Al golpear con la herramienta del martillo u similar elemento ladrillo, presentará un sonido metálico, la dureza: El raspado con el dedo no reproducirá marca alguna en el elemento [28].

La absorción de agua es la característica de la unidad de albañilería que en un tiempo de 24 hrs introducido en el agua obtiene un estado de saturación, el agua residual afectada en su calidad negativamente por la incidencia antropogénica, pueden ser de origen doméstica, urbana, industrial o minero, albañilería es el empleo del ladrillo y mortero en la construcción de infraestructuras, arcilla en su estado puro es de color blanco compuesta de silicatos de aluminio hidratados, que al ser mezclada con el agua se transforma en un material plástico que endurece sometida a cocción, densidad es el material compactado en un volumen conocido, relación de la masa y volumen, ladrillo fabricada teniendo como materia prima la arcilla, de diseño hueco o sólido, fácilmente operado con una sola mano y aplicada en la construcción en general, ladrillo artesanal elaborados manualmente, con mezcla en determinados casos con presión baja. Con variaciones en su dimensión relativamente considerables, lodo masa ocasionada por sedimentación material suspensión de diversos orígenes en el agua, mezcla material conformado de dos o más elementos sin estar combinados por una reacción química, PTAR es un sistema de efectúa el limpiado de las aguas residuales de diferentes orígenes para ser repuesto al medio ambiente, resistencia estructural Capacidad poseída por elementos sometidos soportar fuerzas externas, saturación es el remplazo de vacíos por agua en los poros de la unidad de albañilería, succión es la propiedad del ladrillo para absorber el agua por la fuerza de capilaridad, su unidad de medida es en gr de agua por centímetro cuadrado de área de superficie por un tiempo de 1 min y unidad de albañilería o ladrillo presenta la superficie paralela del elemento que de asiento es 70% como mínimo [26].

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Según Niño (2011), la investigación aplicada se aboca a resolver los problemas prácticos, desarrollando en la realidad la aplicación de las teorías de la ciencia [29]. La presente investigación tiene por objetivo buscar la solución de los reducidos valores los ladrillos de arcilla en sus características físico mecánicas, incorporando lodo de la PTAR en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% los que serán determinados en laboratorio, para evaluar los valores determinados.

De los desarrollado líneas arriba se consideró el tipo de investigación Aplicada, requiriéndose conocimiento teórico la disciplina.

Enfoque de investigación

Según Hernández (2014), hace uso de la recolección de información para fijar las hipótesis contra análisis estadístico y medidas numéricas, para establecer modelos de conductas y probar teorías [30].

La investigación presentó el enfoque cuantitativo, utilizando los datos obtenidos para procurar las hipótesis planteadas, a través del resultado numérico obtenidos de la medición de las variables.

El diseño de la investigación

Según White & Sabarwal (2014) el diseño cuasiexperimental al igual que el experimental contratan hipótesis causales, carece de distribución aleatoria, reconoce un grupo de características similares al grupo de aplicación. (antes de la intervención) [31].

El proyecto de investigación fue de diseño cuasiexperimental, dado que implicara la selección el total de los ladrillos artesanales elaborados para contrastar la hipótesis planteada.

El nivel de la investigación:

Por lo definido por Palella & Martins (2012), señala que el nivel de investigación explicativo instruye en determinar las causas de un fenómeno complejo, siendo el objetivo principal de conocer la relación causa efecto [32].

Referenciando esta definición, la presente investigación es de **nivel explicativo**, ya que se logra comprender la influencia de reemplazar proporciones de arcilla por el lodo en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% procedentes de la PTAR para realizar la evaluación de las propiedades físico mecánicas de la unidad de albañilería.

3.2 Variables y operacionalización

Variables

Cabezas et al. (2018) conceptúa variables a las propiedades o características que toman diferentes valores no constantes, siendo estos elementos constitutivos de la estructura del planteamiento de la hipótesis [33].

Variable 1: Lodo de la PTAR

Definición conceptual

EPA (2013), señala que la disposición generada luego del procesamiento en las PTAR de origen industrial o doméstico, puede contar con organismos dañinos en la salud de la población, pudiendo ser aprovechados con tratamientos adecuados pueden ser aprovechados en el rubro de la construcción, agricultura y demás [14].

Definición operacional

Determinada el % de adición de lodo de la PTAR en la dosificación de la mezcla para fabricación del ladrillo de arcilla y la plasticidad.

Variable 2: Propiedades Físico Mecánicas

Definición conceptual

Ravi (2015), precisa como propiedad físico mecánica a la densidad, absorción, resistencia a la tracción, etc. del ladrillo, existiendo determinados factores que tienen un papel fundamental en la estructuración de la mampostería como son el ladrillo y el mortero [34].

Definición operacional

La variable será cuantificada con las pruebas de resistencia a la compresión axial, uniaxial, tracción y determinación características del ladrillo.

Operacionalización de variables

Cabezas (2018) señala que es un proceso que relaciona a las variables con el fin de establecer significados que se encuentran inicialmente en forma abstracta a conclusiones concretas, observables y medibles [33].

El desarrollo de la operacionalización de las variables se presenta en la matriz del **Anexo 1**.

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

Población:

Según Arias (2012), es un conjunto infinito o finito de elementos de caracteres similares profundizándose en la conclusión de la investigación. Esto está delineado por el problema y el objetivo del estudio [35].

Se considerará como población de estudio, la elaboración total de 165 ladrillos artesanales de arcilla, con adición parcial de lodo de la PTAR en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de igual cantidad, que serán evaluados mediante ensayos de compresión axial, compresión uniaxial, tracción y determinación de características del ladrillo (peso, color, textura, solidez y dureza).

Muestra:

Ñaupas et al. (2014), señala que es un subconjunto de la población elegido por diferentes métodos, teniendo en cuenta su representatividad en la población, de acuerdo a sus características [36].

Por tratarse de un diseño cuasiexperimental la muestra es igual a la población compuesto de 105 unidades de ladrillo artesanal de arcilla con incorporación de lodo de la PTAR, en cantidades de 0, 5, 10, 15 y 20% distribuidos igualmente y 15 pilas de ladrillo adicionados con lodo de la PTAR en 0, 5, 10, 15 y 20.

Muestreo:

Cabezas et al. (2018), conceptualiza que el muestreo no probabilístico, puede presentarse de la persona que seleccionan la muestra, atendiendo a razones de comodidad, desconociendo la probabilidad que tienen los elementos de la población para integrar la muestra [33].

Por lo mencionado anteriormente se empleó el tipo de muestreo **no probabilístico por conveniencia**, siguiendo los criterios establecidos acuerdo a la NTP y el ASTM, para realizar los ensayos de laboratorio requeridos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Según Bernal (2010), la técnica de la observación directa tiende a usarse frecuentemente, permitiendo este a recabar información directa y confiable, a y través de un procedimiento sistematizado y controlado [37].

Por esta razón, para evaluar las propiedades físicas mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla, la técnica empleada fue la **observación directa** de lo desarrollado en los ensayos, tomando en consideración lo detallado en las normas ASTM y NTP.

Instrumentos de recolección de datos

Según Rojas (2013), para recolectar la información existente, utilizar los instrumentos como son las fichas de trabajo, en las que se almacena y resume la información obtenida en el trabajo preliminar de campo [38].

El presente estudio como instrumento de recolección de información se utilizarán las fichas técnicas, donde se realizarán los cálculos de acuerdo a las diversas normativas referentes a los ensayos que se realizarán a las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal.

Validez

Se tomó en consideración el criterio de conocedores en la materia, Escudero & Cortez (2017), quienes señalan que independiente del enfoque que adopte una investigación, el rigor científico es estándar, ya que el objetivo de todo estudio es encontrar resultados confiables [39].

La validación de las fichas técnicas de recolección de datos del presente trabajo, se presentará a través de los vistos buenos de 3 expertos en la materia, de esta manera garantizaremos que los datos sean confiables para la aprobación o desaprobación de las hipótesis.

Tabla 5. Interpretación de la validez

Rango	Interpretación
.52 o menor	Nula
.53 a .60	Mínima
.61 a .66	Válida
.67 a .72	Adecuada
.73 a .98	Alta
1.0	Ideal

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Validez de los instrumentos de las variables: V1 Lodo de la PTAR y V2 Propiedades físico mecánicas de la unidad de albañilería, se acuerdo a los expertos

Nº	Grado académico	Nombres y Apellidos	DNI	Dictamen Instrumentos
1	Mg.	Alfredo Alarcon Atahuachi	01335859	Validados
2	Ing.	Ysmael Mauricio Parizaca Pérez	42596999	Validados
3	Ing.	Clenio Chura Huaquisto	43192651	Validados

Fuente: Elaboración Propia

Confiabilidad de los instrumentos.

Según manifiestan Gallardo & Moreno (1999) señalan que el instrumento de medición aplicada al mismo objeto deben obtener resultados similares. Cuanto más similares sean los resultados, más confiable es el instrumento [40].

La presente investigación contara con la debida confiabilidad de resultados, ofrecidas con la utilización de instrumentos adecuados, según establecidas en las normas técnicas peruanas.

De igual modo, el laboratorio otorgará la **certificación de calibración del equipo y herramientas usadas** en las pruebas.

3.5 Procedimientos

Cumplido con el análisis de confiabilidad y validez del instrumento, iniciaremos con la toma muestra de lodo de la PTAR La Chilla de la Ciudad de Juliaca, para enseguida realizar la fabricación del ladrillo de arcilla con la adición de lodo en 0, 5, 10, 15 y 20% en la planta ladrillera artesanal de la misma ciudad, posteriormente

aplicando la técnica de recolección de datos por observación directa, se desarrolla el ensayo en un laboratorio acreditado cuantificándose las propiedades físico mecánicas del ladrillo de arcilla incorporado con lodo de la PTAR como son: **Propiedades físicas** determinación de Variación dimensional, Alabeo, Densidad, Absorción y Succión; **Propiedades mecánicas** ensayo de resistencia a la compresión axial, uniaxial y de tracción por flexión, así como la obtención de las **Características del ladrillo** Peso, Color, Textura, solidez y Dureza.

Los instrumentos con la supervisión del investigador, recolectándose los datos en la ficha de recopilación, siendo estos procesados con la utilización del software Microsoft Excel para posteriormente realizar la interpretación de los resultados.

En seguida se detalla el procedimiento a seguir en el flujograma.

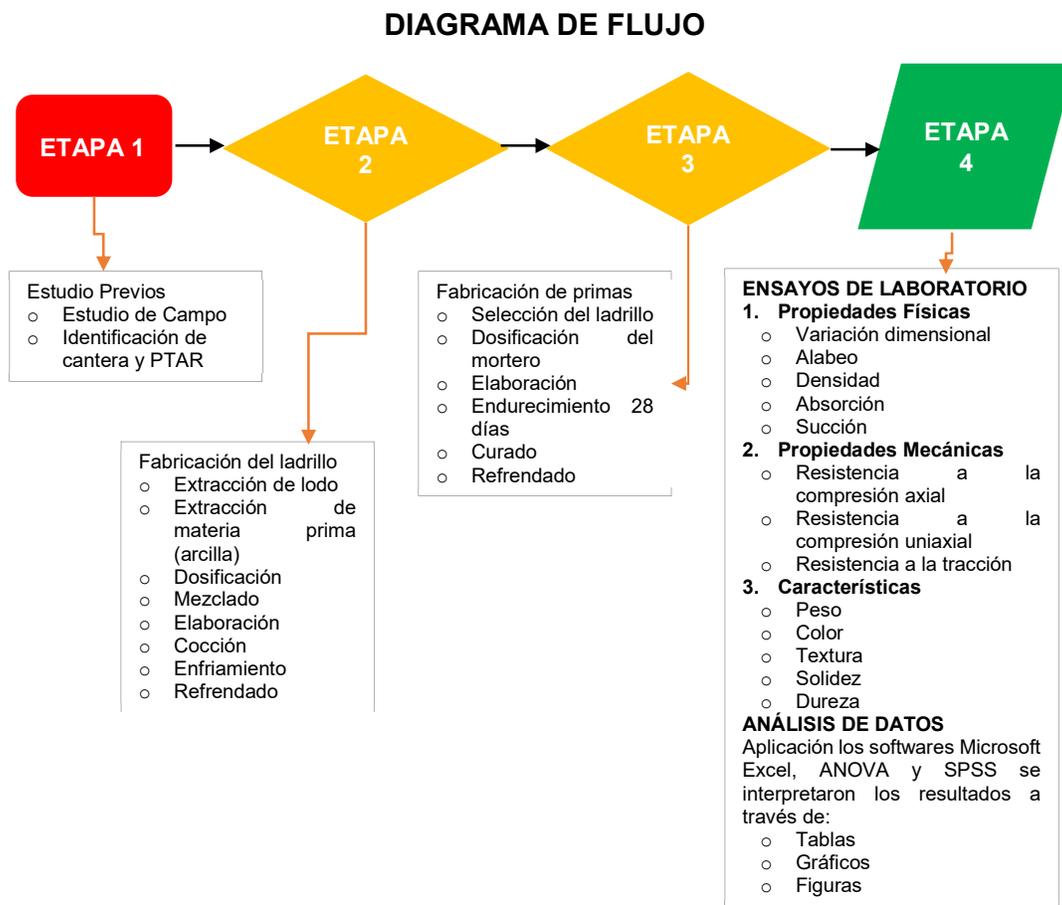


Figura 7. Diagrama de flujo del procedimiento

ETAPA 1: Estudios previos

Estudio de campo, donde se realizará el estudio de exploración de lodo de la PTAR La Chilla de la ciudad de Juliaca, identificando su ubicación geográfica en la coordenada UTM (WGS-84) Zona 19 Sur 381 882 m E, 8 286 326 m N a una altitud aproximada de 3 827 m.s.n.m. lugar del cual extraerá la muestra de lodo para incorporar en la elaboración del ladrillo artesanal de arcilla en los porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20% respecto a su volumen.



Figura 8. PTAR La Chilla
- Juliaca



Figura 9. Coordinación
con personal a cargo de
la PTAR



Figura 10. Extracción de
lodo

Estudio de exploración en la cantera de la materia prima (arcilla), para la fabricación del ladrillo, se encuentra ubicado el Sector Chullunquiani del distrito de Juliaca, localizado en la coordenada UTM (WGS-84) Zona 19 Sur 374 274 m.E, 8 283 598 m.N a una altitud aproximada de 3 887 m.s.n.m. (Ver anexo 04), de donde tomo el material para dosificarlo en porcentajes 100%, 95%, 90%, 85% y 80% respecto al volumen total por mezcla.

ETAPA 2:

Elaboración de ladrillos artesanales solidos

La elaboración de ladrillo artesanal con incorporación de la PTAR La Chilla en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, consistió en la mezcla, moldeado y posterior al secado por un periodo de 14 días, para luego ingresarlo al horno artesanal para su cocción a una temperatura de 800°C, existente en el Sector Chullunquiani – Juliaca.



Figura 11. Proceso de secado de los especímenes



Figura 12. Verificación de secado de especímenes



Figura 13. Ingreso del ladrillo al horno artesanal

ETAPA 3:

Elaboración de Prismas de ladrillo

Se elaboró los prismas de ladrillo para cada tipo de dosificación, con adición de lodo de la PTAR en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, las que están adheridas con mortero de dosificación de 1:4, compuesto de cemento, arena y agua, el cual estará sometido a un tiempo de 28 días de endurecimiento, para posteriormente realizar el ensayo de resistencia uniaxial.



Figura 14. Elaboración de los primas de albañilería

Figura 15. Asentado de pilas para la resistencia

Figura 16. Endurecimiento y curado de pilas de albañilería en un ambiente no menor a 10 °C

ETAPA 4:

Ensayo de laboratorio

Se determinó la plasticidad de la materia prima, a través de las siguientes pruebas.

MTC E-110 : Límite líquido

MTC E-111 : Límite plástico e Índice de plasticidad

A la vez se efectuó el análisis granulométrico del lodo en su estado seco, del cual se clasificó según SUCS: SC (arenas arcillosas mal gradadas) y la clasificación según AASHTO: A-6 (3) (arenas arcillosas mal gradadas).

A la vez que en las pruebas de laboratorio para obtener la plasticidad siendo los siguientes: Límite Líquido = 35.28%, Límite plástico = 22.82% e índice de plasticidad = 12.45%.



Figura 17. Cuarteo de muestra lodo de la PTAR



Figura 18. Zarandeo de muestra para granulometría



Figura 19. Límite líquido en la copa de casagrande

A la vez se efectuó pruebas de laboratorio en los ladrillos y las pilas, determinándose las propiedades físicas y mecánicas, para se empleó las siguientes NTP.

Variación dimensional	: NTP 399.604 y 399.613
Alabeo	: NTP 399.613
Densidad	: NTP 399.613
Absorción	: NTP 399.604 y 399.613
Succión	: NTP 399.613
Resistencia a la compresión axial	: NTP 399.604 y 399.017
Resistencia a la compresión uniaxial	: NTP 399.605
Resistencia a la tracción	: NTP 399.017

El análisis de datos se realizó tomando las siguientes consideraciones:

En el laboratorio acreditado con el uso de equipos, instrumentos previamente calibrados contando con su respectiva certificación, se realizaron los ensayos para la cuantificación de la características físicas y mecánicas del ladrillo y prismas.

3.6 Método de análisis de datos

Se realizó concluido la etapa 4, tomando las siguientes consideraciones:

Aplicando los softwares Microsoft Excel, ANOVA y SPSS, se realizó la estadística descriptiva, mediante tablas, gráficos y figuras los que permitirán ordenar y representar los resultados para analizar los objetivos y realizar la comparación con las hipótesis.

Se realizó las pruebas de laboratorio para cuantificar las propiedades físico mecánicas de la unidad de albañilería en el laboratorio con certificación GEOTECNIA PUNO EIRL, con los respectivos instrumentos y equipos calibrados (Ver Anexo 8).

OE1: Determinación que si la incorporación lodo de la PTAR Influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.

a. Desarrollo de actividades

- 1 Extracción de la muestra de lodo de la PTAR La Chilla en el distrito de Juliaca (Ver anexo 6).
- 2 Recolección de material primante para la elaboración del ladrillo en el Sector Chullunquiani de la ciudad de Juliaca, la realización de esta actividad se efectuó en la cantera de arcilla para luego ser trasladado hasta el lugar de procesamiento para la obtención del ladrillo. (Ver anexo 6).

- 3 Determinación de la dosificación por unidad de volumen necesario para la elaboración de 33 und (01 dosificación), siendo este un volumen de 0.0518 m³ de la mezcla, las que se clasificaron en dosificaciones en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR, los mismos que se mezclaron con porcentajes de materia prima de 100%, 95%, 90%, 85% y 80% respectivamente (Ver anexo 6).
- 4 La elaboración del ladrillo artesanal de arcilla se realizó de manera manual amasando de la forma tradicional (Ver anexo 6).
- 5 Se utilizó un molde con dimensión de 21 cm x 11 cm x 6.8 cm para el elaborado de los ladrillos de arcilla, una vez fabricados se dejaron secando a la exposición del sol por un periodo de 14 días, teniendo cuidado de cubrirlos con plástico ante la presencia de lluvias, de esta manera asegurando un secado uniforme (Ver anexo 6).
- 6 Luego del secado de las unidades de albañilería se colocaron dentro del horno artesanal por un tiempo de 10 horas para ser cocidas a una temperatura de 800°C y un periodo de 3 días para su refrigeración antes de ser extraídas (Ver anexo 6).
- 7 Finalmente, los ladrillos fueron trasladadas al laboratorio acreditado para los respectivos ensayos de laboratorio, cumpliendo con protocolos especificados según la norma que corresponda, para posteriormente realizar la recolección, análisis e interpretación de resultados obtenidos (Ver anexo 6).

3.5.1 Variación dimensional

Se efectuó con la medición de las dimensiones en su largo, ancho y alto en las ocho aristas del ladrillo de las 15 unidades de ladrillo incorporando lodo en 0, 5, 10, 15 y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, con una regla metálica debidamente calibrada por contar certificación de calibración, y para obtener el resultado final se tuvo que sacar los promedios para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 20. Medición del largo del espécimen



Figura 21. Medición del ancho del espécimen



Figura 22. Medición de la altura del espécimen

Tabla 7. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 0%

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom.
E-01	206	204	205	205	205.0	105	107	106	106	106.0	65	65	67	67	66.0
E-02	204	205	204	203	204.0	107	106	106	105	106.0	71	70	69	70	70.0
E-03	203	204	204	205	204.0	104	105	105	106	105.0	68	69	68	67	68.0
				Lo	210.00				Lo	110.00				Lo	68.00
				Prom	204.33				Prom	105.67				Prom	68.00
				σ	0.58				σ	0.58				σ	2.00
				L'	204.91				L'	106.24				L'	70.00
				δ	5.09				δ	3.76				δ	-2.00
				%V	2.42%				%V	3.41%				%V	-2.94%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 5%

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom.
E-01	206	205	205	204	205.0	107	108	107	106	107.0	65	63	64	64	64.0
E-02	204	206	205	205	205.0	108	106	107	107	107.0	67	66	66	65	66.0
E-03	205	203	204	204	204.0	107	106	106	109	107.0	65	67	66	66	66.0
				Lo	210.00				Lo	110.00				Lo	68.00
				Prom	204.67				Prom	107.00				Prom	65.33
				σ	0.58				σ	-				σ	1.15
				L'	205.24				L'	107.00				L'	66.49
				δ	4.76				δ	3.00				δ	1.51
				%V	2.26%				%V	2.73%				%V	2.22%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 10%

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Apron	H1	H2	H3	H4	Hprom.
E-01	206	206	204	204	205.0	106	107	107	108	107.0	71	70	69	70	70.0
E-02	205	205	205	205	205.0	106	108	107	107	107.0	66	67	68	67	67.0
E-03	203	205	204	204	204.0	105	106	106	107	106.0	67	65	66	66	66.0
				Lo	210.00				Lo	110.00				Lo	68.00
				Prom	204.67				Prom	106.67				Prom	67.67
				σ	0.58				σ	0.58				σ	2.08
				L'	205.24				L'	107.24				L'	69.75
				δ	4.76				δ	2.76				δ	-1.75
				%V	2.26%				%V	2.51%				%V	-2.57%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 15%

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Apron	H1	H2	H3	H4	Hprom.
E-01	205	204	204	203	204.0	104	105	105	106	105.0	68	68	69	67	68.0
E-02	206	206	205	203	205.0	107	108	107	106	107.0	67	68	67	66	67.0
E-03	204	203	205	204	204.0	106	105	107	106	106.0	67	66	66	65	66.0
				Lo	210.00				Lo	110.00				Lo	68.00
				Prom	204.33				Prom	106.00				Prom	67.00
				σ	0.58				σ	1.00				σ	1.00
				L'	204.91				L'	107.00				L'	68.00
				δ	5.09				δ	3.00				δ	-
				%V	2.42%				%V	2.73%				%V	0.00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR en 20%

Espécimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom.
E-01	204	207	205	204	205.0	108	106	107	107	107.0	63	64	65	64	64.0
E-02	205	204	204	203	204.0	104	105	106	105	105.0	68	66	67	67	67.0
E-03	206	205	203	202	204.0	107	105	107	105	106.0	65	66	64	65	65.0
				Lo	210.00				Lo	110.00				Lo	68.00
				Prom	204.33				Prom	106.00				Prom	65.33
				σ	0.58				σ	1.00				σ	1.53
				L'	204.91				L'	107.00				L'	66.86
				δ	5.09				δ	3.00				δ	1.14
				%V	2.42%				%V	2.73%				%V	1.68%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Resumen de la variación dimensional del ladrillo artesanal de arcilla con adición de lodo de la PTAR varios porcentajes

Muestra	% adición de lodo	Variación dimensional						Clasificación Según norma E.070
		L (%)	L (mm)	A (%)	A (mm)	H (%)	H (mm)	
M-01	0%	2.42	5.09	3.41	3.76	2.94	1.91	Ladrillo TipoIII
M-02	5%	2.26	4.76	2.73	3.00	2.22	1.45	Ladrillo TipoIV
M-03	10%	2.26	4.76	2.51	2.76	2.57	1.67	Ladrillo TipoV
M-04	15%	2.42	5.09	2.73	3.00	0.00	0.00	Ladrillo TipoIV
M-05	20%	2.42	5.09	2.73	3.00	1.68	1.09	Ladrillo TipoIV

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos se resumen en la Tabla 12 de la variación dimensional referentes en su largo, ancho y altura, por unidad de albañilería con adición de lodo en variables porcentajes, donde los ladrillos con incorporación de lodo en porcentajes de 5 y 10% muestran menos variación dimensional en el largo y en su ancho, sin embargo, en la altura la mayor variación se da con la incorporación de lodo en 0% y 10%, sin embargo se obtiene un resultado ideal en la muestra M-04 donde se adiciona lodo en 15% no presentar variación.

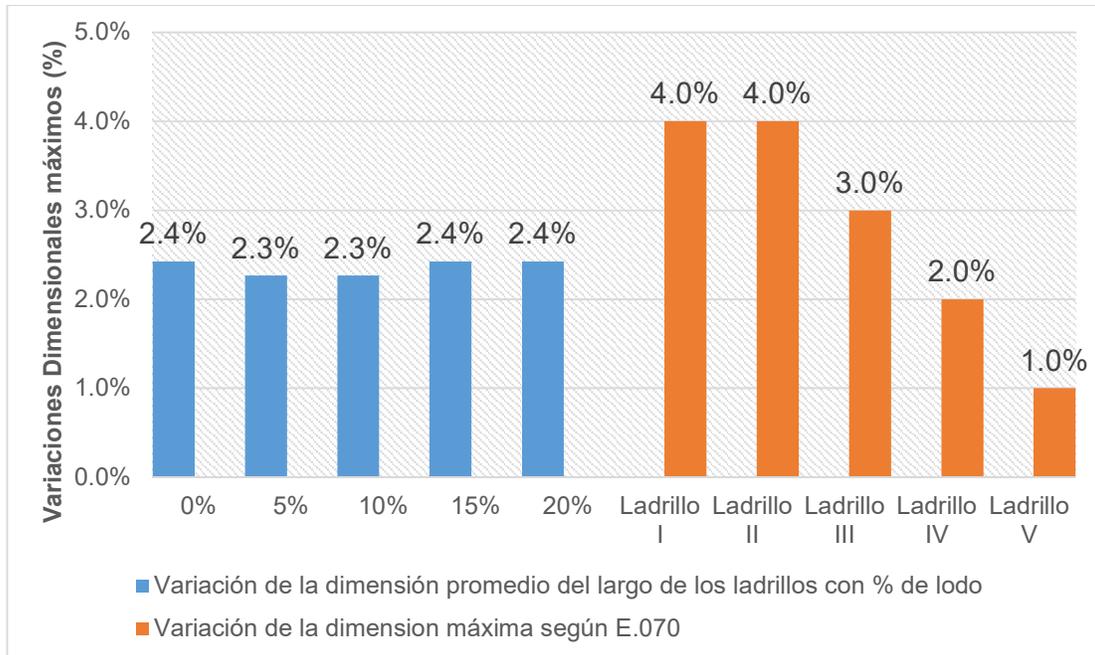


Figura 23. Comparación de la variación dimensional del largo del ladrillo con la NTE.070

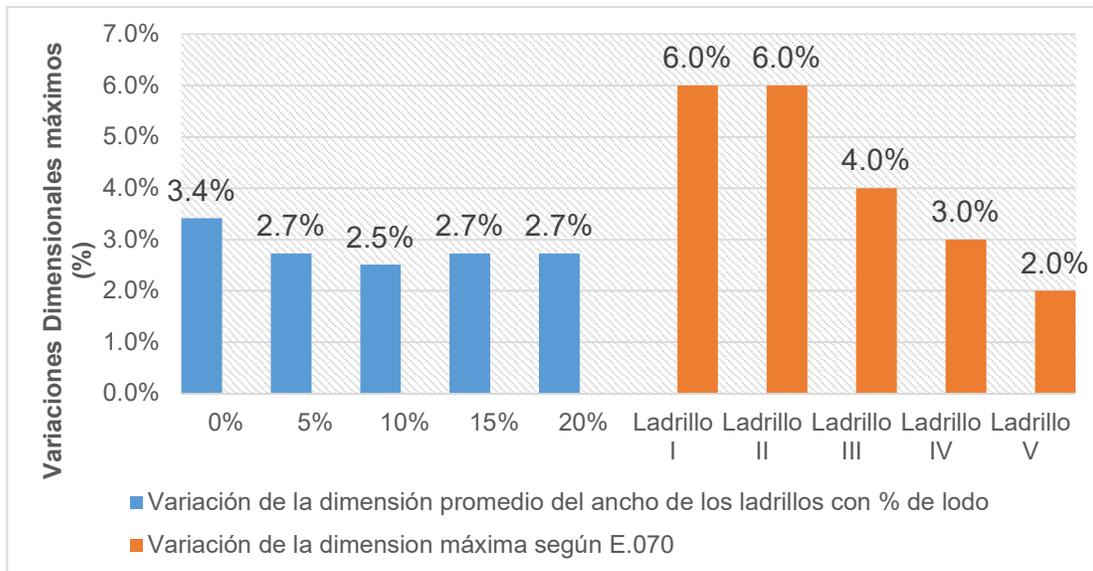


Figura 24. Comparación de la variación dimensional del ancho del ladrillo con la NTE.070

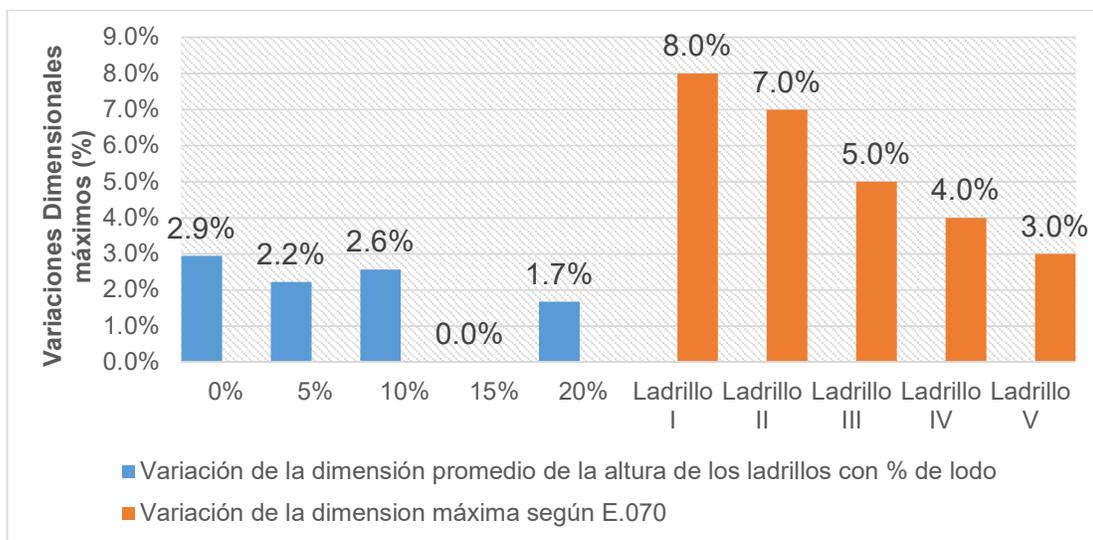


Figura 25. Comparación de la variación dimensional de la altura del ladrillo con la NTE.070

En las Figuras 23, 24 y 25, se aprecia las variaciones del ladrillo en sus dimensiones de largo, ancho y altura teniendo valores máximos de acuerdo a lo que señala la norma E.070 en ladrillos con incorporación de lodo en porcentaje de 0% se clasifico con tipo de ladrillo III, de la misma manera los ladrillos con lodo en 5, 15 y 20 se clasifican como ladrillo Tipo IV, la que tiene la clasificación como ladrillo TipoV es el ladrillo con 10% de lodo, en el grafico se aprecia que existe variación de los

ladrillos con lodo de 0 y 10%, siendo este un valor absoluto en su variación. Tener en consideración que la variación que presenta un ladrillo en sus dimensiones tiene como influencia la calidad de la mano de obra, disposición al secado y manipulación del mismo.

3.5.2 Alabeo

La determinación del alabeo se efectuó con la medición de las dimensiones diagonales en las ambas caras del ladrillo, en sus 15 unidades de ladrillo con lodo en 0, 5, 10, 15 y 20% de la PTAR La Chilla, con una regla metálica y cuña milimétrica debidamente calibrada por contar certificación de calibración, donde se obtuvo valores de la concavidad y convexidad para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 26. Medición alabeo concavidad E-01



Figura 27. Medición alabeo convexidad E-03



Figura 28. Medición alabeo convexidad E-02

Tabla 13. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%

Espéc.	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
	Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)		Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-1	1.50	2.00					1.50	1.50
E-2			2.00	2.50	1.50	1.50		
E-3			2.50	2.00	2.00	3.50		
			Cóncavo		2.00			
			Convexo		2.00			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 5%

Espéc.	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
	Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)		Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-1			1.50	1.00	1.50	1.50		
E-2			1.50	1.00	2.00	1.50		
E-3			2.00	2.00	2.00	1.50		
			Cóncavo		1.67			
			Convexo		1.50			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%

Espéc.	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
	Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)		Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-1			2.00	2.00	1.00	1.00		
E-2			1.00	1.50	1.50	1.00		
E-3			2.50	2.00	1.00	1.00		
			Cóncavo		1.08			
			Convexo		1.83			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 15%

Espéc.	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
	Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)		Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-1			1.00	2.00	1.50	1.00		
E-2			1.50	1.00	1.50	1.50		
E-3			2.00	2.00	2.00	1.50		
			Cóncavo		1.50			
			Convexo		1.58			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%

Espéc.	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
	Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)		Cóncauidad en (mm)		Convexidad en (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-1			2.00	1.50	1.50	1.50		
E-2			1.00	1.50	1.00	1.00		
E-3			1.50	2.00	1.00	1.00		
			Cóncavo		1.17			
			Convexo		1.58			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resumen del alabeo del ladrillo con lodo de la PTAR

Muestra	% adición de lodo	Alabeo		Clasificación Según norma
		Concauidad (mm)	convexidad (mm)	
M-01	0%	2.00	2.00	Ladrillo TipoV
M-02	5%	1.67	1.50	Ladrillo TipoV
M-03	10%	1.08	1.83	Ladrillo TipoV
M-04	15%	1.50	1.58	Ladrillo TipoV
M-05	20%	1.17	1.58	Ladrillo TipoV

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 18 se identifica los especímenes de ladrillo con incorporación de lodo de la PTAR y su respectiva clasificación, determinando el máximo alabeo tanto en la concavidad como convexidad en la muestra M-01 con 0% de lodo, además que todas las unidades de albañilería son clasificados como ladrillo tipo V.

La resistencia de la albañilería dependerá de la junta, ya que cuanto alcance un menor valor, la resistencia será mayor. De lo mencionado anteriormente podemos afirmar que la junta de la albañilería no sea mayor a 13 mm de espesor para llegar al espesor establecido de 15 mm tal como lo señala la norma E070, garantizando de esa manera la resistencia de la albañilería.

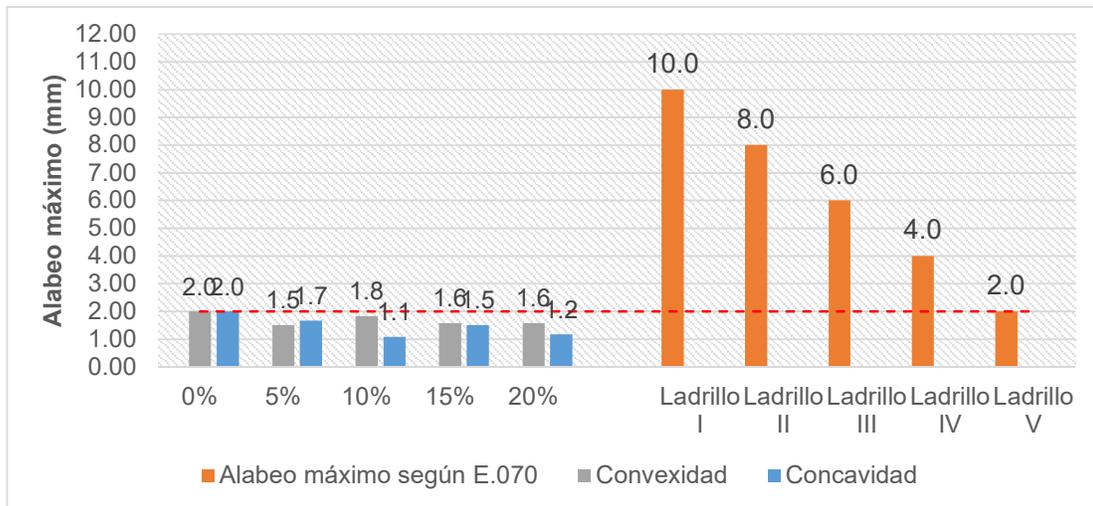


Figura 29. comparación de la variación de la concavidad y convexidad en el ladrillo con lodo y la NTE.070

En la Figura 29 se aprecia la variabilidad del alabeo con la adicción de lodo en diversos porcentajes teniendo como valor máximo de 2 mm, en la dosificación del 0%, a la vez los porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, se clasificaron como Tipo de ladrillo V por no superar el valor máximo permitido. De la misma forma se puede apreciar la reducción del alabeo al aumento del porcentaje de lodo adicionado, determinado un rango de 0 a 2 mm en los que respecta a la concavidad así con en la convexidad, la cual no permitió clasificar los ladrillos de Tipo V.

3.5.3 Densidad

La determinación de la densidad se ha establecido con la existencia de la relación entre unidad de masa y volumen debidamente determinado en las 15 unidades de ladrillo con lodo de la PTAR La Chilla en 0, 5, 10, 15 y 20%, con una balanza y equipos debidamente calibrados por contar certificación de calibración, para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.

Tabla 19. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%

Espécimen	Peso seco (gr)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebullición (gr)	V P2-P1 (cm ³)	ρ Pseco/V (gr/cm ³)
E-1	2,516.00	2,866.00	4,306.00	1,440.00	1.75
E-2	2,631.00	2,992.00	4,502.00	1,510.00	1.74
E-3	2,409.00	2,735.00	4,193.00	1,458.00	1.65
				Promedio	1.71

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 5%

Espécimen	Peso seco (gr)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebulli. (gr)	V P1-P2 (cm ³)	ρ Pseco/V (gr/cm ³)
E-1	2,114.00	2,539.00	3,941.00	1,402.00	1.51
E-2	2,154.00	2,581.00	4,030.00	1,449.00	1.49
E-3	2,427.00	2,814.00	4,259.00	1,445.00	1.68
				Promedio	1.56

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%

Espécimen	Peso seco (gr.)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebulli. (gr.)	V P1-P2 (cm ³)	ρ Pseco/V (gr/cm ³)
E-1	2,404.00	2,780.00	4,311.00	1,531.00	1.57
E-2	2,419.00	2,800.00	4,269.00	1,469.00	1.65
E-3	2,339.00	2,712.00	4,141.00	1,429.00	1.64
				Promedio	1.62

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Determinación de densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 15%

Espécimen	Peso seco (gr.)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebulli. (gr.)	V P1-P2 (cm ³)	ρ Pseco/V (gr/cm ³)
E-1	2,104.00	2,576.00	4,035.00	1,459.00	1.44

E-2	2,204.00	2,643.00	4,108.00	1,465.00	1.50
E-3	2,023.00	2,472.00	3,893.00	1,421.00	1.42
				Promedio	1.46

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Determinación de la densidad del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%

Espécimen	Peso seco (gr.)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebulli. (gr.)	V P1-P2 (cm ³)	ρ Pseco/V (gr/cm ³)
E-1	1,894.00	2,353.00	3,755.00	1,402.00	1.35
E-2	1,970.00	2,455.00	3,896.00	1,441.00	1.37
E-3	1,960.00	2,448.00	3,858.00	1,410.00	1.39
				Promedio	1.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Resumen general de las densidades del ladrillo con adición de lodo en diversos %

Muestra	% adición de lodo	Densidad promedio (gr/cm ³)	Clasificación Según norma ITINTEC 331.017
M-01	0%	1.71	Ladrillo Tipo V
M-02	5%	1.56	Ladrillo Tipo II
M-03	10%	1.62	Ladrillo Tipo III
M-04	15%	1.46	No clasifica
M-05	20%	1.37	No clasifica

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la compresión es influenciada directamente por la densidad, siendo esta una propiedad del ladrillo determinada por el grado de relación que existe entre la masa y su volumen, ya que al aumento de esta incrementa la resistencia a la compresión. Los valores obtenidos en la tabla 24 y poniendo como referencia el ladrillo patrón con lodo de la PTAR en 0%, obteniendo un valor de 1.71 gr/cm³ cual el valor más alto, dicho valor recibiría clasificación según ITINTEC 331.017 de ladrillo Tipo V por superar los 1.70 gr/cm³ requeridos de acuerdo a la norma, y las muestras con incorporación de lodo en 5% y 10% clasificarían como Tipo de ladrillo III y IV respectivamente, sin embargo los ladrillos con lodo en 15% y 20% no

clasificarían por no obtener el valor mínimo requerido de 1.50 gr/cm³ solicitado por la norma.

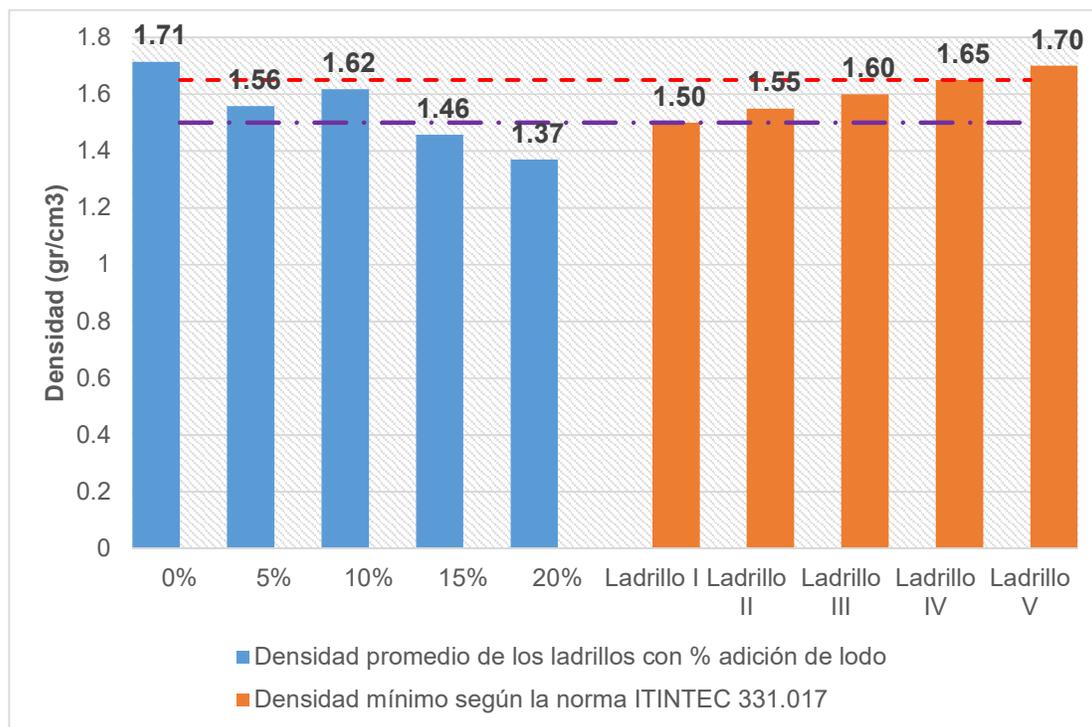


Figura 30. Comparación de la densidad del ladrillo incorporando lodo de diferentes porcentajes con la norma ITINTEC 331.017

De acuerdo a la Figura 30, se determina una reducción en los valores de la densidad al aumentarse el porcentaje de lodo, interpretándose que a mayor cantidad de incorporación de lodo en la muestra de ladrillo reducirá la densidad de la misma. Además con respecto a la clasificación del Tipo de ladrillo, se observa que las muestras con 0% de lodo se clasifican como Tipo de ladrillo V, la muestra con 5% Tipo II, la de 10% Tipo III, la de 15% no clasificaría, lo mismo ocurriría con la muestra con incorporación de lodo en un 20%, dicha clasificación se toma en base a la Norma ITINTEC 331.017.

3.5.4 Absorción

La determinación de la absorción se ha establecido a partir del depósito de los especímenes dentro del tanque con agua sumergidos por 24 horas, para luego ser pesadas en una balanza de capacidad no menor a 2,000 gramos con una aproximación de 0,5 gramos en las 15 unidades de ladrillo con lodo de la PTAR La Chilla en 0, 5, 10, 15 y 20% de, con una balanza y equipos debidamente calibrados

por contar certificación de calibración, para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 31. Colocado al tanque de agua de los especímenes



Figura 32. Acomodo de especímenes



Figura 33. Extracción de especímenes de tanque de agua

Tabla 25. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 0%

Espéc.	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
E-1	2,516.0	2,866.0	2,964.0	13.91%	17.81%	0.78
E-2	2,631.0	2,992.0	3,089.0	13.72%	17.41%	0.79
E-3	2,409.0	2,735.0	2,837.0	13.53%	17.77%	0.76
			Promedio	13.72%	17.66%	0.78

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%

Espéc.	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
E-1	2,114.0	2,539.0	2,639.0	20.10%	24.83%	0.81
E-2	2,154.0	2,581.0	2,673.0	19.82%	24.09%	0.82
E-3	2,427.0	2,814.0	2,909.0	15.95%	19.86%	0.80
			Promedio	18.62%	22.93%	0.81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. *Determinación de la absorción del ladrillo con de lodo de la PTAR de 10%*

Espéc.	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
E-1	2,404.0	2,780.0	2,861.0	15.64%	19.01%	0.82
E-2	2,419.0	2,800.0	2,878.0	15.75%	18.97%	0.83
E-3	2,339.0	2,712.0	2,781.0	15.95%	18.90%	0.84
			Promedio	15.78%	18.96%	0.83

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. *Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 15%*

Espéc.	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
E-1	2,104.0	2,576.0	2,629.0	22.43%	24.95%	0.90
E-2	2,204.0	2,643.0	2,696.0	19.92%	22.32%	0.89co
E-3	2,023.0	2,472.0	2,523.0	22.19%	24.72%	0.90
			Promedio	21.52%	24.00%	0.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. *Determinación de la absorción del ladrillo con lodo de la PTAR de 20%*

Espéc.	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
E-1	1,894.0	2,353.0	2,373.0	24.23%	25.29%	0.96
E-2	1,970.0	2,455.0	2,466.0	24.62%	25.18%	0.98
E-3	1,960.0	2,448.0	2,458.0	24.90%	25.41%	0.98
			Promedio	24.58%	25.29%	0.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Resumen de la absorción del ladrillo con lodo en diversos porcentajes

Muestra	% adición de lodo	Absorción promedio %	Absorción máxima promedio %	Coefficiente de saturación	Clasificación Según norma
M-01	0%	13.72	17.66	0.78	Ladrillo Tipo IV
M-02	5%	18.62	22.93	0.81	Ladrillo Tipo IV
M-03	10%	15.78	18.96	0.83	Ladrillo Tipo IV
M-04	15%	21.52	24.00	0.90	Ladrillo Tipo IV
M-05	20%	24.58	25.29	0.97	Ladrillo Tipo III

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la E070 la absorción se relaciona con su impermeabilidad, a la vez el valor máximo de la absorción del ladrillo artesanal es de 22% y con respecto a ITINTEC 331.017 lo clasifica en 5 variedades de ladrillo, tomando en consideración el coeficiente de saturación y la absorción máx. del análisis de la Tabla 30 se identifica que el valor de absorción máximo es de 25.29% siendo este de la muestra con 20% de incorporación de lodo de la PTAR y el mínimo tiene un valor de 17.66% de la muestras M-01 con 0% de incorporación de lodo siendo este el valor referencial para la comparación y variación que pudiesen tener las muestras los cuales tienen una clasificación de ladrillo Tipo III y ladrillo Tipo IV respectivamente. A la vez se determina que existe una relación de crecimiento entre la absorción máxima y el porcentaje de incorporación de lodo ya que al aumentar la cantidad de lodo también incrementa el grado de absorción. De la misma manera pasa con el coeficiente de saturación ya que al incorporar lodo al 20% se obtiene un valor de 0.97 y al incorporar lodo en 5% se obtiene un valor de 0.81.

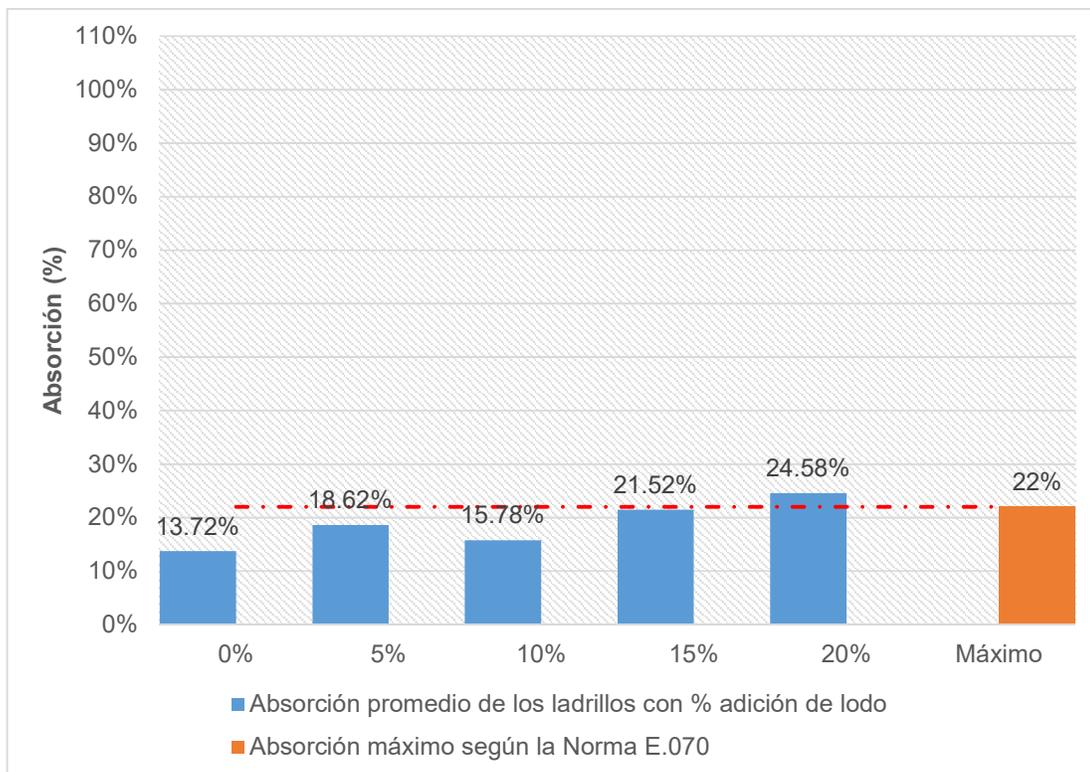


Figura 34. Comparación entre la variación de la absorción del ladrillo con diferentes % y la Norma ITINTEC 331.017

La Figura 34, muestras a los ladrillos con incorporación de lodo en 0%, 5%, 10% y 15% de acuerdo a la prueba de laboratorio se obtuvieron porcentajes de absorción con valores de 13.72%, 18.62%, 15.78% y 21.52% respectivamente, inferiores al 22% que establece como valor máximo la Norma E070 y con respecto a la muestra M-05 al cual se adiciona 20% se obtuvo un valor de 24.58% valor que supera el requerimiento máximo que establece la norma.

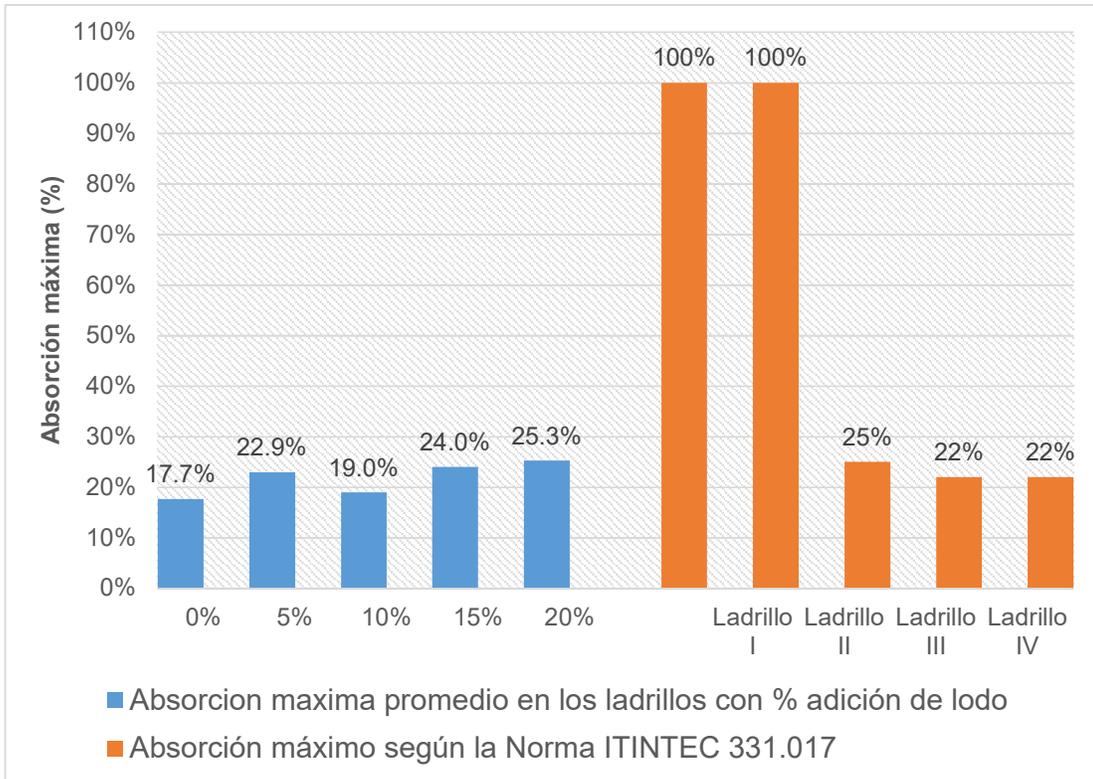


Figura 35. Comparación de la variación de la absorción máxima del ladrillo con diferentes % de lodo y la Norma ITINTEC 331.017

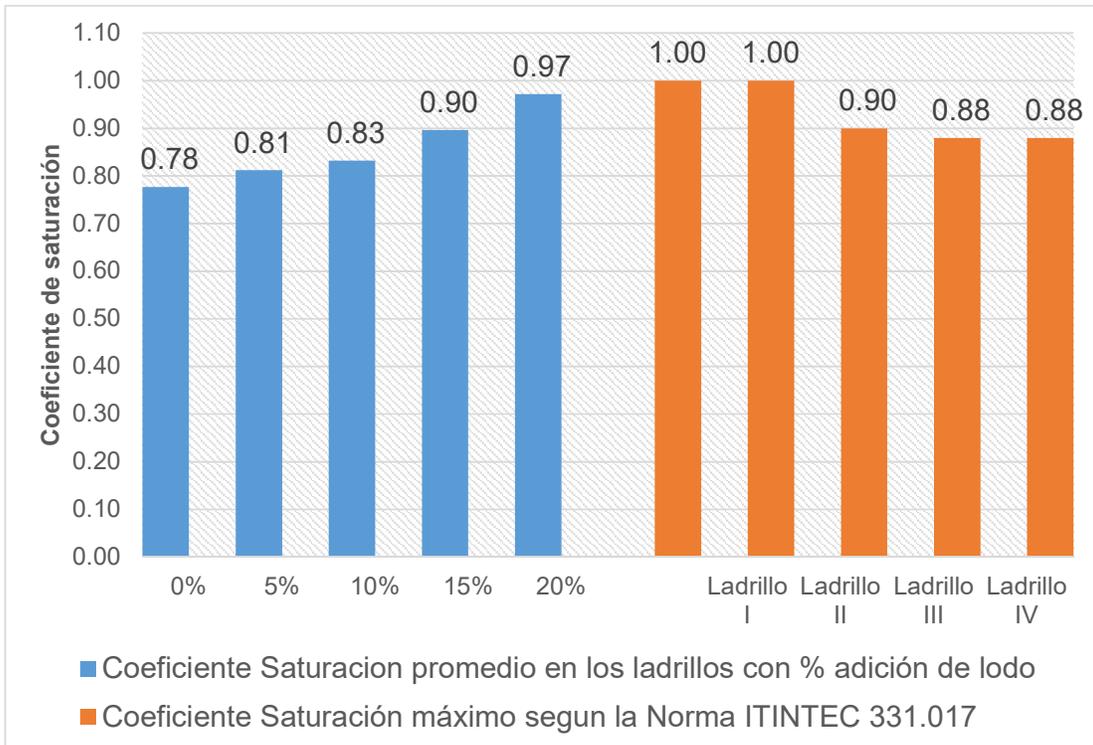


Figura 36. Comparación de la variación del coeficiente de saturación del ladrillo con diferentes % de lodo y la Norma ITINTEC 331.017

Con respecto a la determinación de los valores del coeficiente de saturación en la Figura 36 se identifica la comparación entre los valores máximos del coeficiente de saturación de acuerdo a la Norma ITINTEC 331.017 y los determinados en los ensayos notando que las muestras con incorporación de lodo en 0%, 5% y 10% cuyos valores son 0.78, 0.81 y 0.83 respectivamente no superan los 0.88 como requerimiento máximo según la referida norma los cuales se clasificarían como ladrillos Tipo IV, mientras las muestras con incorporación de lodo en porcentajes de 15% y 20% los cuales tendrían valores de 0.90 y 0.97 excederían el establecido para un ladrillo Tipo III de 0.90, clasificando estos como ladrillos Tipo I por estar sin límite.

3.5.5 Succión

La determinación de la succión se ha establecido a partir del depósito de los especímenes dentro del tanque con agua sumergidos, para luego ser pesadas en una balanza de capacidad no menor a 2,000 gramos con una aproximación de 0,5 gramos en las 15 unidades de ladrillo con lodo de la PTAR La Chilla en 0, 5, 10, 15 y 20%, para luego ser secados un el horno de secado, con una balanza y equipos debidamente calibrados por contar certificación de calibración, para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.

Tabla 31. *Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%*

Espéc.	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso Mojado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
E-1	20.50	10.60	6.60	217.30	2,516.00	2,562.00	42.34
E-2	20.40	10.60	7.00	216.24	2,631.00	2,692.00	56.42
E-3	20.40	10.50	6.80	214.20	2,409.00	2,462.00	49.49
						Promedio	49.41
						Desv. Standar	7.04
						Prom-desv	42.37

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%

Espéc.	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso saturado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
E-1	20.50	10.70	6.40	219.35	2,211.00	2,263.00	47.41
E-2	20.50	10.70	6.60	219.35	2,154.00	2,204.00	45.59
E-3	20.40	10.70	6.60	218.28	2,427.00	2,477.00	45.81
						Promedio	46.27
						Desv. Standar	0.99
						Prom-desv	45.28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 10%

Espéc.	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso saturado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
E-1	20.50	10.70	7.00	219.35	2,404.00	2,467.00	57.44
E-2	20.50	10.70	6.70	219.35	2,419.00	2,503.00	76.59
E-3	20.40	10.60	6.60	216.24	2,339.00	2,390.50	47.63
						Promedio	60.55
						Desv. Standar	14.73
						Prom-desv	45.83

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%

Espéc.	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso saturado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
E-1	20.40	10.50	6.80	214.20	2,104.00	2,195.00	84.97
E-2	20.50	10.70	6.70	219.35	2,204.00	2,270.00	60.18
E-3	20.40	10.60	6.60	216.24	2,023.00	2,113.50	83.70
						Promedio	76.28
						Desv. Standar	13.96
						Prom-desv	62.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Succión del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%

Espéc.	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso saturado (gr)	Succión (gr/(200cm ² - min))
E-1	20.50	10.70	6.40	219.35	1,894.00	2,041.00	134.03
E-2	20.40	10.50	6.70	214.20	1,970.00	2,086.00	108.31
E-3	20.40	10.60	6.50	216.24	1,960.00	2,106.00	135.04
						Promedio	125.79
						Desv. Standar	15.15
						Prom-desv	110.64

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Resumen de la succión del ladrillo con lodo de la PTAR en diversos porcentajes

Muestra	% adición lodo	Succión promedio (gr/(200cm ² - min))	Norma E.070
M-01	0%	42.37	El valor para el asentado debe estar en un rango de 10 a 20 gr/200 cm ² -min.
M-02	5%	45.28	
M-03	10%	45.83	
M-04	15%	62.32	
M-05	20%	110.64	

Fuente: Elaboración propia

El rango óptimo de succión comprende los valores de 10 a 20 gr/200 cm²-min para unidad de albañilería de arcilla señalado por la Norma E.070 de la Tabla 36 realizando el análisis de los valores de la succión promedio se determina que ninguno de estos está comprendido dentro de los valores mencionados, ya que las muestras con incorporación de lodo en porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20% tienen valores de 42.37, 45.28, 45.83, 62.32 y 110.64 (gr/(200cm²-min)) respectivamente, por lo que la norma sugiere que para poder conseguir los valores dentro del rango realizar un riego de los ladrillo de 30 minutos 15 horas antes de iniciar con el asentado.

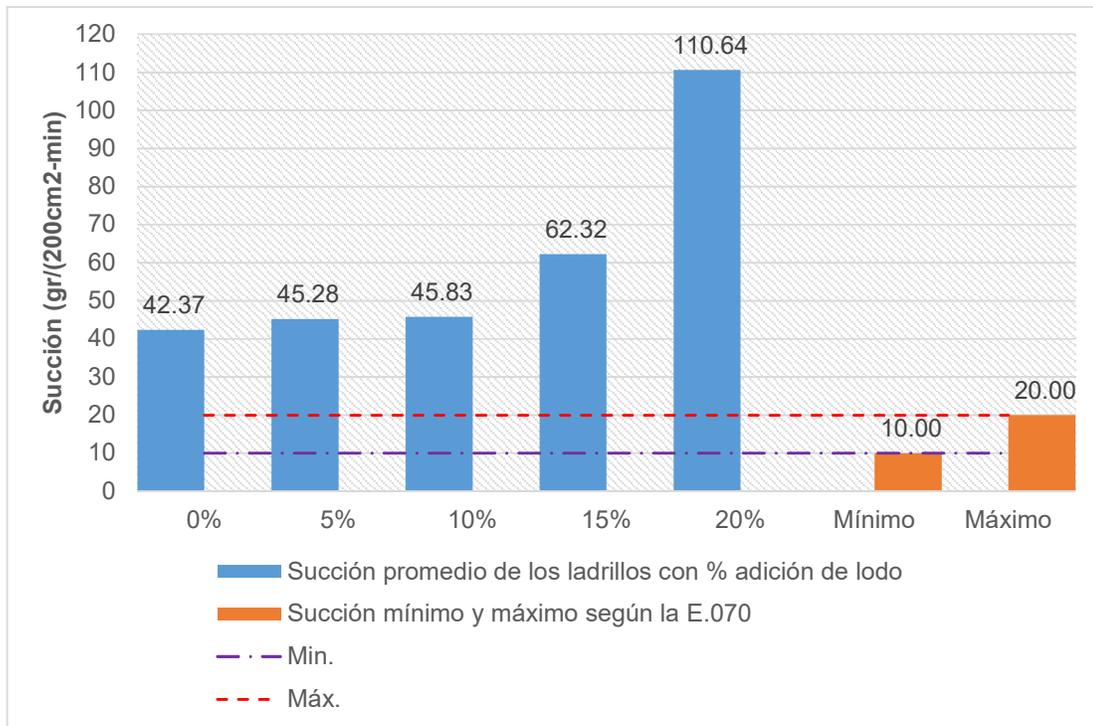


Figura 37. Comparación de la variación de la succión del ladrillo con lodo de la PTAR y la NTE.070

Se aprecia en la Figura 37, que la incrementar el porcentaje de lodo de la PTAR durante la mezcla incrementa el valor de la succión, los cuales haciendo una comparación con lo que indica la Norma E070 sobrepasarían ampliamente el rango establecido de 10 a 20 gr/200 cm²-min. Estos valores incidirían al momento del asentado del ladrillo ya que no lograrían la adherencia correcta con el mortero, obteniendo unas juntas con poca resistencia. De la conclusión a la que llega Bartolomé (2005), que se reduciría la resistencia en 50% al utilizar ladrillos con alto grado de succión en comparación a los ladrillos regados 01 día antes.

OE2: Determinación de que si la incorporación lodo de la PTAR influirá en las propiedades mecánicas de los ladrillos artesanales en la ciudad de Juliaca, 2021

b. Desarrollo de actividades

- 1 Extracción de la muestra de lodo de la PTAR La Chilla en el distrito de Juliaca (Ver anexo 6).

- 2 Recolección de material primante para la elaboración del ladrillo en el Sector Chullunquiani de la ciudad de Juliaca, la realización de esta actividad se efectuó en la cantera de arcilla para luego ser trasladado hasta el lugar de procesamiento para la obtención del ladrillo. (Ver anexo 6).
- 3 Determinación de la dosificación por unidad de volumen necesario para la elaboración de 33 und (01 dosificación), siendo este un volumen de 0.0518 m³ de la mezcla, las que se clasificaron en dosificaciones en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR, los mismos que se mezclaron con porcentajes de materia prima de 100%, 95%, 90%, 85% y 80% respectivamente (Ver anexo 6).
- 4 La elaboración del ladrillo artesanal de arcilla se realizó de manera manual amasando de la forma tradicional (Ver anexo 6).
- 5 Se utilizó un molde con dimensión de 21 cm x 11 cm x 6.8 cm para el elaborado de los ladrillos de arcilla, una vez fabricados se dejaron secando a la exposición del sol por un periodo de 14 días, teniendo cuidado de cubrirlos con plástico ante la presencia de lluvias, de esta manera asegurando un secado uniforme (Ver anexo 6).
- 6 Luego del secado de las unidades de albañilería se colocaron dentro del horno artesanal por un tiempo de 10 horas para ser cocidas y un periodo de 3 días para su refrigeración antes de ser extraídas (Ver anexo 6).
- 7 Traslado de especímenes al laboratorio para proseguir con los respectivos ensayos.
- 8 Mezclado de yeso y cemento para realizar el refrendado en ambas caras de la unidad de albañilería los cuales estarán con contacto directo con el equipo que aplicara la fuerza de rotura.
- 9 Fabricación de pilas de ladrillo de 04 unidades adheridas con mortero de dosificación cemento – arena de 1:4 con juntas de 15 mm (Ver anexo 6).
- 10 Endurecimiento de pilas por un periodo de 28 días y curado diario 03 veces al día almacenadas en un lugar fresco y seco (Ver anexo 6).
- 11 Realización de las pruebas de laboratorio para cuantificar las propiedades mecánicas de ladrillo con lodo de la PTAR, cumpliendo con los protocolos establecidos recolectando los datos generados en los respectivos instrumentos de recolección de datos, para su análisis e interpretación respectiva (Ver anexo

7), para los cuales se utilizaron equipos calibrados del laboratorio GEOTECNIA PUNO.

3.5.6 Resistencia a la compresión axial

Se ha establecido a partir de cualquier método de corte previo a ello se realizó el refrendado dependiendo de la superficie de contacto del espécimen con la finalidad de rellenar depresiones con una mezcla de cemento y cloruro de calcio no mayor al 2%, dejando reposarlo por un periodo de 2 días. Para posteriormente aplicar una carga vertical en toda la superficie del espécimen a las 15 unidades de ladrillo con lodo de la PTAR La Chilla en 0, 5, 10, 15 y 20%, para así determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 38. Resistencia a la compresión del espécimen con 10% de lodo



Figura 39. Rotura de ladrillo con 20% de lodo



Figura 40. Resistencia a la compresión del espécimen con 5% de lodo

Tabla 37. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%

Espéc	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia compresión f'b Mpa
E-1	10.6	20.5	6.7	217.30	13,191.00	60.70	5.96
E-2	10.6	20.4	6.8	216.24	15,394.00	71.19	6.98
E-3	10.5	20.4	6.7	214.20	11,492.00	53.65	5.26
					Promedio	61.85	

desv. Standar	8.83
Prom-desv	53.02

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%

Espéc	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión f'b Mpa
E-1	10.7	20.5	6.8	219.35	12,342.00	56.27	5.52
E-2	10.7	20.5	6.7	219.35	12,425.00	56.64	5.56
E-3	10.7	20.4	6.7	218.28	11,072.00	50.72	4.98
					Promedio	54.54	
					desv. Standar	3.31	
					Prom-desv	51.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%

Espéc	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión f'b Mpa
E-1	10.70	20.50	6.90	219.35	14,671.00	66.88	6.56
E-2	10.70	20.50	6.80	219.35	15,264.00	69.59	6.83
E-3	10.60	20.40	6.80	216.24	14,017.00	64.82	6.36
					Promedio	67.10	
					desv. Standar	2.39	
					Prom-desv	64.71	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%

Espéc	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión f'b Mpa
E-1	10.50	20.40	6.80	214.20	5,672.00	26.48	2.60
E-2	10.70	20.50	6.70	219.35	5,904.00	26.92	2.64

E-3	10.60	20.40	6.80	216.24	5,459.00	25.25	2.48
					Promedio	26.21	
					desv. Standar	0.87	
					Prom-desv	25.35	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. *Cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%*

Espéc	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión f'b Mpa
E-1	10.70	20.50	6.80	219.35	4,985.00	22.73	2.23
E-2	10.50	20.40	6.90	214.20	4,665.00	21.78	2.14
E-3	10.60	20.40	6.90	216.24	4,229.00	19.56	1.92
					Promedio	21.35	
					desv. Standar	1.63	
					Prom-desv	19.73	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. *Resumen de la cuantificación de la resistencia a la compresión axial del ladrillo con lodo de la PTAR en variables porcentajes*

Muestra	% Adición Lodo	Resistencia a la compresión axial f'b (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión axial f'b (Mpa)	Clasificación según la norma
E-01	0%	53.02	5.20	Ladrillo Tipol
E-02	5%	51.23	5.03	Ladrillo Tipol
E-03	10%	64.71	6.35	Ladrillo Tipol
E-04	15%	25.35	2.49	No clasifica
E-05	20%	19.73	1.94	No clasifica

Fuente: Elaboración propia

Según la E070 como requerimiento mínimo se tiene para la clasificación de ladrillo Tipo I una resistencia mínima a la compresión axial de 50.00 kg/cm² (4.9 MPa), del análisis que se puede realizar de la Tabla 42 tres de las muestras con incorporación de lodo superan este valor los cuales son el 0%, 5% y 10% los cuales tienen valores de 53.02 kg/cm², 51.23 kg/cm², 64.71 kg/cm² respectivamente, clasificándose como ladrillo Tipo I - artesanal, a la vez las unidades de albañilería con adición de lodo en 15% y 20% obtendrían valores bajos como son 25.35 kg/cm², 19.73 kg/cm² respectivamente, los cuales no obtendrían clasificación alguna por no cumplir con el requerimiento mínimo para un ladrillo que sea apto para la construcción de

albañilería en condición de servicio de mínima exigencia, por los valores obtenidos se concluye que la resistencia a la compresión axial disminuyen al sobrepasar el porcentaje de adición de lodo del 10%.

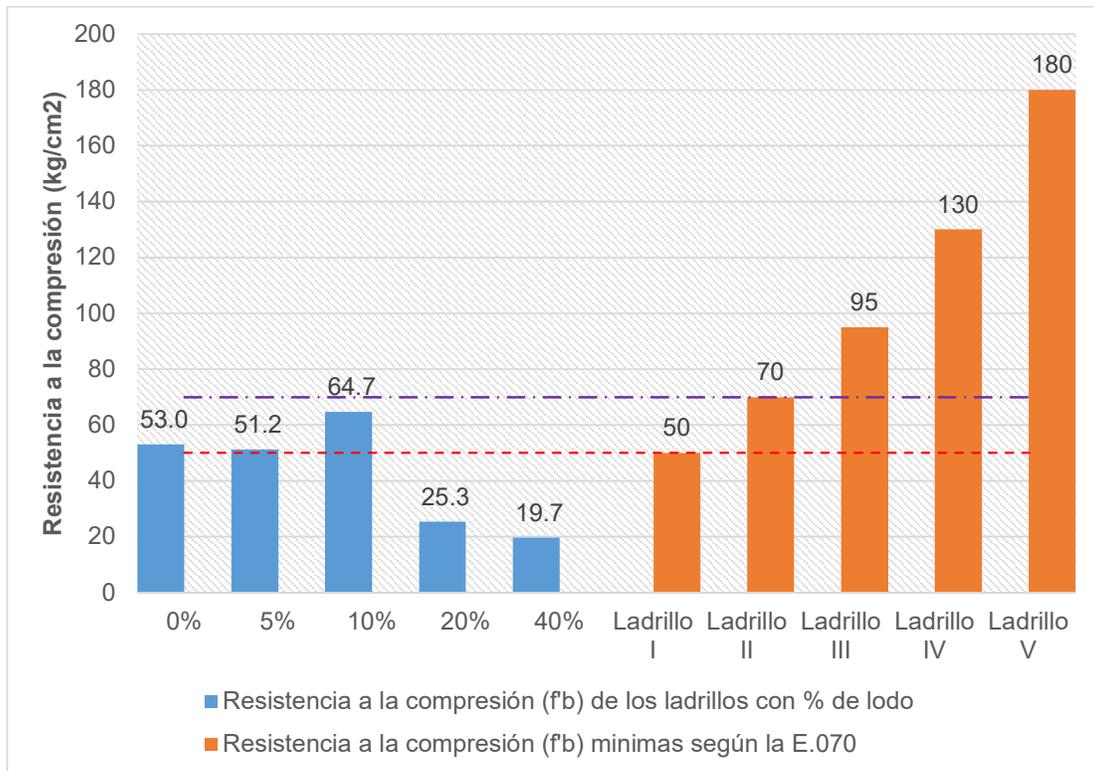


Figura 41. Variación de la resistencia a la compresión $f'b$ en los ladrillos con adición de lodo y la NTE.070

Del análisis realizado a la Figura 41, al superar el 10% de lodo de la PTAR la resistencia a la compresión axial baja considerablemente obteniendo valores con los cuales de acuerdo a la Norma E0.70 no podrían tener clasificación alguno de Tipo de ladrillo, casi contrario ocurre específicamente cuando se incorpora lodo al 10% del cual se obtiene un valor de 64.7 kg/cm² siendo este el más alto de todos ya que se incrementa la resistencia de la unidad del ladrillo en un 22.07%, también se puede apreciar que los ladrillos incorporados de lodo en 0, 5 y 10% sobrepasarían el requerimiento mínimo establecido de 64.7 kg/cm², por lo que obtendrían su clasificación como ladrillo Tipo I.

3.5.7 Resistencia a la compresión uniaxial

Se ha establecido a partir por cualquier método de corte previo a ello se realizó el refrendado dependiendo de la superficie de contacto del espécimen con la finalidad

de rellenar depresiones con una mezcla de cemento y cloruro de calcio no mayor al 2%, cm dejando reposarlo por un periodo de 2 días. la longitud del prisma es en promedio 20.5 cm (04 unidades de ladrillo). Para posteriormente aplicar una carga vertical en toda la superficie del espécimen a los 15 prismas de albañilería con incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, la prueba se realizó a los 28 días de edad del espécimen, los cuales obtienen la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 42. Resistencia a la compresión uniaxial M-04



Figura 43. Resistencia a la compresión uniaxial M-03



Figura 44. Resistencia a la compresión uniaxial M-06

Tabla 43. Resistencia a la compresión uniaxial del con lodo de la PTAR en 0%

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	Area BxL (cm ²)	Carga rotura (kN)	esbelt.	factor correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. l	Resist. Caract. f'm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. f'm (Mpa)
E-1	10.6	20.5	35.4	217.30	44.62	3.34	0.924	20.94	19.34	1.00	19.34	1.90
E-2	10.6	20.4	34.7	216.24	45.21	3.27	0.921	21.32	19.63	1.00	19.63	1.93
E-3	10.5	20.4	35.0	214.20	43.93	3.33	0.923	20.92	19.31	1.00	19.31	1.89
									Promedio		19.43	1.91
									Desv. Standar		0.18	0.02
									Prom-desv		19.25	1.89

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	A Area (cm ²)	Carga rotura (kN)	esbelt.	factor correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. l	Resist. Caract. f'm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. f'm (Mpa)
E-1	10.7	20.5	35.2	219.35	46.86	3.29	0.922	21.78	20.07	1.00	20.07	1.97
E-2	10.7	20.5	34.9	219.35	48.30	3.26	0.920	22.45	20.67	1.00	20.67	2.03
E-3	10.7	20.4	35.3	218.28	49.50	3.30	0.922	23.13	21.32	1.00	21.32	2.09
									Promedio		20.69	2.03
									Desv. Standar		0.62	0.06
									Prom-desv		20.06	1.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45*Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR de 10%*

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	A Area (cm ²)	Carga rotura (kN)	esbelt.	factor correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. l	Resist. Caract. f'm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. f'm (Mpa)
E-1	10.7	20.5	35.6	219.35	53.19	3.33	0.923	24.73	22.83	1.00	22.83	2.24
E-2	10.7	20.5	34.8	219.35	54.25	3.25	0.920	25.22	23.20	1.00	23.20	2.28
E-3	10.6	20.4	35.1	216.24	55.84	3.31	0.922	26.33	24.29	1.00	24.29	2.38
Promedio											23.44	2.30
Desv. Standar											0.76	0.07
Prom-desv											22.68	2.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. *Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%*

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	A Area (cm ²)	Carga rotura (kN)	esbelt.	factor correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. l	Resist. Caract. f'm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. f'm (Mpa)
E-1	10.5	20.4	35.1	214.20	35.24	3.34	0.924	16.77	15.49	1.00	15.49	1.52
E-2	10.7	20.5	35.2	219.35	35.44	3.29	0.922	16.48	15.18	1.00	15.18	1.49
E-3	10.6	20.4	35.4	216.24	36.70	3.34	0.924	17.30	15.98	1.00	15.98	1.57
Promedio											15.55	1.53
Desv. Standar											0.40	0.04
Prom-desv											15.15	1.49

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	A Area (cm ²)	Carga rotura (kN)	esbelt.	factor correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. I	Resist. Caract. f'm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. f'm (Mpa)
E-1	10.7	20 .5	35.4	219.35	28.79	3.31	0.922	13.39	12.35	1.00	12.35	1.21
E-2	10.5	20.4	34.9	214.20	29.82	3.32	0.923	14.20	13.10	1.00	13.10	1.29
E-3	10.6	20.4	35.1	216.24	30.93	3.31	0.922	14.59	13.45	1.00	13.45	1.32
									Promedio		12.97	1.27
									Desv. Standar		0.57	0.06
									Prom-desv		12.40	1.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Resumen de la resistencia a la compresión uniaxial del ladrillo con lodo de diversos porcentajes

Muestra	% Adición Lodo	Resistencia compresión uniaxial f'_m (kg/cm ²)	Resistencia compresión uniaxial f'_m (Mpa)	Clasificación según la normal
M-01	0%	19.25	1.89	No clasifica ninguno
M-02	5%	20.06	1.97	
M-03	10%	22.68	2.22	
M-04	15%	15.15	1.49	
M-05	20%	12.40	1.22	

Fuente: Elaboración propia

La Norma E070 establece que el requerimiento mínimo solicitado para las pruebas de resistencia a la compresión uniaxial (primas) es 35 kg/cm², de la interpretación de la Tabla 48, se logra determinar que todos los valores cuantificados no superan o igualan dicho requerimiento, sin embargo, se puede apreciar que los valores más cercanos son los especímenes con incorporación de lodo en 5% y 10% obteniendo valores de 20.06 kg/cm² y 22.68 kg/cm² respectivamente, dichos valores superan el valor obtenido de la muestra patrón que es de 19.25 kg/cm² advirtiéndose el incremento en la resistencia a la compresión uniaxial, caso contrario ocurre con los valores obtenidos al incorporarse lodo en porcentajes de 15% y 20% ya que perjudicarían al prisma visto que se determinaron resistencias de 15.15 kg/cm² y 12.40 kg/cm² respectivamente.

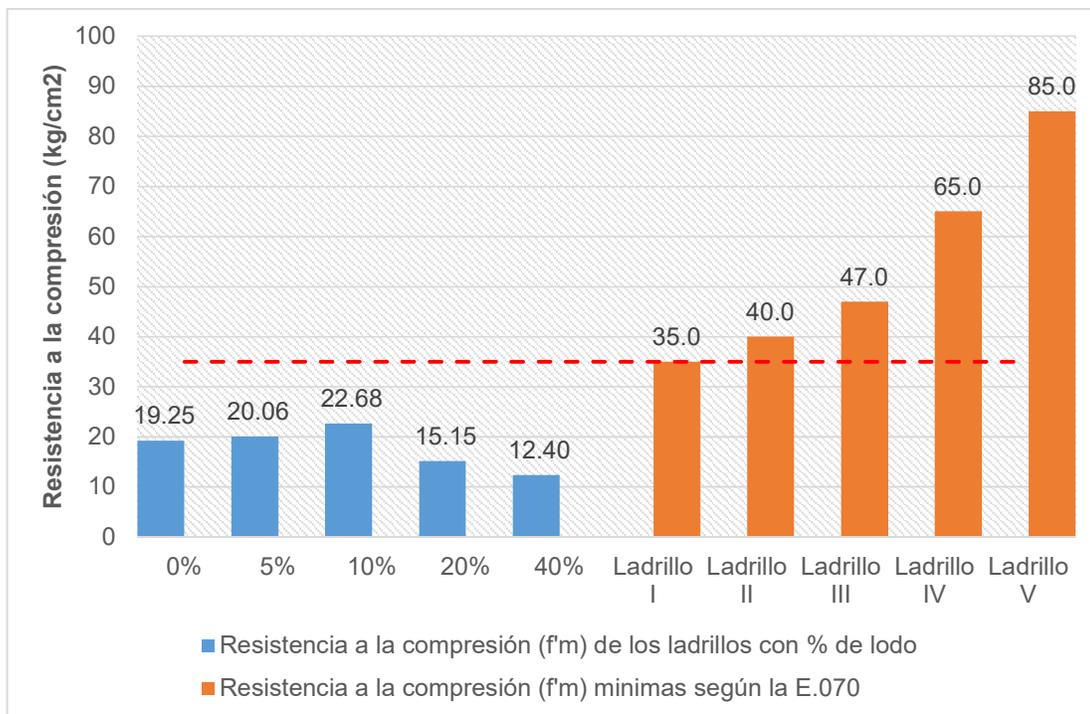


Figura 45. Comparación de la variación de la resistencia a la compresión $f'm$ en prismas del ladrillo de arcilla con lodo y la NTE.070

En la figura 45, se puede observar la comparación de la variación de la resistencia a la compresión uniaxial de los prismas con los establecidos por la Norma E070 que solicita mínimamente una resistencia de 35 kg/cm² para obtener la clasificación por tipo de ladrillo, ya que los prismas que muestran un mejor comportamiento son los que contienen lodo en porcentajes de 5% y 10%, sin embargo, se puede visualizar que existe un incremento con referencia al valor obtenido por el prisma patrón en 4.2% y 17.8%. por lo que se establece la relación entre el porcentaje de lodo con la resistencia a la compresión uniaxial, ya que al aumentar el lodo de la PTAR La Chilla incrementa el valor de la resistencia a la compresión del prisma elaborado para la prueba de laboratorio.

3.5.8 Resistencia a la tracción

Se ha establecido a partir por cualquier método de corte previo a ello se realizó el refrendado dependiendo de la superficie de contacto del espécimen con la finalidad de rellenar depresiones con una mezcla de cemento y cloruro de calcio no mayor al 2%, cm dejando reposarlo por un periodo de 2 días. La carga se aplicó en el centro de la superficie (largo) utilizando apoyos de barras de acero solido de 12.7

mm de diámetro colocadas a 18 cm separadas entre ellos y la carga será aplicada a través a las 15 unidades de ladrillo con lodo de la PTAR La Chilla, 0%, 5%, 10%, 15% y 20%, los cuales obtienen la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 46. Resistencia de tracción con apoyos

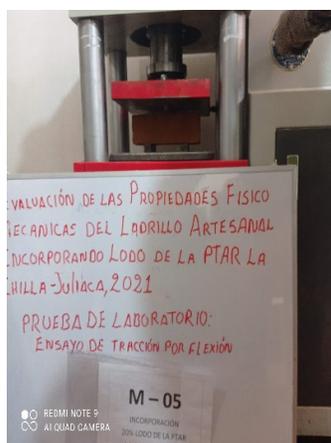


Figura 47. Resistencia de tracción por flexión M-05

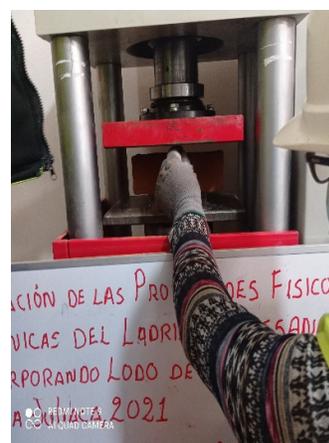


Figura 48. Resistencia de tracción por flexión con acomodo de apoyos en la base a 18 cm

Tabla 49. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 0%

Espécimen	Carga rotura (kg-f)	Distancia apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
E-1	198.00	18.00	10.60	6.60	11.58
E-2	213.00	18.00	10.60	7.00	11.07
E-3	225.00	18.00	10.50	6.80	12.51
				Promedio	11.72
				desv. Standar	0.73
				Prom-desv	10.99

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 5%

Espécimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
E-1	264.00	18.00	10.70	6.40	16.26
E-2	235.00	18.00	10.70	6.60	13.61
E-3	265.00	18.00	10.70	6.60	15.35
				Promedio	15.08

desv. Standar 1.35
Prom-desv 13.73

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 10%

Espécimen	Carga rotura (kg-f)	Distancia apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
E-1	223.00	18	10.7	7.00	11.48
E-2	232.00	18	10.7	6.70	13.04
E-3	214.00	18	10.6	6.60	12.51
				Promedio	12.35
				desv. Standar	0.79
				Prom-desv	11.55

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 15%

Espécimen	Carga rotura (kg-f)	Distancia apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
E-1	134.00	18	10.5	6.80	7.45
E-2	152.00	18	10.7	6.70	8.54
E-3	142.00	18	10.6	6.60	8.30
				Promedio	8.10
				desv. Standar	0.57
				Prom-desv	7.53

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Resistencia a la tracción del ladrillo con lodo de la PTAR en 20%

Espécimen	Carga rotura (kg-f)	Distancia apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f'tb (kg/cm ²)
E-1	115.00	18	10.7	6.40	7.08
E-2	121.00	18	10.5	6.70	6.93
E-3	109.00	18	10.6	6.50	6.57
				Promedio	6.86
				desv. Standar	0.26
				Prom-desv	6.60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Resumen de resistencia a la tracción del ladrillo con lodo en varios porcentajes

Muestra	% Adición Lodo	Resistencia tracción f'_{tb} (kg/cm²)	Clasificación según la norma
M-01	0%	10.99	Ladrillo Tipo V
M-02	5%	13.73	Ladrillo Tipo V
M-03	10%	11.55	Ladrillo Tipo V
M-04	15%	7.53	Ladrillo Tipo II
M-05	20%	6.60	Ladrillo Tipo I

Fuente: Elaboración propia

La resistencia a la tracción está directamente relacionada con la resistencia a la compresión axial de la unidad de la albañilería ya que de algún modo al aumentar la resistencia a la tracción se incremente la de compresión, este ensayo es necesario para la clasificación que pueda obtener la unidad de albañilería en el caso de los ladrillos Tipo IV y V. habitualmente se realizan pruebas de laboratorio para medir la resistencia a la compresión, ya que al aplicarse fuerzas verticales a los prismas estos ocasionan una tracción lateral por consecuencia del mortero al fluir a los lados desplazándose entre ellos.

Del análisis realizado a la Tabla 54, se tiene que los ladrillos adicionados de lodo de la PTAR que tienen mejores valores son los de 0, 5 y 10% con valores de 10.99 kg/cm², 13.73 kg/cm² y 11.55 kg/cm² respectivamente, los cuales superan 8.16 kg/cm² (8 daN/cm²) que se exige mínimamente ITINTEC 331.017 (1978), para la clasificación del ladrillo Tipo III, con respecto al ladrillo incorporado de lodo en 15% al obtener un valor de 7.53 kg/cm² se clasificaría como un ladrillo de Tipo II y el ladrillo con lodo en 20% se clasificaría como ladrillo de Tipo I, siendo este para construcción en mínimas condiciones de servicio.

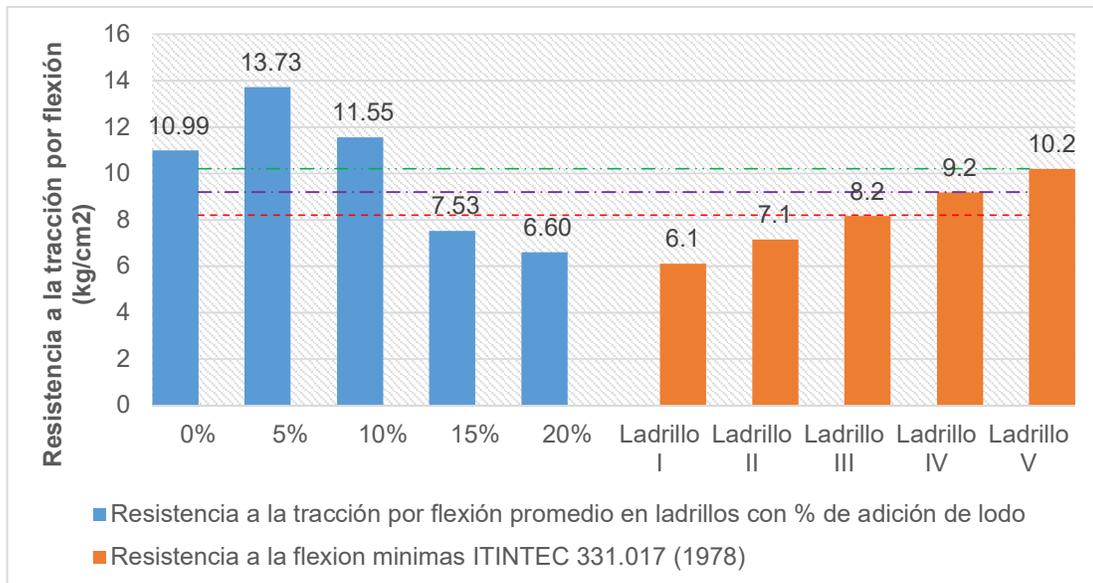


Figura 49. Comparación de la variación de la resistencia a la tracción f'_{tb} del ladrillo incorporado de lodo y la NTE.070

De la interpretación de la Figura 49, la Norma ITINTEC 311.017, establece valores mínimos para poder obtener la clasificación del Tipo de ladrillo, dicho lo anterior obtenemos se determina que incorporando lodo en proporciones de 5% y 10% obtendrían valores de 13.73 kg/cm² y 11.55 kg/cm² respectivamente, clasificándose estos como ladrillo Tipo V, caso contrario ocurre al incrementar lodo en proporciones de 15% y 20% donde se obtiene valores de 7.53 kg/cm² y 6.60 kg/cm² respectivamente, decreciendo drásticamente y se clasificarían como ladrillo Tipo II y I respectivamente ya que la Norma ITINTEC 311.017 solicita mínimamente un valor de 7.14 kg/cm² para un ladrillo Tipo II y 6.12 kg/cm² para un ladrillo Tipo I. Se puede definir que la adición de lodo en porcentajes menores al 10% incrementan la resistencia a la tracción, pero si se sobre pasa este valor la resistencia decae considerablemente obteniendo valores casi al límite para poder realizar su clasificación.

OE3: Definir, que si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características de los ladrillos artesanales en la ciudad de Juliaca

c. Desarrollo de actividades

- 1 Extracción de la muestra de lodo de la PTAR La Chilla en la ciudad Juliaca (Ver anexo 6).

- 2 Recolección de material primante para la elaboración del ladrillo en el Sector Chullunquiani de la ciudad de Juliaca, la realización de esta actividad se efectuó en la cantera de arcilla para luego ser trasladado hasta el lugar de procesamiento para la obtención del ladrillo. (Ver anexo 6).
- 3 Determinación de la dosificación por unidad de volumen necesario para la elaboración de 33 und (01 dosificación), siendo este un volumen de 0.0518 m³ de la mezcla, las que se clasificaron en dosificaciones en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR, los mismos que se mezclaron con porcentajes de materia prima de 100%, 95%, 90%, 85% y 80% respectivamente (Ver anexo 6).
- 4 La elaboración del ladrillo artesanal de arcilla se realizó de manera manual amasando de la forma tradicional (Ver anexo 6).
- 5 Se utilizó un molde con dimensión de 21 cm x 11 cm x 6.8 cm para el elaborado de los ladrillos de arcilla, una vez fabricados se dejaron secando a la exposición del sol por un periodo de 14 días, teniendo cuidado de cubrirlos con plástico ante la presencia de lluvias, de esta manera asegurando un secado uniforme (Ver anexo 6).
- 6 Luego del secado de las unidades de albañilería se colocaron dentro del horno artesanal por un tiempo de 10 horas para ser cocidas y un periodo de 3 días para su refrigeración antes de ser extraídas (Ver anexo 6).
- 7 Traslado de especímenes al laboratorio para proseguir con los respectivos ensayos.

3.5.9 Peso

La determinación del peso se ha establecido realizando el pesaje en una balanza de capacidad no menor a 3,000 gramos con una aproximación de 0,5 gramos en las 15 unidades de ladrillo con la incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla. Las unidades de albañilería son de un peso adecuado para la fácil manipulación por parte del personal con una sola mano, se realizaron el pesaje de 03 especímenes por muestra para la obtención de un valor promedio los cuales nos permiten determinar la clasificación por Tipo de ladrillo.



Figura 50. Pesaje de los especímenes



Figura 51. Determinación del color de los especímenes



Figura 52. Determinación de la textura de los especímenes

Tabla 55. *Peso del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diversos porcentajes*

Muestra	Adición lodo %	Peso promedio (gr.)	Densidad Kg/m ³	Calidad
M-01	0%	2,518.67	1,713.96	Se acepta
M-02	5%	2,231.67	1,557.99	Se acepta
M-03	10%	2,387.33	1,617.91	Se acepta
M-04	15%	2,110.33	1,456.72	Se rechaza
M-05	20%	1,941.33	1,369.37	Se rechaza

Fuente: Elaboración propia

Refiere Gallegos & Casabonne (2005) que la materia prima debe tener una densidad en un rango de 1,400kg/cm³ a 1,700 kg/cm³, tomando en consideración la calidad de la elaboración del ladrillo 1, y 1 y 1,600-1,900 kg/m³ para ladrillo 2, la Tabla 55, hace notar que los especímenes con incorporación de lodo en 5% y 15% cumplirían para una clasificación como ladrillo 1 y los especímenes con lodo en 0% y 10% cumplirían para una clasificación como ladrillo 2, por lo cual se acepta que las muestras con incorporación de lodo 0%, 5% y 10%, a la de acuerdo al análisis de la tabla existe una relación inversamente proporcional entre el porcentaje de incorporación con el lodo, ya que al incrementar la proporción de lodo disminuiría el peso de la unidad de albañilería.

3.5.10 Color

La determinación del color se realizó a través de la apreciación visual y a las recomendaciones que la Norma E070 indica, siendo estas la uniformidad en el color, así como sea de color rojo aproximándose al color amarillo, determinadas en las 15 unidades de ladrillo con la incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, se apreciaron 03 especímenes por muestra para poder clasificar su calidad.

Tabla 56. *Color de los ladrillos con lodo de diversas dosificaciones*

Muestra	Adición de lodo %	Calidad	Color
M-01	0%	Se acepta	Naranja oscuro
M-02	5%	Se acepta	Naranja oscuro
M-03	10%	Se Acepta	Naranja claro
M-04	15%	Se rechaza	Naranja alto claro
M-05	20%	Se rechaza	Naranja alto claro

Fuente: Elaboración propia

La presencia de un color parejo siendo este rojo tendiendo a amarillo, es recomendado por la Norma E070, y de lo apreciado en la Figura 50 las unidades de albañilería que cumplen y por lo tanto se aceptarían con dichos requerimientos son los especímenes M-01, M-02 y M-03, mientras que los ladrillos incorporados de lodo en 15% y 20% no cumplirían los mismos.

3.5.11 Textura

La determinación de la textura se realizó a través del tacto y a las recomendaciones que la Norma E070 indica, siendo de una superficie fina y bien perfilada en las aristas, evitando la presencia la fisuras, para la cual se utilizaron 15 unidades de ladrillo con la incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, se apreciaron 03 especímenes por muestra para poder clasificar su calidad.

Tabla 57. *Textura del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diferentes porcentajes*

Muestra	Adición lodo %	Calidad	Textura
M-01	0%	Se acepta	No presenta fisura

M-02	5%	Se acepta	No presenta fisura
M-03	10%	Se acepta	No presenta fisura
M-04	15%	Se rechaza	Presenta fisura
M-05	20%	Se rechaza	Presenta fisura

Fuente: Elaboración propia

Interpretando la Tabla 57, y realizando el análisis respectivo se advierte que la textura en el espécimen con incorporación de lodo en 0% siendo este el ladrillo patrón no presenta fisuras, así como una textura fina, y cantos con buen perfilamiento, caso contrario no ocurre con los especímenes con incorporación de lodo en 5%, 10%, 15% y 20%, los cuales presentan texturas rugosas como cantos (aristas) mal perfiladas con más incidencia en los ladrillos M-04 y M-05.

3.5.12 Dureza

La determinación de la dureza se realizó a través del rasgado de la superficie con la uña y a las recomendaciones que la Norma E070 indica, clasificando su aceptación, si el rasgado deja una impresión sobre la unidad de albañilería, para la cual se utilizaron 15 unidades de ladrillo con la incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, se apreciaron 03 especímenes por muestra para poder clasificar su calidad.

Tabla 58. *Dureza del ladrillo de arcilla con adición de lodo en diferentes porcentajes*

Muestra	Adición lodo %	Calidad	Dureza
M-01	0%	Se acepta	Leve impresión
M-02	5%	Se acepta	Leve impresión
M-03	10%	Se acepta	Leve impresión
M-04	15%	Se rechaza	Con impresión
M-05	20%	Se rechaza	Con impresión

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 58 se interpreta que al rasgar con la uña del dedo en la superficie de la unidad de albañilería se puede apreciar cómo se muestran en la Figura 52, muestra una leve impresión en los ladrillos con 0%, 5% y 10% de incorporado el lodo, sin embargo, en los especímenes con incorporación de lodo en un porcentaje de 15% y 20% la impresión es más profunda y más ancha esto por el mayor porcentaje de vacíos que presentan los ladrillos.

3.5.13 Solidez

La determinación de la solidez se estableció con la utilización de un martillo metálico realizando un golpe en la superficie del ladrillo y a las recomendaciones que la Norma E070 indica, obteniendo la presencia de un sonido metálico, clasificando su aceptación, para la cual se utilizaron 15 unidades de ladrillo con la incorporación de la arcilla en 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo de la PTAR La Chilla, se apreciaron 03 especímenes por muestra para poder clasificar su calidad.

Tabla 59. Solidez en el ladrillo de arcilla con lodo en diversas proporciones

Muestra	Adición lodo %	Calidad	Solidez
M-01	0%	Se acepta	Sonido metálico
M-02	5%	Se acepta	Sonido metálico
M-03	10%	Se acepta	Sonido metálico
M-04	15%	Se rechaza	Sin sonido metálico
M-05	20%	Se rechaza	Sin sonido metálico

Fuente: Elaboración propia

Al aplicar un golpe con el martillo las unidades de albañilería con incorporación de lodo en 0% 5% y 10%, presentan un sonido metálico, caso contrario ocurre con los especímenes M-04 y M-05 que presentan un sonido grave diferente al metálico, el cual se sintetiza en la Tabla 59.

OG: Evaluar si la adición de lodo de la PTAR influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.

Los resultados muestran que en el proceso de elaboración del espécimen al incorporar lodo de la PTAR en un porcentaje superior al 10% la resistencia a la compresión axial incrementa por lo que mejoraría la propiedad mecánica del aldrillo, caso contrario ocurre a al superar este porcentaje ya que actuariamente contrariamente en relación a la capacidad de soportar la resistencia de la compresión axial, similar comportamiento presenta con la resistencia a la compresión uniaxial en primas.

El diseño completamente aleatorio DCA, es utilizado para desarrollar la prueba de la hipótesis, teniendo como fin definir la existencia en la variación de porcentajes

de lodo en la mezcla para la fabricación del ladrillo. Es por ello que la aplicación de diseño DCA de denota una alta dispersión con respecto a la resistencia a la compresión axial al adicionar lodo en diferentes porcentajes, por lo que para tener una certera afirmación si la variación es estadísticamente significativa procedemos a plantear la prueba de siguiente prueba de hipótesis, la cual se desarrolla a continuación:

$$H_0: \mu_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$$

$$H_1: \mu_0 = \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5$$

Tabla 60. *Análisis de Varianza para los datos de la variación de las propiedades mecánicas del ladrillo*

Fuente de Variación	Grados Libertad	Suma cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	P - valor
Ladrillo con lodo	4	5302.873	1325.718	67.628	0.000
Error Experimental	10	196.032	19.603		
Total	14	5498.904			

Fuente: Elaboración propia

La fuente de variación se presenta en la primera columna tomando para ello el ladrillo con lodo y el error experimental. Referente al ladrillo con lodo se entenderá la variabilidad entre grupos o explicada por el modelo de una vía (en este caso distinciones en los tipos de ladrillo con lodo con respecto a la resistencia promedio a la compresión axial del ladrillo) y por Error experimental se entiende variabilidad residual o no explicada por el modelo. Por Total variabilidad respecto de la media total computada con todos los datos con independencia del nivel del factor ladrillo con lodo de la PTAR.

La probabilidad deja a su derecha una cola de 0,000, teniendo como resultado 4 y 10 grados de libertad, se obtuvo un cociente Fc de 67.628.

Para un nivel de significancia del 5% la hipótesis nula sería rechazada en el nivel medio de resistencia a la compresión del ladrillo, con las 5 dosis (5% y 10%), en porcentajes de ladrillos con lodo estudiados.

Como ($F_{cal} = 67.628$ P – valor = 0.000 < 0.05), en este caso se podría concluir que al menos uno o más ladrillos con lodo dosificados porcentualmente en estudio hayan originado resultados, la media de la resistencia a la compresión axial del

ladrillo con lodo, difiere significativamente los ladrillos con lodo restantes. La Tabla 60, muestra la probabilidad ya que las diferencias significativas son determinadas por la varianza. Se tendrá mayor seguridad de la existencia de la disimilitud significativa cuando se tiene un menor valor en la probabilidad. La conclusión es que el factor ladrillo con lodo influye en la variable dependiente resistencia a la compresión axial en el ladrillo, es decir, los distintos niveles de dosis porcentuales del factor ladrillo con lodo se comportan de diferente forma en lo que a la variable dependiente se refiere.

Gráfico de las medias.

El gráfico de medias sugiere un fuerte decrecimiento de resistencia a la compresión axial de unidades de albañilería con lodo al 20% al pasar aproximadamente en 21 kg/cm². La resistencia promedio del ladrillo con lodo al 10% es superior y conducen a un efecto contrario en 67.0 kg/cm², mostrando el gráfico un perfil de ascenso; es decir existe diferencias significativas.

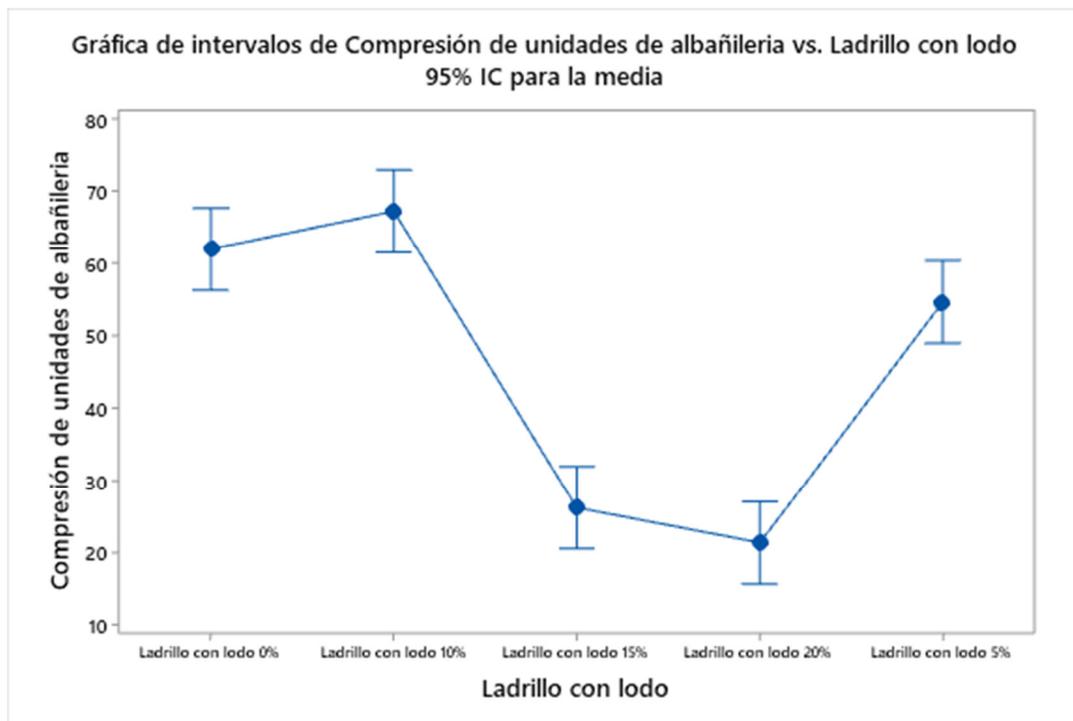


Figura 53. Gráfica de intervalos de compresión de unidades de albañilería vs ladrillo con lodo (95% IC para la media)

Prueba de comparaciones múltiples

Los ladrillos con lodo que se distinguen y la identificación de los no son indicados por el ANOVA. Se proporciona pistas a través de la inspección visual, pero de requerirse criterios más concisos tendrían que utilizarse las diferentes pruebas estadísticas existentes, por el ejemplo en de comparaciones múltiples que nos permite identificar cual es la unidad de albañilería tratada.

Tabla 61. Agrupación de muestras utilizando el método de Duncan y una confianza de 95%

Ladrillo	N	Media	Agrupación
Ladrillo con lodo 10%	3	67.10	A
Ladrillo con lodo 0%	3	61.85	A B
Ladrillo con lodo 5%	3	54.54	B
Ladrillo con lodo 15%	3	26.217	C
Ladrillo con lodo 20%	3	21.357	C

Fuente: Elaboración propia

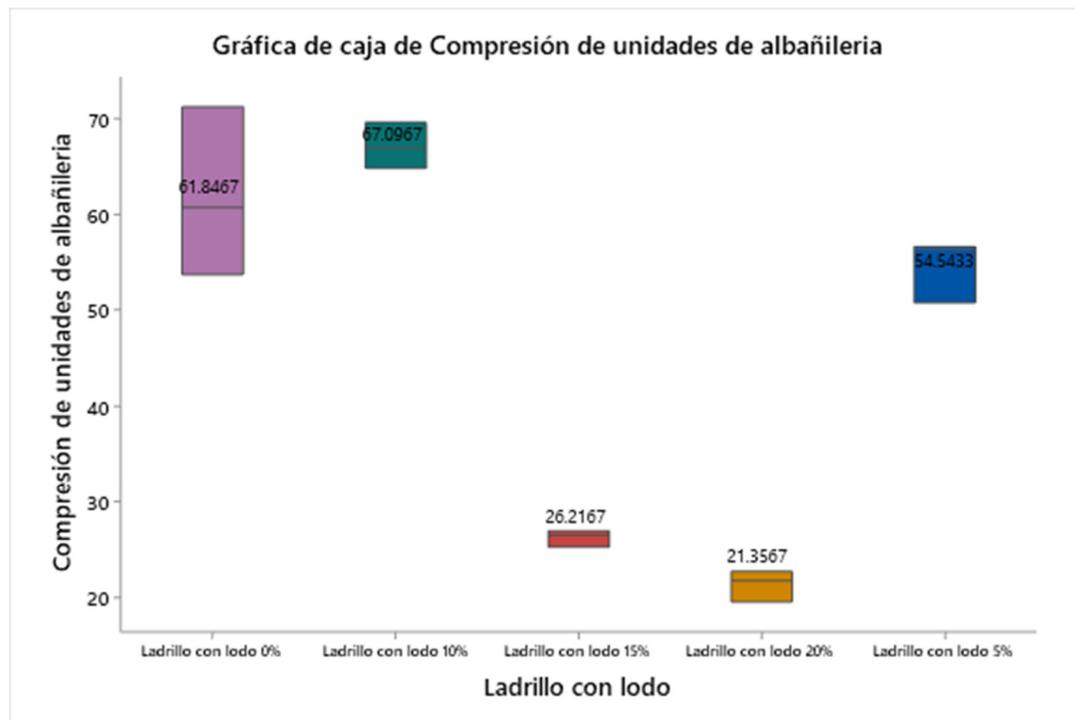


Figura 54. Gráfica de caja de compresión de unidades de albañilería

A la conclusión que nos lleva la prueba de comparación múltiples de Duncan son presentadas de manera vertical. Los ladrillos con lodo dosificados porcentualmente adquieran la misma codificación (letra) el cual indica no tener disimilitudes significativas unas de otras siendo unidas por el trazo de una línea, donde las

unidades de albañilería con lodo de la PTAR son ordenadas de manera decreciente de acuerdo a los resultados de la resistencia a la compresión promedio de ladrillo con lodo durante el desarrollo del procedimiento de experimentación. Llegando a la conclusión que teniendo un nivel de significancia de 0.05 se puede aseverar que el puntaje promedio de resistencia de compresión del ladrillo incorporado con lodo en un porcentaje del 10% posee disimilitudes estadísticas sobre las otras unidades de albañilería con incorporación de lodo de la PTAR, por lo que se distingue significativamente con otras unidades de albañilería, siendo que el ladrillo con lodo al 10% de incorporación aporta al estudio de investigación. Y las que moderadamente aportan a la presente investigación son los ladrillos con lodo incorporando 0% y 5%, así mismo las unidades de albañilería que menos aportan al estudio, son los que tienen una adición de lodo en 15% y 20%, detallado en la Tabla 61 y Figura 54.

Prueba de Hipótesis

Hipótesis

Hipótesis nula (H₀) La incorporación lodo de la PTAR no influye significativamente en las propiedades mecánicas del ladrillo de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.

Hipótesis alterna (H₁): La incorporación lodo de la PTAR influye significativamente las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.

Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$

Estadístico de prueba: $F = \frac{CM_{tra}}{CM_{error}}$

Región Crítica: Si (P – valor = 0.000 < 0.05) entonces se rechaza la H₀

Decisión: A un nivel de significancia del 5% ($F_{cal} = 67.628$ y P – valor = 0.000 < 0.05) se rechaza la Hipótesis nula es posible concluir, que la incorporación lodo de la PTAR influye directamente y significativamente en las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión axial en unidades de albañilería del ladrillo artesanal de arcilla con incorporación de lodo en la ciudad de Juliaca, 2021.

3.7 Aspectos éticos

En esta investigación se respetará la validado del resultado, propiedad intelectual de los autores, confiabilidad de los datos obtenidos y la identidad del personal que colaboro en el presente estudio.

El juicio ético tomado como referencia son la confidencialidad, objetividad, y con la aprobación comunicada a la persona comprometida, a la ves para garantizar la honestidad y originalidad una vez concluida se procesará por el software TURNITIN.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

Se ejecutó en la PTAR La Chilla de donde extrajo el lodo de las aguas residuales y la cantera Chullunquiani, ambos ubicados en el distrito de Juliaca, provincia San Román, departamento Puno.



Figura 55. Mapa político del Perú.

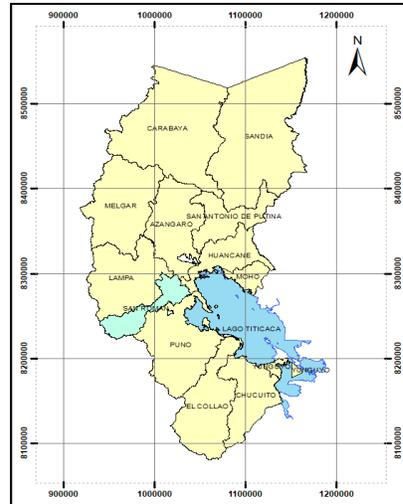


Figura 56. Mapa político del Departamento de Puno

Ubicación del proyecto

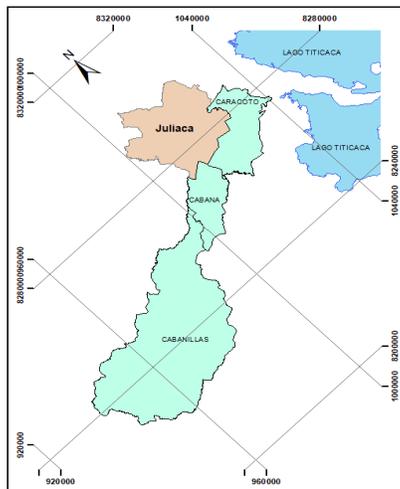


Figura 57. Mapa de la Provincia de San Román

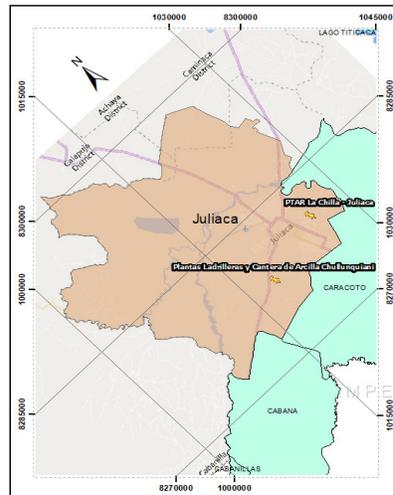


Figura 58. Mapa de Distrito de Juliaca.

Limites

- Norte : Con las provincias de Azángaro y Lampa.
Sur : Con los distritos de Caracoto y Cabana.
Este : Con la provincia de Huancane.
Oeste : Con la provincia de Lampa.

Ubicación geográfica

La ubicación del distrito de Juliaca se encuentra localizado en las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 15°, 26', 14.93" y 15°, 32', 49.24" y Oeste 70°, 08', 23.02" y 70°, 07', 67", contando con una superficie de 533.50 km² aproximadamente con una altitud entre los 3 825 m.s.n.m hasta los 3 905 m.s.n.m. De acuerdo al INEI hasta el año 2017 el distrito de Juliaca contaba con una población de 276 110 habitantes.

Clima

Con respecto al clima en el distrito de Juliaca es seco en las épocas de estiaje comprendidas desde el mes de mayo a noviembre y húmeda en temporada de precipitaciones pluviales comprendida desde los meses de diciembre a abril. Con respecto a la temperatura presenta una variación marcada teniendo el mínimo de - 7.8 °C hasta el máximo 16.7 °C, y como temperatura promedio de 7 °C durante el año.

Objetivo General: Evaluar si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla.

La prueba estadística nos dio un resultado con un nivel de significancia de 0.05, existen diferencias estadísticas en el promedio de la resistencia a la compresión axial en comparación a las otras muestras, teniendo una diferenciación significativa con respecto a las otras muestras, es así que las muestras M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) los cuales aportan al presente trabajo de investigación. Por otro lado, la M-04 (15%) aporta medianamente al estudio, y se tiene que la muestra M-05 (20%) aporta mínimamente al estudio, tal como se muestra en la Tabla 61 de diferencia de medias y el diagrama de cajas (Figura 54).

Objetivo Especifico 1: Determinar si la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla.



Figura 59. Determinación del alabeo del ladrillo 10% de incorporado de lodo



Figura 60. Determinación de la variación dimensional del ladrillo 5% incorporado de lodo

Tabla 62. Resumen de las propiedades físicas del ladrillo con lodo de la PTAR en diversas dosificaciones

Muest.	% lodo	Varia. Dimen. Prom. %	Alabeo Prom.	Densid. Prom. (gr/cm ³)	Absor. Prom. %	Coef. satur.	Succión (gr/200cm ² /min)
M-01	0%	2.9	2.00	1.71	13.72	0.78	42.37
M-02	5%	2.4	1.58	1.56	18.62	0.81	45.28
M-03	10%	2.4	1.46	1.62	15.78	0.83	45.83
M-04	15%	1.7	1.54	1.46	21.52	0.90	62.32
M-05	20%	2.3	1.38	1.37	24.58	0.97	110.64

La Tabla 62 muestra los valores obtenidos de las propiedades físicas del ladrillo artesanal con lodo de la PTAR La Chilla en variables porcentajes como son 0, 5, 10, 15 y 20% y realizando la comparación entre las normas E.070 e ITINTEC 331.017, donde se determina que la variación dimensional máxima, el mejor comportamiento tienen la M-04 (15%) ladrillo Tipo IV y M-02 (5%), M-05 (20%), por el alabeo como ladrillo Tipo V para M-03 (10%), ladrillo Tipo III para M-01 (0%), al incorporar el lodo en cualquiera de los porcentajes no la diferencia no es significativa, de la misma manera la densidad mínima requerida de acuerdo a la

norma ITINTEC es 1.55 gr/cm^2 que corresponderá a un ladrillo Tipo II y 1.60 gr/cm^3 correspondiente al ladrillo Tipo III, por lo que la M-01 (0%) y M-02 (5%) tienen clasificación de ladrillo Tipo II, y los demás ladrillos cumplirían con la densidad del ladrillo Tipo I, referente a la absorción las muestras M-01, M-02, M-03 y M-04 son inferiores al valor máximo que establece la E.070 siendo este el 22%. Y de acuerdo a ITINTEC 331.017 es la absorción máxima la M-05 (20%) teniendo un valor de 24.58% la que se clasifica como ladrillo Tipo III y el resto como ladrillo Tipo V. De igual modo de acuerdo a E.070, la succión en ladrillos de arcilla debe estar incluido en el rango de 10 y 20 ($\text{gr}/(200\text{cm}^2\text{-min})$), por lo que la totalidad de ladrillos no cumplen con lo que señala la norma, por último, el coeficiente de saturación de acuerdo a ITINTEC 331.017, indica que valores menores a 0.80 es poco absorbente y pueden ser de utilidad en cualquier clima y si pasa el valor de 1.00 es muy absorbente haciendo su uso cuando se toman medidas de protección, por esto las muestras M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) se clasifican como ladrillo de Tipo IV donde el valor máximo es 0.88, mientras que la M-04 (15%) se clasifica como ladrillo Tipo III y M-05 (20%) tienen clasificación de ladrillo Tipo I donde el valor del coeficiente de saturación máximo es 1.

Tabla 63. Resumen de clasificación del tipo de ladrillos con lodo de la PTAR, según las normas indicadas

PROPIEDADES	NORMA E.070					NORMA ITINTEC 331.017				
	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05	M-01	M-02	M-03	M-04	M-05
Variación dimensional	ladrillo III	ladrillo IV	ladrillo V	Ladrillo IV	Ladrillo IV	ladrillo III	ladrillo IV	ladrillo V	Ladrillo IV	Ladrillo IV
Alabeo	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V	ladrillo V
Absorción	Unidades de arcilla máximo 22%					-	-	-	-	-
	13.72%	18.62%	15.78%	21.52%	24.58%	-	-	-	-	-
Absorción Máxima	-	-	-	-	-	No clasifica	No clasifica	No clasifica	ladrillo IV	ladrillo III
Coefficiente de saturación	-	-	-	-	-	No clasifica	No clasifica	No clasifica	ladrillo III	ladrillo I
Densidad	-	-	-	-	-	No clasifica	Ladrillo III	Ladrillo IV	No clasifica	No clasifica
	mínimo 10 - máximo 20 gr/(200cm2xmin)					mínimo 10 - máximo 20 gr/(200cm2xmin)				
Succión	42.37 no cumple	45.28 no cumple	45.83 no cumple	62.32 no cumple	110.64 no cumple	42.37 no cumple	45.28 no cumple	45.83 no cumple	62.32 no cumple	110.64 no cumple
Resistencia a la compresión	ladrillo I	ladrillo I	ladrillo II	No clasifica	No clasifica	No clasifica	No clasifica	ladrillo II	No clasifica	No clasifica
TIPO DE LADRILLO	ladrillo I	ladrillo I	ladrillo II	No clasifica	No clasifica	No clasifica	No clasifica	ladrillo II	No clasifica	No clasifica

Objetivo Especifico 2: Cuantificar si la incorporación lodo de la PTAR influye de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla.



Figura 61. Ensayo de resistencia a la compresión axial al ladrillo de 15% incorporado de lodo



Figura 62. Ensayo de resistencia a la compresión uniaxial de prismas de ladrillo con incorporación de 20% de lodo

Tabla 64. *Resumen de valores de la f'_b , f'_m y f'_{tb} con lodo en 0, 5, 10, 15 y 20%.*

Muestra	% Adición lodo	Resistencia compresión axial f'_b (kg/cm ²)	Resistencia compresión uniaxial f'_m (kg/cm ²)	Resistencia tracción f'_{tb} (kg/cm ²)
M-01	0%	53.02	19.25	10.99
M-02	5%	51.23	20.06	13.73
M-03	10%	64.71	22.68	11.55
M-04	15%	25.35	15.15	7.53
M-05	20%	19.73	12.40	6.60

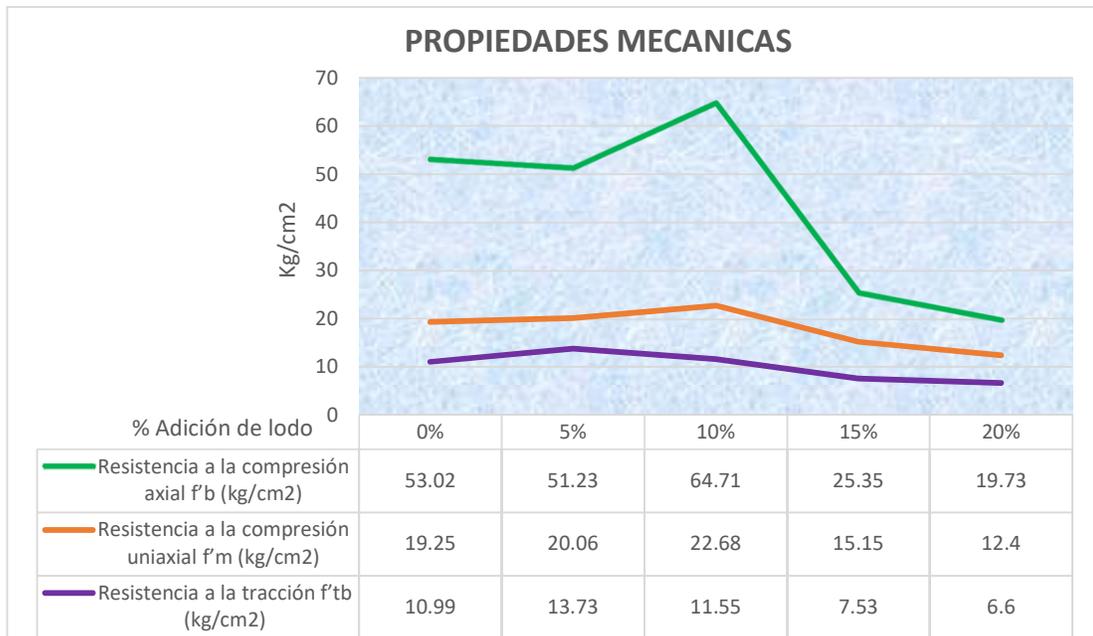


Figura 63. Resumen de valores de las $f'b$, $f'm$ y $f'tb$ con incorporación de lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%.

En la Tabla 64 y figura 63, se aprecia las síntesis de las propiedades mecánicas del ladrillo con lodo en los diferentes porcentajes como son 0%, 5%, 10%, 15% y 20% y realizando el análisis del cumplimiento de los requerimientos mínimos exigidos por la E070 y la ITINTEC 331.017 Tabla 4 y Tabla 1 respectivamente. La muestra M-01 con resistencia a la compresión axial de 53.02 kg/cm², se maneja como valor referencial o patrón, donde la incorporación de lodo es del 0%, mientras que en la unidad de albañilería con adición de lodo de la PTAR, se obtuvo un valor más elevado en la muestra M-03 de 64.71 kg/cm², cumpliendo con el requerimiento mínimo a la resistencia compresión axial exigida por la norma E 0.70 cuyo valor es de 50 kg/cm² y clasificándose como ladrillo Tipo II, así como la muestra M-02 con 51.23 kg/cm² clasificándose como ladrillo Tipo I, a la vez se determinó que la muestra M-05 incorporad de lodo en 20% se obtuvo un valor 19.73 kg/cm² no cumplimiento los requerimientos mínimos exigidos por la norma y no teniendo clasificación. Con respecto a la resistencia de compresión uniaxial, los prismas no lograron alcanzar el valor mínimo requerido solicitado por la Norma E.070 cuyo valor es de 35 kg/cm² (Tabla 4), siendo las que se aproximan las muestras M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) cuyos valores son 19.25 kg/cm², 20.06 kg/cm², 22.68 kg/cm² respectivamente, para respectivamente, mientras que la muestra M-05

(20%) con un valor de 12.40 kg/cm², siendo este como el mínimo determinado a través de las pruebas de laboratorio. Finalizando con respecto a la determinación de la resistencia a la tracción, para la evaluación se tiene como referencia la norma ITINTEC el cual solicita un valor mínimo de 6.1 kg/cm² para la clasificación de un ladrillo tipo I, el más elevado valor se presenta muestra M-02 (10%) con 13.73 kg/cm² superando la muestra patrón M-01 de 0% de lodo, de la misma manera cumplen todas las muestras restantes como son M-01 (0%), M-03 (10%), M-04 (15%) y M-05 (20%) con 10.99, 11.55, 7.53 y 6.60 kg/cm² respectivamente.

Objetivo Especifico 3: Definir si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características del ladrillo artesanal de arcilla.



Figura 64. Definición del peso del ladrillo artesanal de arcilla incorporado con lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%



Figura 65. Definición de la característica (color) del ladrillo artesanal incorporado con lodo en 0%, 5%, 10%, 15% y 20%

Tabla 65. Resumen de las características de los ladrillos con lodo de la PTAR

Muestra	% Adición lodo	Peso Prom. (gr.)	Color	Textura	Solidez	Dureza
M-01	0%	2,518.67	Naranja oscuro	No presenta fisura	Sonido metálico	Sin impresión
M-02	5%	2,231.67	Naranja oscuro	No presenta fisura	Sonido metálico	Sin impresión
M-03	10%	2,387.33	Naranja claro	No presenta fisura	Sonido metálico	Sin impresión
M-04	15%	2,110.33	Naranja claro	Presenta fisura	Sin sonido metálico	Con impresión

M-05	20%	1,941.33	Naranja más claro	Presenta fisura	Sin sonido metálico	Con impresión
------	-----	----------	-------------------	-----------------	---------------------	---------------

De acuerdo a la Tabla 65, las características de los ladrillos con lodo de la PTAR, se definió que las muestras M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) son aceptables pudiendo ser utilizadas en construcción de albañilería en condiciones de servicio de mínima a moderada, como lo señala la E.070, justificadas en su peso, color, textura, solidez y dureza.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1:

Se determinó en el presente trabajo de investigación que la incorporación de lodo de la PTAR La Chilla, actúa favorablemente a través de la mejora en las propiedades físico mecánicas de los ladrillos, en las mezclas de 5% y 10%, los cuales presentaron valores que cumplen con los requerimientos mínimos exigidos por la E.070, caso contrario cuando se adicionan porcentajes superiores al 10%, ya que redujeron los valores de sus propiedades físico mecánicas tomando como referencia la muestra patrón M-01 con 0% de incorporación de lodo. Referente a ello **Chura** (2021) quien es citado como antecedente nacional, llega a la conclusión que a porcentajes inferiores al 10% en la adición de lodo a la mezcla supera los requerimientos mínimos exigidos por la norma E070 y por ende es factible en la elaboración del ladrillo con la adición de dicho porcentaje, ya que obtuvo como resultado que el ladrillo patrón con 0% de lodo de la planta de tratamiento, adquiere la resistencia de compresión axial de 55.7 kg/cm² y la adición optima de lodo es de 5 y 10%, con una resistencia a la compresión axial de 53.8 kg/cm² y 55.6 kg/cm² respectivamente. De la misma manera, **Camargo & Yambay** (2020) citado como antecedente internacional llega a la conclusión que la incorporación de lodo de la PTAR-Q es factible para la elaboración de ladrillos artesanales, ya que obtuvo como resultado que los ladrillos incorporados con lodo residual húmedo al 5% confrontando con los ladrillos estándares, la resistencia a la compresión presentada aumenta en un 23%, ya que para ello elaboraron 252 ladrillos en total con incorporación de lodo residual húmedo en 10%, 15% y 20% y lodo seco 5%, 10%, 15%, los cuales se validaron en el laboratorio.

Discusión 2:

Se determinó en el presente trabajo de investigación que la incorporación de lodo de la PTAR La Chilla, no actúa favorablemente en la mejora en las propiedades físicas de los ladrillos artesanales, corroborándose en el ladrillo adicionado con el 5% de lodo de la PTAR en la dosificación de la mezcla, reduce la densidad de la M-02 (5%) con 1.56 gr/cm², absorción en la M-02 (5%) con 18.62% y la absorción máxima con 22.93% en comparación a las muestras del ladrillo patrón M-01 (0%), a la vez en la variación dimensional se obtiene una mayor variación en el ancho de

la unidad de albañilería teniendo como valor el 2.88%, referente al alabeo la variación no es significativa con respecto a la incorporación de lodo en cualquiera de sus porcentajes y para concluir la succión incrementa con relación al aumento del valor del porcentaje de lodo incorporado es decir a mayor porcentaje de lodo mayor succión, valor que supera el máximo recomendado siendo este entre un rango de 10 a 20 gr/(200cm²-min), obteniéndose como en menor valor la muestra M-01 (0%) con 42.37 gr/(200cm²-min). Al respecto **Chire & Rondán** (2014) citado como antecedente nacional llegó a la conclusión que el material incorporado (lodo) tiene una aceptable viabilidad técnica para su uso como material de construcción en cierta medida por los resultados obtenidos ya que como resultado obtuvo que las mezclas compuestas de 50% de lodo y 50% de tierra arcillo limosa, en la prueba de absorción se obtuvo el valor más alto de 9.87% clasificado con ladrillo Tipo I determinado en la prueba de laboratorio ya que la absorción máxima recomendada es de 22% de acuerdo a la normativa vigente. Del mismo modo, **Fuentes et ál.** (2018) citado como antecedente internacional señala que como límite máximo de acuerdo a la NTC 4205 para mampostería no estructural es del 17% en la absorción del cual define que la incorporación optimizada de biosólido para cumplir este requerimiento es de adicionar el 5%, 10% y 15% de biosólido obteniendo valores de 16.75%, 16.07%, 16.23% respectivamente, la absorción máxima para las mismas adiciones de lodo tienen un valor de 22.93%, 18.96% y 24.00% respectivamente de los cuales solo cumpliría la muestra M-03 con una valor de 18.96, siendo esta menor al máximo de 20% de acuerdo a la NTC 4205. Con respecto a la succión el menor valor de todas las muestras son las que se incorporan biosólidos en 0% y 5% quien obtiene valores de 94 gr/200cm²/min y 104.0 gr/200cm²/min los cuales superan el valor máximo permitido de 50 g/200cm²/min de acuerdo a lo que refiere la NTC 4205. En tal sentido se demostraría que las incorporaciones de lodo en diversos porcentajes afectarían levemente las propiedades físicas del ladrillo con lodo en 5%, 10%, 15% y 20% con respecto a los valores obtenidos en el ladrillo patrón.

Discusión 3:

Se determinó en el presente trabajo de investigación que la incorporación de lodo de la PTAR La Chilla, actúa favorablemente en la mejora de algunas propiedades físicas de los ladrillos en la ciudad de Juliaca, ya que al incorporar porcentajes que

no superen el 10% de lodo, mejoraría la resistencia mecánica y/o o en su defecto mantendría valores aproximados al ladrillo patrón. Como se determina en la resistencia a la compresión axial con la adición de lodo de la PTAR en 0, 5 y 10% obteniéndose valores de 53.02 kg/cm², 51.23 kg/cm² y 64.71 kg/cm² respectivamente, los cuales superan el requerimiento mínimo establecido en la E.070 de 50 kg/cm² para un ladrillo de clasificación Tipo I. Referente a la resistencia de compresión uniaxial (prismas) se mejoró en comparación a la unidad de albañilería patrón M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) obteniendo valores de 19.25 kg/cm², 20.06 kg/cm² y 22.68 kg/cm² respectivamente, concluyendo referente a la resistencia a la tracción mejoró los valores en la M-01 (0%), M-02 (5%) y M-03 (10%) obteniendo valores de 10.99, 13.73 y 11.55 kg/cm² respectivamente. Los resultado se relacionan con lo que menciona **Peralta** (2018) quien es citado como antecedente internacional, señala que adición de lodo en 5% mejora la resistencia a la compresión de los ladrillos cerámicos cumpliendo con la NTE-INEN 297 obteniendo un valor promedio de 131 kg/cm² el cual supera el requerimiento mínimo, para ladrillo Tipo C que debe tener un valor mínimo de 80 kg/cm², sobrepasando los 76.3 kg/cm² que se obtuvo como resistencia a la compresión mecánica del ladrillo patrón con adición de 0% de lodo, no cumplirían con los valores mínimos requeridos por la norma NTE-INEN 297 para ladrillo Tipo C (80 kg/cm²) los ladrillos con adición de 10% y 20%. Pero no se concuerda con **Espillico** (2019) el cual se cita como antecedente nacional, quien llega a la conclusión que el resultado de la resistencia a la compresión de la unidad de albañilería de dimensión 12.0 cm x 10.0 cm x 5.5 cm mezclado con clase textural franco arenosa y arcilla que mejor se obtiene incorporando lodo en porcentaje de 45% alcanza un valor de 54.16 kg/cm² en su resistencia a la compresión clasificándolo como ladrillo Tipo I. De esta manera se justifica que con la incorporación de lodo en porcentajes menores al 10% en la fabricación de ladrillos mejorarían gradualmente sus propiedades mecánicas y se clasificarían como Tipo de ladrillo I por cumplir los requerimientos mínimos establecidos en la E.070 superando los 50.00 kg/cm².

Discusión 4:

En la presente investigación la adición de lodo de la PTAR mejora las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, con adición de lodo en 5 y 10%, como es el peso del de dimensión promedio de 20.43 x 10.57

x 6.80 cm. en la M-01 (0%) obteniendo 2,518.67 gr, M-02 (5%) obteniendo 2,231.67 gr, M-03 (10%) obteniendo 2,387.33 gr, M-04 (15%) obteniendo 2,110.33 gr y M-05 (20%) obteniendo 1,941.33 gr, donde el peso por unidad de volumen es 1.71; 1.56; 1.62; 1.46 y 1.37 gr/cm³. Las muestras M-01, M-02 y M-03 son de color naranja oscuro y las muestras M-04 y M-05, tienden a tener tonalidad de naranja claro. Con respecto a las características del ladrillo en su textura, solidez y dureza se clasifican como aceptables en las muestras M-01, M-02 y M-03. Los resultados obtenidos se asemejan a lo que señala **Peralta** (2018) como antecedente internacional, de las unidades de albañilería de dimensión 28.0 cm x 14.0 cm x 9.0 cm para dosificaciones con incorporación de lodo en porcentajes de 0, 5, 10, y 20% obtiene los pesos de 4,167.19 gr; 3,835.74 gr; 3,376.34 gr y 2,976.09 gr. Determinando el peso por unidad de volumen en cm³ obteniendo valores de 4.75; 4.37; 3.85 y 3.39 gr/cm³ respectivamente, viendo que la disminución del peso de la unidad de albañilería está relacionado con el incremento de la incorporación de lodo. Las unidades de albañilería en su totalidad muestran la cara rugosa, referente a la tonalidad del color es rojizo. Sin embargo con **Espillico** (2019) citado como antecedente nacional, no se concuerda por la conclusión a la que llega para la unidad de albañilería de 12 cm de largo x 10 cm de ancho x 5.5 cm de alto ya que señala que existe una relación proporcional con respecto al incremento el porcentaje de lodo con el incrementándose también el peso del ladrillo, esto ocurre con la incorporación del lodo en porcentajes de 30% y 60% donde se obtiene un peso de 1,212.00 gr, sin embargo para una dosificación 23.79, 45 y 66.21% se obtiene un peso de 1,217 gr y con la incorporación de lodo en 45% se obtiene un peso de 1,222 gr, representando el peso por unidad de volumen expresado en cm³ se obtiene unos valores de 1.83; 1.84; 1.85 gr/cm³ respectivamente; Concerniente al color la totalidad de las muestras tienen la característica de tener un color naranja oscuro. Texturalmente la totalidad de las muestras son rugosas. Luego de realizado el cotejo se llega a la conclusión que existe mejora en las características del ladrillo artesanal de arcilla cuando se incorpora lodo de aguas residuales PTAR en 5% y 10%.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1:

En la presente se evaluó si la incorporación de lodo de la PTAR influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, llegando a la conclusión que de acuerdo al porcentaje de incorporación de lodo de la PTAR La Chilla en el ladrillo artesanal de arcilla influye en la mejora de las propiedades físico mecánicas, obteniendo los resultados favorables cuando se adiciona valores por debajo del 10% de lodo de la PTAR, ya que son estos valores cumplen con los requerimientos mínimos exigidos señalados en la E070, para la fabricación del ladrillo, clasificándose como ladrillo de Tipo I. Los valores más óptimos de incorporación de lodo determinados son del 5% y 10%, ya que de superado el 10% lodo de la PTAR las propiedades físico mecánicas del ladrillo disminuyen considerablemente y por ende no estarían cumpliendo con los requerimientos mínimos exigidos en la E070, así como en ITINTEC 313.017.

Conclusión 2:

En la presente se determinó si la incorporación de lodo de la PTAR influye en la mejora de las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, llegándose a la conclusión que las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla (variación dimensional, alabeo) manteniendo semejanza en sus valores con respecto al ladrillo patrón cual fuese el porcentaje de adición de lodo de la PTAR. Teniendo en cuenta la clasificación no favorable por tipo de muestra, donde la propiedad física del ladrillo elaborado artesanalmente con la adición de lodo de la PTAR en porcentaje de 0%, 5% y 10% se clasificaron en promedio como ladrillo Tipo I, los cuales son apropiados para clasificarlos con ladrillos ecológicos el cual tiene una dimensión de 21x11x6.8 cm, sin embargo, la adición de lodo de la PTAR en las muestras de 15% y 20% si bien cumplieron con el requerimiento mínimo de alguna de sus propiedades físicas, pero no fueron suficientes para su clasificación por presentar menos de una propiedad física.

Conclusión 3:

En la presente se cuantifico si la incorporación de lodo de la PTAR influye en la mejora de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, donde se determinó que los ladrillos con adición de lodo de la PTAR si

mejoran las propiedades mecánicas en porcentajes inferiores al 10%. Teniendo en cuenta la más desfavorable clasificación por tipo de ladrillo la resistencia a la compresión axial y tracción del ladrillo en porcentajes de 0%, 5% y 10% de adición de lodo de la PTAR sobrepasan el requerimiento mínimo exigido por la Norma siendo este un valor de 50 kg/cm² (4.9 Mpa) de cual se obtuvieron valores de 53.02 kg/cm², 51.23 kg/cm² y 64.71 kg/cm² respectivamente, los cuales se podemos clasificarlos como ladrillo de Tipo I, la cual se considera como la clasificación inferior de las unidades de albañilería para fines de construcción estructural. A la vez se resalta que al incorporar lodo en porcentajes superiores al 10%, como son 15% y 20% la resistencia a la compresión axial se reduce considerablemente obteniéndose valores de 25.35 kg/cm² y 19.73 kg/cm² respectivamente, cuyos valores serían insuficientes para realizar la asignación de su clasificación por tipo de ladrillo.

Conclusión 4:

Finalizando en la presente se definió si la incorporación de lodo de la PTAR influye en la mejora de las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, donde se concluye que para porcentajes de 0%, 5% y 10% en la incorporación de lodo de la PTAR, las definiciones de sus características (Peso, color, textura, solidez y dureza) cumplen los requerimientos mínimos establecidos para ser aceptados como un elemento de uso en la construcción considerando su bajo nivel de exigencia en el servicio que puede prestar. A la vez, de acuerdo a la clasificación de Gallegos & Casabonne (2005) los ladrillos con 0% y 5% tienen la clasificación de ladrillo Tipo 1, pero al ladrillo con incorporación de lodo en 10% su clasificación es como ladrillo Tipo 2.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1:

Recomendar de acuerdo al resultado se llegó a la conclusión que las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla mejoran con la incorporación de lodo de la PTAR, y por la existencia de zonas industriales en la ciudad de Juliaca los cuales producen lodos de tipo industrial, se recomienda realizar trabajos de investigación con la utilización en la incorporación del lodo industrial teniendo como porcentaje máximo el 10% ya que se demostró que tienen mejor comportamiento en la resistencia mecánica buscando así de esa manera optimizar la dosificación adecuada.

Recomendación 2:

Del resultado determinado con respecto a las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla con la incorporación de lodo de la PTAR, alcanzan los requerimientos mínimos establecidos en la Norma E070, así como en la norma ITINTEC 331.017, para su clasificación como ladrillo Tipo I el cual puede ser los cuales son aptos en la construcción de albañilería en condición de servicio de mínima exigencia, en tal sentido recomendar efectuar estudios de investigación del material primante utilizado en la elaboración de ladrillos en el Sector Chullunquiani - Juliaca, con la finalidad de poder establecer las dosificaciones apropiadas de la mezcla para adquirir una unidad de albañilería mejorando su clasificación y reducir las deficiencias encontradas.

Recomendación 3:

Del resultado cuantificado con respecto a las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla con la incorporación de lodo de la PTAR, con respecto a las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería con la adicción de lodo de la PTAR en los porcentajes de estudio, se aprecia que la resistencia axial y resistencia por flexión cumplieron con los requerimientos mínimos señalados en la Norma E.070, para una clasificación de ladrillo Tipo I, por lo que de esta manera se recomienda efectuar investigación en ladrillos semi-mecanizados para subir de nivel en la clasificación del ladrillo con incorporación de lodo en porcentaje inferior a 10% y realizar un análisis y comparación con el resultados obtenido en la presente investigación.

Recomendación 4:

Del resultado definido con respecto a las características del ladrillo artesanal de arcilla con la incorporación de lodo de la PTAR, se recomienda efectuar investigación con respecto a la composición química del lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, ya que la alteran de las características de la unidad de albañilería guardando relación con la composición química del material que lo conforman.

REFERENCIAS

- [1] EELA, Programa de eficiencia energética en ladrilleras artesanales de América latina para mitigar el cambio climático.
<https://www.cooperacionsuiza.pe/mas-ladrillos-menos-co%E2%82%82/>
- [2] MERCADO DEL LADRILLO, Una Lucha Imparable Contra la Informalidad
<https://optimizacontratistas.com/mercado-del-ladrillo-una-lucha-imparable-contra-la-informalidad/>
- [3] CHURA HUAQUISTO, C. Incorporación de Lodo de Aguas Residuales en la Elaboración del Ladrillo Artesanal Mejorando sus Propiedades Físico Mecánicas – Puno, 2021. Universidad César Vallejo, Lima: 2021.
<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3050121>
- [4] ESPILLICO, E. Elaboración de ladrillos a Partir de Lodos. Universidad Nacional del Altiplano, Puno: 2019.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/15691>
- [5] CAMARGO GAONA, L. E. Y YAMBAY SANTAMARÍA, B. D. 2020. Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación para la obtención del. Universidad Central del Ecuador, Quito: 2020.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/browse?type=author&value=Camargo+Gaona%2C+Laura+Elizabeth>
- [6] PERALTA PINTADO, J. R. Elaboración de Ladrillos Cerámicos Utilizando Lodos Generados en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Tixán en la Ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca, Cuenca: 2018.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/30268>
- [7] FUENTES MOLINA, Natalia, Ilenia León, Samir Alfonso y Ascencio Mendoza, José Gregorio Biosolid treatment of domestic wastewater as additions in the manufacturing of ceramic bricks., diciembre de 2018, Producción + Limpia, Vol. 12, págs. 92-102.
<https://www.redalyc.org/journal/1492/149259728001/movil/>
- [8] TORRES, P., HERNANDEZ, D. Y PAREDES, D. Bogotá: s.n., 2019. Uso productivo de lodos de plantas de tratamiento de agua potable en la fabricación de ladrillos cerámico.
<https://www.scielo.cl/pdf/ric/v27n3/art03.pdf>

- [9] GRANDA, I. Y PLAZA, G. Utilización de lodos residuales de una planta de anodizado de aluminio para la fabricación de ladrillos y adoquines. 2019. Quito: s.n., 2019.
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/6935>
- [10] SARABIA GUARÍN, A., SÁNCHEZ MOLINA, J. Y BERMÚDEZ CARRILLO, J. C. Effect of use residual sludge from watertreatment plants as a partial substitute forclay for refractory bricks production, Revista UIS Ingenierías, 2021 Vol. 20, págs. 11-12.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/10914>
- [11] ERDOGMUS, E., Y OTROS New construction materials synthesized from water treatment sludge and fired clay brick wastes 2021, Journal of Building Engineering, Vol. I, págs. 350-450.
https://www.researchgate.net/publication/350586202_New_construction_materials_synthesized_from_water_treatment_sludge_and_fired_clay_brick_wastes
- [12] MOZO, W. Y GÓMEZ, A. Biosolids And Biosolid Ashes as Input for Producing Brick-like Construction Materials. 2018.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-36672016000200008
- [13] DIAZ GRANADOS, L. M. Propuestas de Tratamiento de los Lodos Residuales de Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas. Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil: 2019.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3486>
- [14] CONTROL OF PATHOGENS AND VECTOR ATTRACTION. United States Environmental Protection AGENCY, (EPA). 2013. Cincinnati: s.n., 2013, pág. 186.
<https://www.catf.us/learn/>
- [15] PEREZ ZUÑIGA, M. Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquimicos para la disminución de metales pesados (PB). Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca: 2016.
- [16] LIMÓN, J. G. Los Lodos de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, ¿Problema o Recurso? Guadalajara, : Academia de Ingeniería México, 2013.

https://www.google.com/aclk?sa=L&ai=DChcSEwjlIPOI4Pb2AhUOhZEKHa_eSBSEYABADGgJjZQ&ae=2&sig=AOD64_2YtJlkkkit3XOHRJNHZAIF2zRxcw&q&adurl&ved=2ahUKEwjH3uWI4Pb2AhV1ILkGHcXaCy8Q0Qx6BAgCEAE

- [17] OROZCO JARAMILLO, A. Bioingeniería de Aguas Residuales. 2da. Bogotá: ACODAL, 2014.
<https://pdfcoffee.com/alvaro-orozco-jaramillo-bioningenieria-de-aguas-residuales-acodal-2014pdf-5-pdf-free.html>
- [18] BADILLO, Juarez y Rodríguez, Rico. 2005. Mecánica de Suelos. Tercera. México D. F.: Limusa, S.A., 2005. pág. 644.
https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf
- [19] CASTELETTI, JOSÉ ISIDRO. Nociones de Mecánica de Suelos. 2da. Mérida: Universidad de los Andes, 2018. págs. 1-404.
<https://es.scribd.com/document/475461957/Nociones-Mecanica-de-Suelos-Isidro-Casteletti-pdf>
- [20] BRAJA M., DAS. 2012. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones. 7ma. México: CENGAGE Learning, 2012. págs. 1-794.
https://issuu.com/gustavochonlongalcivar/docs/fundamentos_de_ingenieria_de_ciment
- [21] SÁNCHEZ DE GUZMÁN, D. Tecnología del concreto y del mortero. 2da. Bogotá: BHANDAR EDITORES, 1993. pág. 349.
https://www.academia.edu/35759848/Tecnolog%C3%ADa_del_concreto_y_del_mortero_Diego_S%C3%A1nchez_De_Guzm%C3%A1n_Bhandar_Editores
- [22] GALLEGOS, H. Y CASABONNE, C. Albañilería Estructural. Tercera. Lima: PUCP - Fondo Editorial, 2005. pág. 435.
<https://isbn.cloud/9789972427541/albanileria-estructural/>
- [23] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, E.070. Albañilería. Reglamento.
- [24] ITINTEC 331.017 OCTUBRE 1978.

- [25] PHAIJU, S. Y PRADHAN, P. M. Experimental work for mechanical properties of brick and masonry panel. Nepal: s.n., 2018, Journal of Science and Engineering, Vol. 5, págs. 51-57.
<https://www.nepjol.info/index.php/jsce/article/view/22372>
- [26] NORMA TECNICA PERUANA, 331.017. Ladrillos de arcilla usados en Albañilería. 399.613 (2017, p. 5,6,20,7)
- [27] FERNANDES, F. M., LOURENÇO, P. B. y Castro ANCIENT CLAY BRICKS: Manufacture., F. 2014. Dordrecht: s.n., 2014, Springer, págs. 1-21.
https://www.hxref.com/products/Clay_brick.html?campaignid=6810663827&adgroupid=114087294465&feeditemid=&targetid=kwd-295379110020&device=c&creative=484869981024&keyword=clay%20brick
- [28] CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN LADRILLO. 2021. 14 de 07 de 2021, Arkiplus.
www.arkiplus.com
- [29] NIÑO, V. Metodología de la Investigación. Bogotá: Ediciones de la U, 2011.
https://www.academia.edu/35258714/METODOLOGIA_DE_LA_INVESTIGACION_DISENO_Y_EJECUCION
- [30] HERNANDEZ, R. Metodología de la Investigación. Sexta. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.
<https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- [31] WHITE, H. Y S., SABARWAL. Diseño y Métodos Cuasiexperimentales. Diseño y Métodos Cuasiexperimentales. Florencia: Centro de Investigaciones de UNICEF, 2014.
<https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB8ES.pdf>
- [32] PALELLA, S. Y MARTINS, F. Metodología de la Investigación Cuantitativa. Tercera. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador (FEDUPEL), 2012.
<https://issuu.com/originaledy/docs/metodologc3ada-de-la-investigacic3b>
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/12045>
- [33] CABEZAS, E., ANDRADE, D. Y TORRES, J. 2018. Introducción a la Metodología de la Investigación Científica.
repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/15424

- [34] RAVI TEJA, PERI RAGHAVA. Studies On Mechanical Properties. National Institute of Technology Rourkela, Rourkela - India: 2015.
<https://manualzz.com/doc/18447325/studies-on-mechanical-properties-of-brick-masonry-peri-ra>
- [35] ARIAS, F. 2012. El Proyecto de Investigación. Caracas: EPISTEME, C.A., 2012.
https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION
- [36] ÑAUPAS, H., Y OTROS. Metodología de la Investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. Bogotá: Ediciones de la U, 2014.
<https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- [37] BERNAL, C. 2010. Metodología de la Investigación. Bogotá: PEARSON EDUCACIÓN, Colombia, 2010, 2010.
<https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- [38] ROJAS, R. 2013. Guía para Realizar Investigaciones Sociales. México: Plaza y Valdés, S.A. de C.V., 2013.
<https://raulrojassoriano.com/cuallitlanezi/wp-content/themes/raulrojassoriano/assets/libros/quia-realizar-investigaciones-sociales-rojas-soriano.pdf>
- [39] ESCUDERO, C. Y CORTEZ, L. Técnicas y Métodos cualitativos para la Investigación Científica. Primera. Machala: UTMACH, 2018, 2017. 978-9942-24-092-7.
<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParalInvestigacionCientifica.pdf>
- [40] GALLARDO, Y. Y MORANO, A. Aprender a Investigar. Tercera. Santa Fe de Bogotá: ARFO EDITORES LTDA., 1999.
<https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/3.-Recolecci%C3%B3n-de-la-Informaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf>

- [41] CHILÓN VILLANUEVA, María Delicia y Posadas Gonzales, Walter Arturo. 2018. Reutilización de Lodos Generados en el Tratamiento de Aguas Ácidas Para la Elaboración de Ladrillos Artesanales en una Empresa Minera de Cajamarca. Universidad Privada del Norte, Cajamarca: 2018.
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14793>
- [42] CHIRE SALAZAR, Y. Y RONDÁN GUTIERREZ, G. Uso de Lodos Generados en los Decantadores de una Planta de Tratamiento de Agua Potable como Materia Prima para la Elaboración de Ladrillos de Construcción. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa: 2014.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3959>
- [43] TOIRAC CORRAL, JOSÉ. El suelo-cemento como material de construcción. 2008, Ciencia y sociedad, págs. 2008. 520-571.
<https://www.redalyc.org/pdf/870/87012672003.pdf>
- [44] MUÑOZ, S., DELGADO, J. Y FACUNDO, L. Elaboración de ladrillos ecológicos en muros no estructurales: Una revisión. 2021. Enero-Abril de 2021.
<https://revistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/4008>
- [45] FIC UNSA. Albañilería Estructural. Laboratorio de Concreto Ingeniería Civil de la UNSA.
<https://fdocuments.ec/document/69420749-ensayos-de-albanileria.html>.
- [43] HUILLCAYA MENDOZA, PIEDAD Y VIDAL CHÁVEZ, NOELIA YOHANA Influencia del porcentaje óptimo de inclusión de biosólidos de la PTAR San Jerónimo Cusco en las propiedades físico – mecánicas de ladrillos King Kong de 18 huecos y pilas de albañilería según la NTP e.070. 2018, MAST'ARIY, Vol. 1, págs. 11-15.
<https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/1371>
- [47] SANTOS PARRA, L. C. Materiales de Construcción a Base de Lodos Residuales Provenientes del Proceso de Filtración en Industrias Cerveceras. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima: 2019.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/4252>
- [48] SWISSCONTACT, JAHRESBERICHT. El empleo y la generación de ingresos proporcionan un camino para salir de la pobreza y perspectivas reales para el futuro. 2014.

https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44602/1/S1900005_es.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de operacionalización de variables

ANEXO 2: Matriz de consistencia

ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos

ANEXO 4: Validez

ANEXO 5: Mapas y Planos

ANEXO 6: Panel fotográfico

ANEXO 7: Certificados de laboratorio de los ensayos

ANEXO 8: Certificado de calibración del equipo

ANEXO 9: Boleta de ensayos de laboratorio

ANEXO 10 Pantallazo del Turnitin

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021

Autor: Manuel Quispe Apaza

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
VI Lodo de la PTAR	“Son Subproductos con diversas densidades pudiendo ser estos sólidos, semisólidos o líquidos, que por su origen son de uso doméstico o industrial, generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales los que pueden ser primarios, secundarios o terciarios, los cuales pudiendo ser empleados en actividades como la agricultura, construcción, entre otros” (Díaz Granados, 2019)	Para medir la mezcla de lodo de la PTAR, se llevó a cabo su dosificación aplicando 5%, 10%, 15 y 20% como reemplazo de la arcilla en el ladrillo artesanal.	Plasticidad	Limite plástico	De razón
				Limite liquido	
				Índice de plasticidad	
			Diseño de mezcla	Porcentaje de lodo	
Granulometría					
VD Propiedades Físico Mecánicas	Tiene como definición las propiedades del ladrillo al concluido su elaboración, los cuales se relacionan directamente a la resistencia estructural y durabilidad” (Gallegos & Casabonne, 2005)	Pruebas de laboratorio que determinan la propiedad física mecánica de la unidad de albañilería los que son: las propiedades mecánicas, físicas y características del ladrillo de arcilla.	Propiedades físicas	Variación dimensional	De razón
				Alabeo	
				Densidad	
				Absorción	
				Succión	
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión axial	
				Resistencia a la compresión uniaxial	
				Resistencia a la tracción por flexión	
			Características del ladrillo	Peso	
				Color	
				Textura	
Solidez					
				Dureza	

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021								
AUTOR: Manuel Quispe Apaza								
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE Lodo de la PTAR	Plasticidad	Limite plástico	MTC E-110	Método: Científico Tipo: Aplicada. Nivel: Explicativa. Diseño: Cuasi-Experimental Enfoque Cuantitativo Población: 165 ladrillos artesanales de arcilla con incorporación de lodo de PTAR en diferentes porcentajes. Muestra: 27 ladrillos con 0%, 27 ladrillos con 5%, 27 ladrillos con 10%, 27 ladrillos con 15% y 27 ladrillos con 20%, con incorporación de lodo de PTAR. Técnica: Observación directa Instrumentos: Cuestionario/Ficha de recopilación de información	
¿De qué manera la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021?	Evaluar si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.	La incorporación de lodo de la PTAR influye significativamente en las propiedades físico mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.			Diseño de mezcla	Limite liquido		MTC E-111
						Índice de plasticidad		MTC E-110, MTC E-111
						Porcentaje de lodo		0%, 5%, 10%, 15% y 20% de lodo
						Granulometría		ASTM D-422
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE Propiedades físico mecánicas	Propiedades físicas	Variación dimensional	NTP 399.613, ITINTEC 331.019		
¿De qué manera la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021?	Determinar si la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.	La incorporación lodo de la PTAR influye significativamente en las propiedades físicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.			Propiedades mecánicas	Alabeo		NTP 399.613, ITINTEC 331.019
						Densidad		NTP 399.613
						Absorción		NTP 399.604 y 399.613
						Succión		NTP 399.613
¿En qué medida la incorporación lodo de la PTAR influye en las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021?	Cuantificar si la incorporación lodo de la PTAR influye de las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.	La incorporación lodo de la PTAR influye significativamente las propiedades mecánicas del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.		Características del ladrillo	Resistencia a la compresión axial	NTP 399.613		
					Resistencia a la compresión uniaxial	NTP 399.605		
					Resistencia a la tracción	NTP 399.613		
¿De qué manera la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características del ladrillo artesanal de Arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021?	Definir si la incorporación de lodo de la PTAR influye en las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.	La incorporación de lodo de la PTAR influye significativamente en las características del ladrillo artesanal de arcilla en la ciudad de Juliaca, 2021.		Características del ladrillo	Peso	E.070		
					Color	E.070		
			Textura		E.070			
			Solidez		E.070			
				Dureza	E.070			

ANEXO 3: Instrumentos de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO																																											
TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"																																											
ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613-2005)																																											
Descripción: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL Fecha: 18/02/2022																																											
% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR																																											
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.																																											
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>L (mm)</th> <th>H (mm)</th> <th>A (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">E-01</td> <td>206</td> <td>65</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>65</td> <td>107</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>67</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>67</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>205</td> <td>66</td> <td>106</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)	E-01	206	65	105	204	65	107	205	67	106	205	67	106	Promedio	205	66	106	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>L (mm)</th> <th>H (mm)</th> <th>A (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">E-02</td> <td>204</td> <td>71</td> <td>107</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>70</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>69</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>203</td> <td>70</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>204</td> <td>70</td> <td>106</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)	E-02	204	71	107	205	70	106	204	69	106	203	70	105	Promedio	204	70	106
Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)																																								
E-01	206	65	105																																								
	204	65	107																																								
	205	67	106																																								
	205	67	106																																								
Promedio	205	66	106																																								
Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)																																								
E-02	204	71	107																																								
	205	70	106																																								
	204	69	106																																								
	203	70	105																																								
Promedio	204	70	106																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Muestra</th> <th>L (mm)</th> <th>H (mm)</th> <th>A (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">E-03</td> <td>203</td> <td>68</td> <td>104</td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>69</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>204</td> <td>68</td> <td>105</td> </tr> <tr> <td>205</td> <td>67</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>Promedio</td> <td>204</td> <td>68</td> <td>105</td> </tr> </tbody> </table>	Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)	E-03	203	68	104	204	69	105	204	68	105	205	67	106	Promedio	204	68	105																						
Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)																																								
E-03	203	68	104																																								
	204	69	105																																								
	204	68	105																																								
	205	67	106																																								
Promedio	204	68	105																																								
																																											
Observaciones:																																											
TESISTA  Br. MANUEL QUISPE APAZA	RESPONSABLE DE LABORATORIO  Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	ASESOR  Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL																																									



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

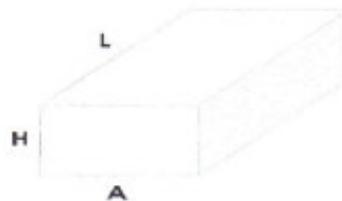
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-01	206	65	107
	205	63	108
	205	64	107
	204	64	106
Promedio	205	64	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-02	204	67	108
	206	66	106
	205	66	107
	205	65	107
Promedio	205	66	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-03	205	65	107
	203	67	106
	204	66	106
	204	66	109
Promedio	204	66	107



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASISOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo la PTAR

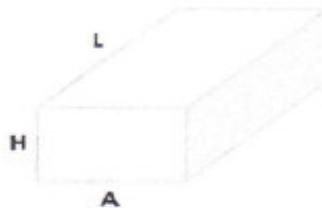
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-01	206	71	106
	206	70	107
	204	69	107
	204	70	108
Promedio	205	70	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-02	205	66	106
	205	67	108
	205	68	107
	205	67	107
Promedio	205	67	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-03	203	67	105
	205	65	106
	204	66	106
	204	66	107
Promedio	204	66	106



Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

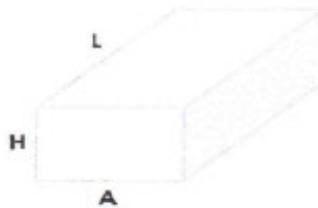
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-01	205	68	104
	204	68	105
	204	69	105
	203	67	106
Promedio	204	68	105

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-02	206	67	107
	206	68	108
	205	67	107
	203	66	106
Promedio	205	67	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-03	204	67	106
	203	66	105
	205	66	107
	204	65	106
Promedio	204	66	106



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

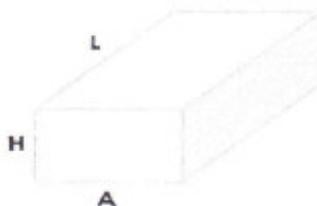
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-01	204	63	108
	207	64	106
	205	65	107
	204	64	107
Promedio	205	64	107

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-02	205	68	104
	204	66	105
	204	67	106
	203	67	105
Promedio	204	67	105

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
E-03	206	65	107
	205	66	105
	203	64	107
	202	65	105
Promedio	204	65	106



Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE ALABEO

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Cara superior (A)				Cara superior (B)			
	Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-01	1.50	2.00					1.50	1.50
E-02			2.00	2.50	1.50	1.50		
E-03			2.50	2.00	2.00	3.50		



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Br. MANUEL QUISPE APAZA

Ing. ALFREDO ALARCON ATARUACHI

Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE ALABEO

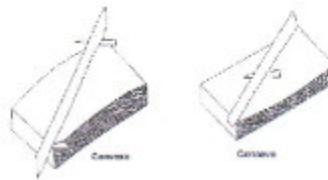
Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Cara superior (A)				Cara superior (B)			
	Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-01			1.50	1.00	1.50	1.50		
E-02			1.50	1.00	2.00	1.50		
E-03			2.00	2.00	2.00	1.50		



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE ALABEO

Fecha: 18/02/2022

% de incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Cara superior (A)				Cara superior (B)			
	Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-01			2.00	2.00	1.00	1.00		
E-02			1.00	1.50	1.50	1.00		
E-03			2.50	2.00	1.00	1.00		



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Br. MANUEL QUISPE APAZA

Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE ALABEO

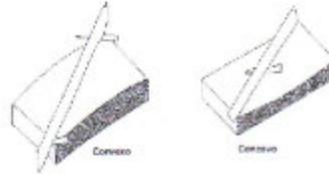
Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Cara superior (A)				Cara superior (B)			
	Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncauidad (mm)		Convexidad (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-01			1.00	2.00	1.50	1.00		
E-02			1.50	1.00	1.50	1.50		
E-03			2.00	2.00	2.00	1.50		



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ALABEO (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE ALABEO

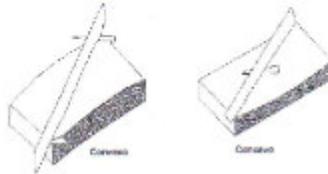
Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Cara superior (A)				Cara superior (B)			
	Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)	
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
E-01			2.00	1.50	1.50	1.50		
E-02			1.00	1.50	1.00	1.00		
E-03			1.50	2.00	1.00	1.00		



Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA

RESPONSABLE DE LABORATORIO

ASESOR

Br. MANUEL QUISPE APAZA

Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE DENSIDAD

Fecha: 18/02/2022

% de incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA E-01					MUESTRA E-02				
Peso (gr)					Peso (gr)				
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)	Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)
2516.0	2866.0	4306.0	330.0	1440.0	2631.0	2992.0	4502.0	330.0	1510.0

MUESTRA E-03				
Peso (gr)				
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)
2409.0	2735.0	4193.0	330.0	1458.0

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE DENSIDAD

Fecha: 16/08/2021

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA E-01					MUESTRA E-02				
Peso (gr)				Volumen (cm3)	Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla		Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2114.0	2539.0	3941.0	330.0	1402.0	2154.0	2581.0	4030.0	330.0	1449.0

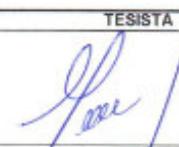
MUESTRA E-03				
Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2427.0	2814.0	4259.0	330.0	1445.0

Observaciones:

.....

.....

.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE DENSIDAD

Fecha: 16/06/2021

% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA E-01					MUESTRA E-02				
Peso (gr)				Volumen (cm3)	Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla		Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2404.0	2780.0	4311.0	330.0	1531.0	2419.0	2800.0	4269.0	330.0	1469.0

MUESTRA E-03				
Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2339.0	2712.0	4141.0	330.0	1429.0

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE DENSIDAD

Fecha: 18/06/2021

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

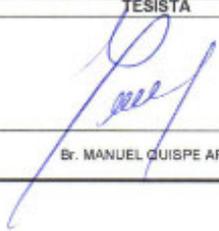
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA E-01					MUESTRA E-02				
Peso (gr)				Volumen (cm3)	Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla		Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2104.0	2576.0	4035.0	330.0	1459.0	2204.0	2643.0	4108.0	330.0	1465.0

MUESTRA E-03				
Peso (gr)				Volumen (cm3)
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	
2023.0	2472.0	3893.0	330.0	1421.0

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Br. MANUEL QUISPE APAZA	 Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	 Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE DENSIDAD

Fecha: 16/08/2021

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

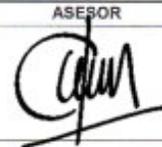
MUESTRA E-01					MUESTRA E-02				
Peso (gr)					Peso (gr)				
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)	Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)
1894.0	2353.0	3755.0	330.0	1402.0	1970.0	2455.0	3896.0	330.0	1441.0

MUESTRA E-03				
Peso (gr)				
Peso seco	Peso sumergido 24 hr.	Peso ebullicion 3 hr.	Peso canastilla	Volumen (cm3)
1960.0	2448.0	3858.0	330.0	1410.0

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL

	UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO						
	TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"						
ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)							
Descripción:	ENSAYO DE ABSORCIÓN		Fecha: 18/02/2022				
% de Incorporación de lodo:	0% de adición de lodo de la PTAR						
ID Laboratorio:	GEOTECNIA PUNO E.I.R.L						
Ensayado por:	Br. MANUEL QUISPE APAZA						
MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.	MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-01	2516.0	2866.0	2964.0	E-02	2631.0	2992.0	3089.0
MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.				
E-03	2409.0	2735.0	2837.0				
Observaciones:							
.....							
.....							
.....							
TESISTA		RESPONSABLE DE LABORATORIO		ASESOR			
							
Br. MANUEL QUISPE APAZA		Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI		Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL			



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

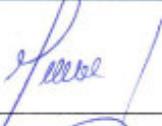
ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE ABSORCIÓN Fecha: 18/02/2022
% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.	MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-01	2114.0	2539.0	2639.0	E-02	2154.0	2581.0	2673.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-03	2427.0	2814.0	2909.0

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON KAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE ABSORCIÓN Fecha: 18/02/2022
% de incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebull.
E-01	2114.0	2539.0	2639.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebull.
E-02	2154.0	2581.0	2673.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebull.
E-03	2427.0	2814.0	2909.0

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE ABSORCIÓN Fecha: 18/02/2022
% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-01	2404.0	2780.0	2861.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-02	2419.0	2800.0	2878.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-03	2339.0	2712.0	2781.0

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATANUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE ABSORCIÓN Fecha: 18/02/2022
% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.	MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-01	1894.0	2353.0	2373.0	E-02	1970.0	2455.0	2466.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-03	1960.0	2448.0	2458.0

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE SUCCIÓN

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh	MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-01	206.0	105.0	2516.0	2562.0	E-02	204.0	107.0	2631.0	2692.0
	204.0	107.0							
	205.0	106.0							
	205.0	106.0							
Promedio	205.0	106.0			Promedio	204.0	106.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-03	203.0	104.0	2409.0	2462.0
	204.0	105.0		
	204.0	105.0		
	205.0	106.0		
Promedio	204.0	105.0		

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUCHACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE SUCCIÓN

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-01	206.0	107.0	2114.0	2263.0
	205.0	108.0		
	205.0	107.0		
	204.0	106.0		
Promedio	205.0	107.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-02	204.0	108.0	2154.0	2204.0
	206.0	106.0		
	205.0	107.0		
	205.0	107.0		
Promedio	205.0	107.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-03	205.0	107.0	2427.0	2477.0
	203.0	106.0		
	204.0	106.0		
	204.0	109.0		
Promedio	204.0	107.0		

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Br. MANUEL QUISPE APAZA	 Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	 Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE ABSORCIÓN (NTP 399.604 y NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE ABSORCIÓN Fecha: 18/02/2022
% de incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR
ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.	MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-01	2104.0	2576.0	2629.0	E-02	2204.0	2643.0	2696.0

MUESTRA	W seco (gr) Wn	W húmedo 24 hrs. (gr) Wh	We 5h ebul.
E-03	2023.0	2472.0	2523.0

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE SUCCIÓN

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh	MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-01	206.0	106.0	2404.0	2467.0	E-02	205.0	106.0	2419.0	2503.0
	206.0	107.0							
	204.0	107.0							
	204.0	108.0							
Promedio	205.0	107.0			Promedio	205.0	107.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-03	203.0	105.0	2339.0	2390.5
	205.0	106.0		
	204.0	106.0		
	204.0	107.0		
Promedio	204.0	106.0		

Observaciones:

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE SUCCIÓN

Fecha: 19/02/2022

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-01	205.0	104.0	2104.0	2195.0
	204.0	105.0		
	204.0	105.0		
	203.0	106.0		
Promedio	204.0	105.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-02	206.0	107.0	2204.0	2270.0
	206.0	108.0		
	205.0	107.0		
	203.0	106.0		
Promedio	205.0	107.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-03	204.0	106.0	2023.0	2113.5
	203.0	105.0		
	205.0	107.0		
	204.0	106.0		
Promedio	204.0	106.0		

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
 Br. MANUEL QUISPE APAZA	 Ing. ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI	 Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)

Descripción: ENSAYO DE SUCCIÓN

Fecha: 18/02/2022

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh	MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-01	204.0	108.0	1894.0	2041.0	E-02	205.0	104.0	1970.0	2086.0
	207.0	106.0							
	205.0	107.0							
	204.0	107.0							
Promedio	205.0	107.0			Promedio	204.0	105.0		

MUESTRA	Largo (cm)	Ancho (cm)	W seco (gr) Ws	W húmedo (gr) Wh
E-03	206.0	107.0	1960.0	2106.0
	205.0	105.0		
	203.0	107.0		
	202.0	105.0		
Promedio	204.0	106.0		

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE)

Fecha: 25/02/2021

% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

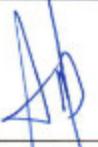
MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-01		13191.0	20.6	10.5	
			20.4	10.7	
			20.5	10.6	
			20.5	10.6	
Promedio			20.5	10.6	217.3

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-02		15394.0	20.4	10.7	
			20.5	10.6	
			20.4	10.6	
			20.3	10.5	
Promedio			20.4	10.6	216.24

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-03		11492.0	20.3	10.4	
			20.4	10.5	
			20.4	10.5	
			20.5	10.6	
Promedio			20.4	10.5	214.2

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE)

Fecha: 25/02/2021

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-01		9349.0	20.6	10.7	
			20.5	10.8	
			20.5	10.7	
			20.4	10.6	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-02		9062.0	20.4	10.8	
			20.6	10.6	
			20.5	10.7	
			20.5	10.7	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-03		11072.0	20.5	10.7	
			20.3	10.6	
			20.4	10.6	
			20.4	10.9	
Promedio			20.4	10.7	218.28

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE)

Fecha: 25/02/2021

% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-01		14671.0	20.6	10.6	
			20.6	10.7	
			20.4	10.7	
			20.4	10.8	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-02		15264.0	20.5	10.6	
			20.5	10.8	
			20.5	10.7	
			20.5	10.7	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-03		14017.0	20.3	10.5	
			20.5	10.6	
			20.4	10.6	
			20.4	10.7	
Promedio			20.4	10.6	216.24

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE)

Fecha: 25/02/2021

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-01		5672.0	20.5	10.4	
			20.4	10.5	
			20.4	10.5	
			20.3	10.6	
Promedio			20.4	10.5	214.2

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-02		5904.0	20.6	10.7	
			20.6	10.8	
			20.5	10.7	
			20.3	10.6	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm2
E-03		5459.0	20.4	10.6	
			20.3	10.5	
			20.5	10.7	
			20.4	10.6	
Promedio			20.4	10.6	216.24

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO AREVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN (NTP 399.613-2005)

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE)

Fecha: 25/02/2021

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-01		4985.0	20.4	10.8	
			20.7	10.6	
			20.5	10.7	
			20.4	10.7	
Promedio			20.5	10.7	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-02		4665.0	20.5	10.4	
			20.4	10.5	
			20.4	10.6	
			20.3	10.5	
Promedio			20.4	10.5	214.20

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	A (cm)	Area de contacto cm ²
E-03		4229.0	20.6	10.7	
			20.5	10.5	
			20.3	10.7	
			20.2	10.5	
Promedio			20.4	10.6	216.24

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL (PRISMAS)

Fecha: 4/03/2022

% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

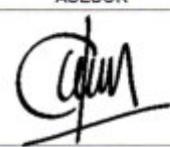
MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-01	44.62	4,550	20.6	10.5	35.5	
			20.4	10.7	35.4	
			20.5	10.6	35.4	
			20.5	10.6	35.3	
Promedio			20.5	10.6	35.4	217.3

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-02	45.21	4,610	20.4	10.7	34.6	
			20.5	10.6	34.8	
			20.4	10.6	34.8	
			20.3	10.5	34.7	
Promedio			20.4	10.6	34.7	216.24

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-03	43.93	4,480	20.3	10.4	34.9	
			20.4	10.5	35	
			20.4	10.5	35.1	
			20.5	10.6	35	
Promedio			20.4	10.5	35	214.2

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL (PRISMAS)

Fecha: 4/03/2022

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-01	46.86	4,778	20.6	10.7	35.2	
			20.5	10.8	35.2	
			20.5	10.7	35.3	
			20.4	10.6	35.2	
Promedio			20.5	10.7	35.2	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-02	48.30	4,925	20.4	10.8	34.8	
			20.6	10.6	34.9	
			20.5	10.7	35.0	
			20.5	10.7	34.9	
Promedio			20.5	10.7	34.9	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-03	49.50	5,048	20.5	10.7	35.5	
			20.3	10.6	35.2	
			20.4	10.6	35.3	
			20.4	10.9	35.3	
Promedio			20.4	10.7	35.3	218.28

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL (PRISMAS)

Fecha: 4/03/2022

% de incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-01	53.19	5,424	20.6	10.6	35.7	
			20.6	10.7	35.5	
			20.4	10.7	35.6	
			20.4	10.8	35.6	
Promedio			20.5	10.7	35.6	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-02	54.25	5,532	20.5	10.6	34.9	
			20.5	10.8	34.7	
			20.5	10.7	34.8	
			20.5	10.7	34.8	
Promedio			20.5	10.7	34.8	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-03	55.84	5,694	20.3	10.5	35.2	
			20.5	10.6	35	
			20.4	10.6	35.2	
			20.4	10.7	35.1	
Promedio			20.4	10.6	35.1	216.24

Observaciones:

.....

.....

.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUALPA	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL (PRISMAS)

Fecha: 4/03/2022

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-01	35.24	3,593	20.5	10.4	35	
			20.4	10.5	35.2	
			20.4	10.5	35.1	
			20.3	10.6	35.1	
Promedio			20.4	10.5	35.1	214.2

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-02	35.44	3,614	20.6	10.7	35.3	
			20.6	10.8	35.1	
			20.5	10.7	35.2	
			20.3	10.6	35.2	
Promedio			20.5	10.7	35.2	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm2
E-03	36.70	3,742	20.4	10.6	35.5	
			20.3	10.5	35.4	
			20.5	10.7	35.5	
			20.4	10.6	35.3	
Promedio			20.4	10.6	35.4	216.24

Observaciones:

.....

.....

.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN EN PILAS

Descripción: ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN UNIAXIAL (PRISMAS)

Fecha: 4/03/2022

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-01	28.79	2,936	20.4	10.8	35.5	
			20.7	10.6	35.5	
			20.5	10.7	35.3	
			20.4	10.7	35.4	
Promedio			20.5	10.7	35.4	219.35

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-02	29.82	3,041	20.5	10.4	34.9	
			20.4	10.5	34.8	
			20.4	10.6	35	
			20.3	10.5	34.8	
Promedio			20.4	10.5	34.9	214.2

MUESTRA	CARGA (KN)	CARGA (Kgf)	L (cm)	B (cm)	H(cm)	Area de contacto cm ²
E-03	30.93	3,154	20.6	10.7	35.2	
			20.5	10.5	35.1	
			20.3	10.7	35.2	
			20.2	10.5	35.0	
Promedio			20.4	10.6	35.1	216.24

Observaciones:

.....
.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 399.613)

Descripción: ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Fecha: 25/02/2022

% de Incorporación de lodo: 0% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-1	198.0	105.0	65.0	18.0
		107.0	65.0	
		106.0	67.0	
		106.0	67.0	
Promedio		106.0	66.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-2	213.0	107.0	71.0	18.0
		106.0	70.0	
		106.0	69.0	
		105.0	70.0	
Promedio		106.0	70.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-3	225.0	104.0	68.0	18.0
		105.0	69.0	
		105.0	68.0	
		106.0	67.0	
Promedio		105.0	68.0	18.0

Observaciones:

.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 399.613)

Descripción: ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Fecha: 25/02/2022

% de Incorporación de lodo: 5% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-1	264.0	107.0	65.0	18.0
		108.0	63.0	
		107.0	64.0	
		106.0	64.0	
Promedio		107.0	64.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-2	235.0	108.0	67.0	18.0
		106.0	66.0	
		107.0	66.0	
		107.0	65.0	
Promedio		107.0	66.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-3	265.0	107.0	65.0	18.0
		106.0	67.0	
		106.0	66.0	
		109.0	66.0	
Promedio		107.0	66.0	18.0

Observaciones:

.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCONATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 399.613)

Descripción: ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Fecha: 25/02/2022

% de Incorporación de lodo: 10% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-01	223.0	106.0	71.0	18.0
		107.0	70.0	
		107.0	69.0	
		108.0	70.0	
Promedio		107.0	70.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-02	232.0	106.0	66.0	18.0
		108.0	67.0	
		107.0	68.0	
		107.0	67.0	
Promedio		107.0	67.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-03	214.0	105.0	67.0	18.0
		106.0	65.0	
		106.0	66.0	
		107.0	66.0	
Promedio		106.0	66.0	18.0

Observaciones:

.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 399.613)

Descripción: ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Fecha: 25/02/2022

% de Incorporación de lodo: 15% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-01	134.0	104.0	68.0	18.0
		105.0	68.0	
		105.0	69.0	
		106.0	67.0	
Promedio		105.0	68.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-02	152.0	107.0	67.0	18.0
		108.0	68.0	
		107.0	67.0	
		106.0	66.0	
Promedio		107.0	67.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-03	142.0	106.0	67.0	18.0
		105.0	66.0	
		107.0	66.0	
		106.0	65.0	
Promedio		106.0	66.0	18.0

Observaciones:

.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 399.613)

Descripción: ENSAYO MÓDULO DE ROTURA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

Fecha: 25/02/2022

% de Incorporación de lodo: 20% de adición de lodo de la PTAR

ID Laboratorio: GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

Ensayado por: Br. MANUEL QUISPE APAZA

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-01	115.0	108.0	63.0	18.0
		106.0	64.0	
		107.0	65.0	
		107.0	64.0	
Promedio		107.0	64.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-02	121.0	104.0	68.0	18.0
		105.0	66.0	
		106.0	67.0	
		105.0	67.0	
Promedio		105.0	67.0	18.0

MUESTRA	Carga de rotura (Kgf)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Distancia entre apoyos (cm)
E-03	109.0	107.0	65.0	18.0
		105.0	66.0	
		107.0	64.0	
		105.0	65.0	
Promedio		106.0	65.0	18.0

Observaciones:

.....
.....

TESISTA	RESPONSABLE DE LABORATORIO	ASESOR
		
Br. MANUEL QUISPE APAZA	Ing. ALFREDO ALARCON ATAHUACHI	Mg. SAMIR AUGUSTO ARÉVALO VIDAL

ANEXO 4: Validez

ANEXO 2: Instrumentos de Investigación Validado

HOJA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, 2021”

APELLIDOS Y NOMBRES:

Quispe Apaza Manuel

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

APELLIDO Y NOMBRE DEL EXPERTO	CIP	DNI	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	FIRMA
Alfonso Atahuchi Alfredo	81732	01335859	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Límite plástico ✓ Límite líquido ✓ Índice de plasticidad ✓ Variación dimensional ✓ Alabeo 	  ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 81732
Porfirio Pereda Ysmat Mauricio	141376	42596999	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Densidad ✓ absorción ✓ Succión ✓ Resistencia a la compresión axial ✓ Resistencia a la compresión uniaxial (pilas) 	  Ysmat Mauricio Porfirio Pereda INGENIERO CIVIL CIP. N° 141376
Chura Huapristo Clenio	148475	43192651	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia a la tracción por flexión 	  Clenio Chura Huapristo INGENIERO CIVIL CIP. 148475

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Alvarez Stabwachi Alfredo

Especialidad: Ingeniería Civil

Título de la Investigación: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, 2021"

Autor de la investigación: Quispe Apaza Manuel

II. ASPECTOS DE EVALUACION.

Valore en una escala del 1 al 5 según el grado de relevancia que pueda otorgar a cada criterio e indicador, señalando con un aspa (x) su respuesta en la casilla que corresponda.

1. Deficiente 2. Regular 3. Buena 4. Muy buena 5. Excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esto formulado en lenguaje comprensible					X
Objetividad	Esto de acuerdo a los leyes y Principios Científicos					X
Actualidad	Esto de acuerdo a la objetividad y necesidades de la Investigación					X
Consistencia	Se respalda en fundamentos Técnicos y Científicos				X	
Coherencia	Hay coherencia entre los problemas, objetivos, Variables					X
Metodología	Responde a la metodología y diseños aplicados.					X
Promedio de validación						

III. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- Los instrumentos cumplen para su aplicabilidad
- Los instrumentos no cumplen para su aplicabilidad

Si

Firma del Experto Informante

CIP: 81732

DNI: 01335851 Telf: 979000744

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Parizaca Perez Ysmar Mauricio

Especialidad: Ingeniero Civil

Título de la Investigación: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, 2021"

Autor de la investigación: Quispe Apaza Manuel

II. ASPECTOS DE EVALUACION.

Valore en una escala del 1 al 5 según el grado de relevancia que pueda otorgar a cada criterio e indicador, señalando con un aspa (x) su respuesta en la casilla que corresponda.

1. Deficiente 2. Regular 3. Buena 4. Muy buena 5. Excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulada en lenguaje comprensible					X
Objetividad	Esta de acuerdo a las leyes y principios Científicos				X	
Actualidad	Esta de acuerdo a los objetivos de la investigación				X	
Consistencia	Se respalda en fundamentos Técnicos, técnicos					X
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables					X
Metodología	Responde una metodología y diseño aplicada					X
Promedio de validación						

III. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- Los instrumentos cumplen para su aplicabilidad
- Los instrumentos no cumplen para su aplicabilidad

SI



Ysmar Mauricio Parizaca Perez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 141376

Firma del Experto Informante

CIP: 141376

DNI: 42596999 Telf: 998 942068

INFORME DE OPINION DE EXPERTOS DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

I. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres del experto: Chura Hugo Clenio

Especialidad: Ingeniero Civil

Título de la Investigación: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla – Juliaca, 2021"

Autor de la investigación: Quispe Apaza Manuel

II. ASPECTOS DE EVALUACION.

Valore en una escala del 1 al 5 según el grado de relevancia que pueda otorgar a cada criterio e indicador, señalando con un aspa (x) su respuesta en la casilla que corresponda.

1. Deficiente 2. Regular 3. Buena 4. Muy buena 5. Excelente

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
Claridad	Esta formulado en lenguaje comprensible				X	
Objetividad	Esta de acuerdo a las leyes y principios científicos				X	
Actualidad	Esta de acuerdo a los objetivos y necesidades de la investigación				X	
Consistencia	Se respalda en fundamentos Técnico y científicos				X	
Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos y unidades				X	
Metodología	La estrategia responde una metodología y diseño aplicable.				X	
Promedio de validación						

III. OPINION DE LA APLICABILIDAD

- Los instrumentos cumplen para su aplicabilidad
- Los instrumentos no cumplen para su aplicabilidad

5



Firma del Experto Informante

CIP: 148435

DNI: 43192651 Telf: 933221298

VALORACIÓN DE LA CONSISTENCIA INTERNA DE UNA ESCALA O CUESTIONARIO

A) Consistencia interna para escalas cuantitativas: Coeficiente alfa de Cronbach

Un coeficiente para medir el grado de consistencia interna entre los ítems de una dimensión es el Coeficiente alfa de Cronbach.

El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0,70; el valor máximo esperado es 0,90; por encima de este valor se considera que hay redundancia o duplicación. Usualmente, se prefieren valores de alfa entre 0,80 y 0,90.

	Ítems de una dimensión					
EXPERTO	1	2	3	4	5	6
1	5	5	5	4	5	5
2	5	4	4	5	5	5
3	4	4	4	4	4	4
Puntuación media de cada ítem:	4.7	4.3	4.3	4.3	4.7	4.7
Varianza, S_i^2	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
Sumat (S_i^2) =	2.00					

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

Donde:

K: El número de ítems = 6

$\sum S_i^2$: Sumatoria de Varianzas de los Ítems = 3

S_T^2 : Varianza de la suma de los Ítems = 7

α : Coeficiente de Alfa de Cronbach = **0.857**

Comprobación con el Software SPSS V.16

Escala: ALL VARIABLES

Resumen de procesamiento de casos

		N	%
Casos	Válido	3	100,0
	Excluido ^a	0	,0
	Total	3	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

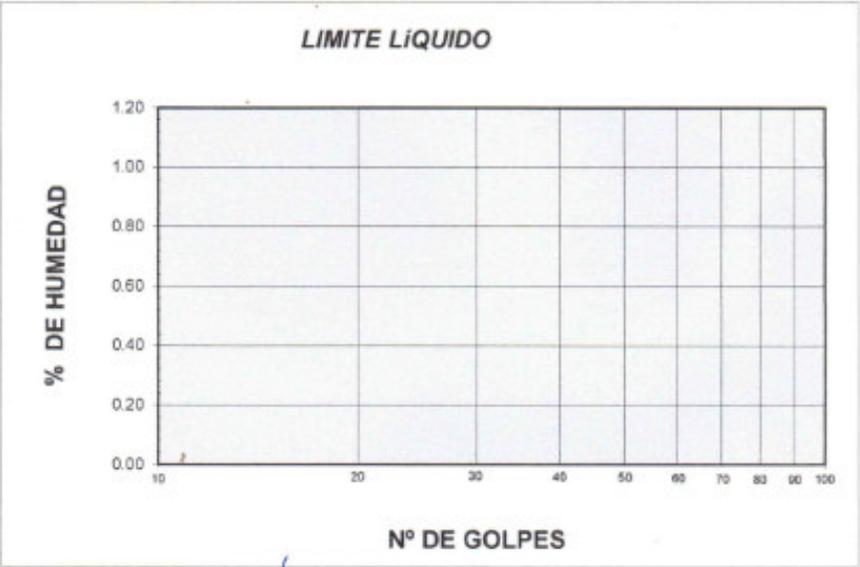
Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,857	6

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO (MTC E-110)	INSTRUMENTO N° 01
---	------------------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Lodo de la PTAR La Chilla

LÍMITE LÍQUIDO				
N° de tarro				
Tarro + Suelo Húmedo				
Tarro + Suelo Seco				
Agua				
Peso del Tarro				
Suelo seco				
% de Humedad				
N° de Golpes				







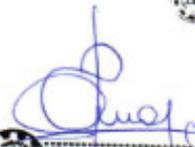
 ...





 ...





Cesar Chua Huacrista
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 148475

ENSAYO DE LIMITE PLÁSTICO (MTC E-111)	INSTRUMENTO N° 02
---	-----------------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Lodo de la PTAR La Chilla

LÍMITE PLÁSTICO				
Nº de tarro				
Tarro + Suelo Húmedo				
Tarro + Suelo Seco				
Agua				
Peso del Tarro				
Suelo seco				
% de Humedad				

L.L. =	L.P. =	I.P. =
---------------	---------------	---------------




ALFREDO ALCARÓN ARANCIBIA
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 21722




VÍCTOR MANUEL PORTOCARRERO PÉREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 141376




MARIO CHANO HUAPICHO
INGENIERO CIVIL
CIP. 148475

ALABEO (NTP 399.613, ITINTEC 331.019)	INSTRUMENTO N° 04
---	-----------------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR

Especímen	Cara superior (A)				Cara inferior (B)				
	Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)		
	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	
E-1									
E-2									
E-3									
	Cóncavo Convexo								


ALFREDO ALVARADO ATENCIO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 11132




Fernando Augusto Páez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 141376




Clodio Churo Hualquibío
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 148475



ENSAYO DE DENSIDAD (NTP 399.613)	INSTRUMENTO N° 05
--	-----------------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR

Espécimen	P0 Peso seco (gr.)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebullición (gr.)	V P2-P1 (cm3)	ρ Pseco/V (gr/cm3)
E-1					
E-2					
E-3					
				Promedio	

$$\rho = \frac{P_0}{V}$$

$$V = P_2 - P_1$$

Donde:

- ρ : Densidad del espécimen (gr/cm3)
- V : Volumen (cm3)
- P0 : Peso del espécimen seco (gr.)
- P1 : Peso del espécimen saturado sumergido por 24 horas (gr.)
- P2 : Peso del espécimen saturado 3 horas en ebullición (gr.)



ABSORCIÓN (NTP 399.004 y NTP 399.013)		INSTRUMENTO N° 06
PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "	
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel	
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno	
FECHA	:	
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR	

Espécimen	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebullición	Absorción (%)	Absorción Máxima (%)	Coef. Saturación (%)
E-1						
E-2						
E-3						
			Promedio			

$$Absorción(\%) = \frac{(W_a - W_s)}{W_s} \times 100$$

$$Absorción Máxima (\%) = \frac{(W_e - W_s)}{W_s} \times 100$$

$$Coef. Sat. = \frac{Absorción}{Absorción Máx.}$$

Donde:

- Wa : Peso del espécimen saturado sumergido por 24 horas (gr.)
- Ws : Peso del espécimen seco (gr.)
- We : Peso del espécimen saturado en 5 horas en ebullición (gr.)



 ALFREDO ALARCÓN ATIMAJACH
 INGA - 40 C°/A
 Reg. CIP. 8172



 Yanis Mauricio Parilaca Perez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 141376



 Clenio Chua Huayquiso
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 148475

ENSAYO DE SUCCIÓN (NTP 399.613)	INSTRUMENTO N° 07
---	----------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR

Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Área neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso Mojado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
E-1							
E-2							
E-3							
							Promedio
							desv. Standar
							Prom-desv

$$\text{Succión (gr/200 - cm}^2\text{ - min)} = \frac{200 * (Pm - Ps)}{A}$$

Donde:

- A : Area de contacto (cm²)
- Ps : Peso del espécimen seco (gr.)
- Pm : Peso de la muestra húmeda, despues de la succión (gr.)



 ALFREDO ALARCÓN ATANHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 R.º, CIP. N° 41732



 Ysmael Munirio Paritaca Perez
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 141376



 Clelio Chura Huojuisto
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 148475

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL (SIMPLE) (NTP 899.613)	INSTRUMENTO N° 08
--	-----------------------------

PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno
FECHA	:
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR

Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Área (cm ²)	P Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a compresión f'b (kg-f/cm ²)	Resistencia a compresión f'b (Mpa)
E-1							
E-2							
E-3							
Promedio							
desv. Standar							
Prom-desv							

Área de contacto:

$$A = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Resistencia a compresión axial

$$f'_b = \frac{P}{A}$$

Desviación estándar:

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - x_{prom})^2}{n - 1}}$$

Resistencia característica

$$f'_b = \text{promedio} - Ds$$



ALFREDO ALARCÓN ATAHUACHI
ING. CIVIL
Reg. CIP. 87732



Ysmar Mauricio Pariza Perez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 141376



Glenio Chura Huaquisto
INGENIERO CIVIL
CIP. 148475

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN UNIAXIAL EN PRISMAS
(NTP 399.606)

INSTRUMENTO
N° 09

PROYECTO : "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021"

TESISTA : Quispe Apaza Manuel

UBICACIÓN : Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno

FECHA :

MUESTRA : Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR

Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	Area BxL (cm2)	Carga de rotura (kN)	Carga de rotura (kg-f)	Esbeltes	Factor de corrección	Resistencia a Compresión fm	fm corregida (kg-f/cm2)	coef. I	Resist. Caract. fm (kg-f/cm2)	Resist. Caract. fm (Mpa)
E-1													
E-2													
E-3													
Promedio													
Desv. Standar													
Prom-desv													

Donde:

Area de contacto: $A = \text{Largo} \times \text{Ancho}$

Resistencia a compresion $f_m = \frac{P}{A}$

F.C. : Factor de corrección por esbeltes

Resistencia a compresion corregida $f_{m \text{ corregida}} = F.C. \times f_m$

Coef. I : Factores de incremento por edad

Resistencia caracteristica $f'_m = \text{Coef I} - f_{m \text{ corregida}}$

Desviación estándar: $Ds = \sqrt{\frac{\sum(x - xprom)^2}{n - 1}}$

Resistencia caracteristica $f'_m = \text{promedio} - Ds$


ALFREDO PACHECO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 31124


Daniel Paredes
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 141378


Carlos Chua Huacapisti
INGENIERO CIVIL
CIP. 148475

ENSAYO DE TRACCIÓN POR FLEXIÓN (NTP: 309.613)		INSTRUMENTO Nº 10
PROYECTO	: "Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021 "	
TESISTA	: Quispe Apaza Manuel	
UBICACIÓN	: Distrito Juliaca - Provincia San Román - Departamento Puno	
FECHA	:	
MUESTRA	: Ladrillo artesanal de arcilla con adición de% de lodo de la PTAR	

Espécimen	P Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	f _{tb} (kg/cm ²)
E-1					
E-2					
E-3					
Promedio					
desv. Standar					
Prom-desv					

$$f_{tb} = \frac{3 \cdot P \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

Donde:

- f_{tb} : Ensayo de resistencia a tracción por flexión (kg/cm²)
- P : Carga máxima aplicada al espécimen (kg)
- L : Longitud entre apoyos (cm)
- b : Ancho de la unidad (cm)
- h : Altura de la unidad (cm)



ALFREDO ALARCÓN ALMAJUCHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CH. 81732

[Handwritten signature]



FERNANDO ANTONIO PORTALES PEREZ
INGENIERO CIVIL
CIP. Nº 141376

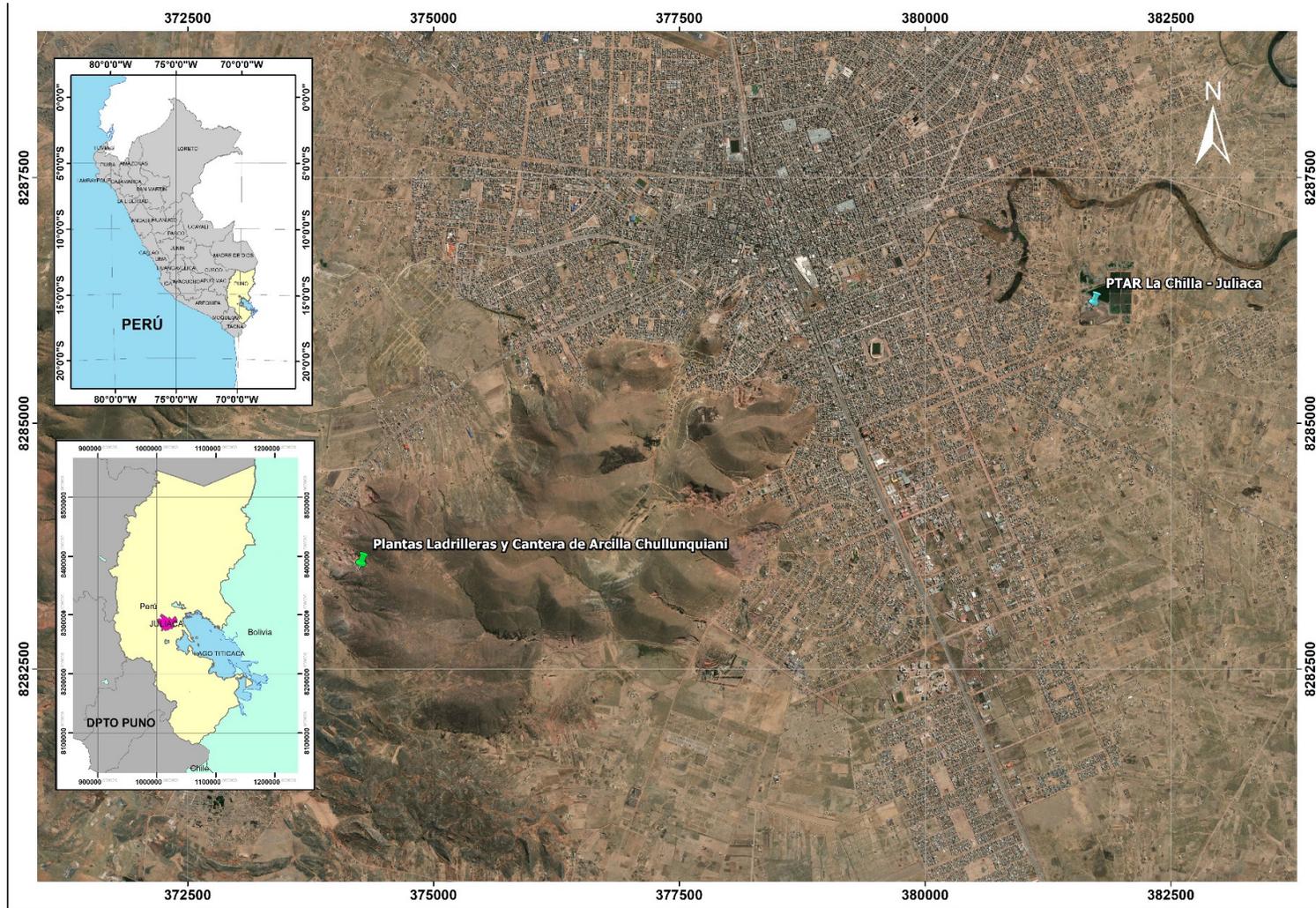
[Handwritten signature]



Clelio Chura Huaquisto
INGENIERO CIVIL

[Handwritten signature]

ANEXO 5: Mapas y Planos



ANEXO 6: Panel fotográfico



Figura 01. Extracción y Acumulación de lodo de la planta de tratamiento de aguas residuales PTAR La Chilla – Juliaca



Figura 02. Secado de lodo a temperatura ambiente



Figura 03. Secado de ladrillo a temperatura ambiente (14 días)



Figura 04. Cuarteo de muestras de lotodo de la PTAR La Chilla



Figura 05. Ingreso al horno electrónico de muestra de lodo.



Figura 06. Elaboración de tiras de 3 mm de diámetro para terminación del límite plástico.



Figura 07. Ensayo del análisis granulométrico del lodo de la PTAR.



Figura 08. Ensayo para determinar en límite líquido en la copa de Casagrande del lodo de la PTAR



Figura 09. Determinación de variación dimensional



Figura 10. Determinación del alabeo.



Figura 11. Sumergido de ladrillo en agua para determinación al succión.



Figura 12. Pesaje de las unidades de albañilería.



Figura 13. Ensayos de compresión axial



Figura 14. Ensayo de tracción por flexión de la unidad de albañilería



Figura 15. Elaboración de prismas de albañilería

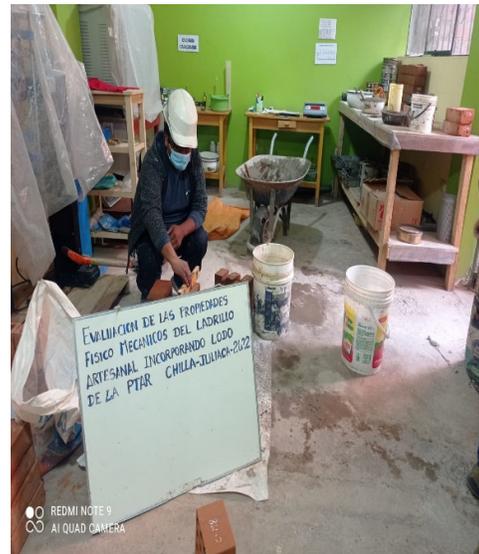


Figura 16. Asentado de ladrillos para fabricación de prismas



Figura 17. Endurecimiento de testigos de albañilería (prismas) por 28 días.



Figura 18. Ensayo de resistencia a la compresión uniaxial en prismas de albañilería.



Figura 19. Falla a la compresión uniaxial en prismas



Figura 20. Determinación de color, textura, solidez y dureza del ladrillo artesanal con incorporación de lodo.

ANEXO 7: Certificados de laboratorio de los ensayos



HUMEDAD NATURAL
MTC E 108-2016

PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA, 2021
TESISTA: MANUEL QUISPE APAZA

CANTERA : LODO
MUESTRA : SUELO DE LODO DE PTAR
PROFUNDID : VARIABLE

TECN. RESPONS. PERSONAL DE LABOR
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
FECHA : 02/02/2022

DESCRIPCION		1				PROM.
1	AGREGADO HUMEDO + RECIPIENTE	2,153.00				
2	AGREGADO SECO + RECIPIENTE	1,270.00				
3	PESO RECIPIENTE	0.00				
4	PESO DE AGUA	883.00				
5	PESO DE AGREGADO SECO	1,270.00				
6	CONTENIDO DE HUMEDAD %	69.50				

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Pavimentos y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACMA
INGENIERO CIVIL
Reg. CH 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

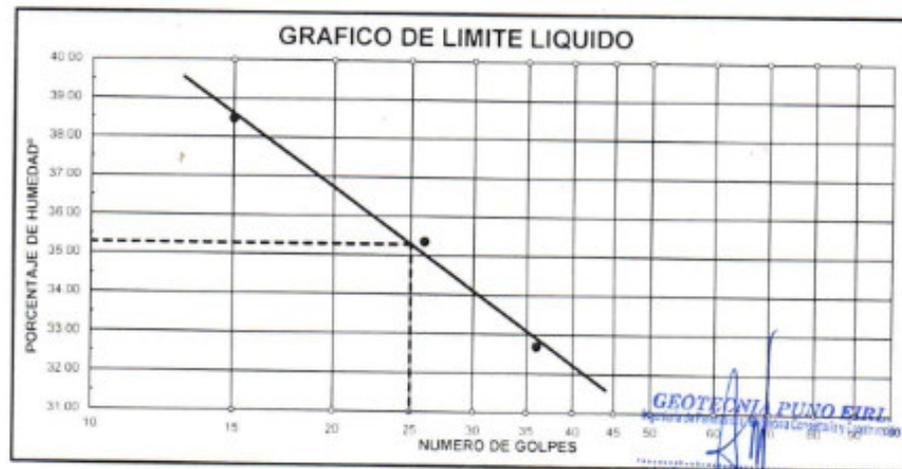
MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA 2021
 TESIS: MANUEL QUISPE APAZA
CALICATA : LODO
MUESTRA : SUELO DE LODO DE PTAR
PROFUNDIDAD : VARIABLE
TECN. RESP.: PERSONAL LABORATORIO
ING. RESP. : ALFREDO ALARCON A.
FECHA : 02/02/22

LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D-424)

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	15	25	36	42T	43T
01 No DE GOLPES	15	25	36		
02 TARRO No	37	38	39	42T	43T
03 SUELO HUMEDO * TARRO g	37.79	35.16	36.81	28.92	30.84
04 SUELO SECO * TARRO g	30.42	30.03	30.52	26.42	26.18
05 PESO DEL AGUA g	7.37	5.13	6.29	2.50	2.66
06 PESO DEL TARRO g	11.27	15.52	11.28	15.68	16.29
07 PESO DEL SUELO SECO g	19.15	14.51	19.24	10.74	11.89
08 HUMEDAD %	38.49	35.35	32.69	23.28	22.37
L.L.= 35.28 % L.P.= 22.82 % I.P.= 12.45 %					





GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA - 2021
 TESISISTA: MANUEL QUISPE APAZA

CALICATA : LODO
 MUESTRA : SUELO DE LODO DE PTAR
 PROFUNDIDAD : VARIABLE

TECN. RESPONS : PERSONAL LABORATORIO
 ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.
 FECHA : 02/02/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso total 1270 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fraccion 0 Grs
2"	50.000				100.00		Grava 1.50 %
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		arena 39.13 %
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		Fino 59.37 %
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		W natural 69.50 %
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
LIMITES DE CONSISTENCIA							
No 04	4.750	19.00	1.50	1.50	98.50		LL 35.28 %
No 10	2.000	112.00	8.82	10.32	89.68		LP 22.82 %
No 20	0.840	127.00	10.00	20.32	79.68		IP 12.45 %
No 40	0.425	92.00	7.24	27.56	72.44		
No 100	0.150	110.00	8.66	36.22	63.78		
No 200	0.075	56.00	4.41	40.63	59.37		
<No 200		754.00	59.37	100.0			
CLASIFICACION							
							SUCS CL
							AASHTO A-5(6)

REPRESENTACION GRAFICA TAMANO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL
 Ing. Alfredo Alarcon A.
 INGENIERO CIVIL
 R.O.C. 123456

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.

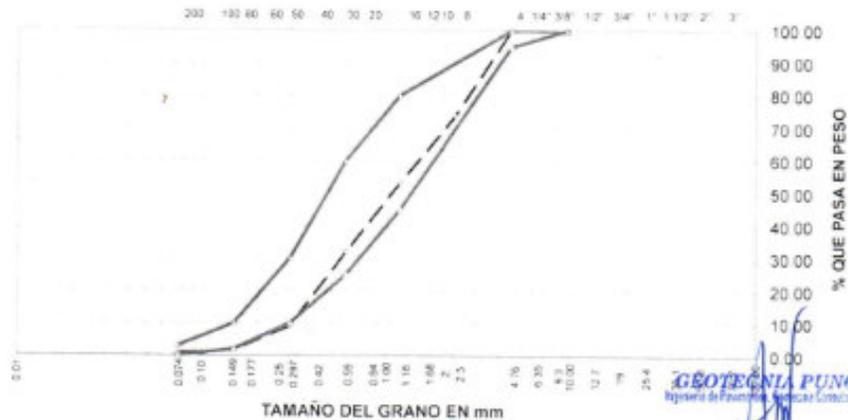


PROYECTO : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA 2021
 CANTERA : CABANILLAS TESISTA : MANUEL QUISPE APAZA
 MUESTRA : ARENA PARA MORTERO
 UBICACION : JULIACA FECHA : 02/02/2022

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						
2 1/2"	63.000						Peso inicial 3607 gr
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA
1"	25.000						
3/4"	19.000						Módulo de fineza 3.302
1/2"	12.500						Peso específico 2.568 g/cm ³
3/8"	9.500				100.00	100.00	Peso Unit. Sueto 1.612 t/m ³
1/4"	6.300						Peso Unit. Variado 1.692 t/m ³
No. 04	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	Humedad Natural 2.100 %
No. 08	2.360	997.00	26.19	26.19	73.81		Absorcion 2.623 %
No. 16	1.180	786.00	20.65	46.84	53.16	45 - 80	
No. 30	0.600	808.00	21.22	68.06	31.94	25 - 60	
No. 50	0.300	867.00	22.77	90.83	9.17	10 - 30	
No. 100	0.150	283.00	7.43	98.26	1.74	2 - 10	
No. 200	0.075	37.00	0.97	99.23	0.77	0 - 3	
<No. 200		29.00	0.77	100.00			
TOTAL		3.607.00	100.00	330.2			

REPRESENTACION GRAFICA TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Pavimentos, Mecánica de Suelos y Obras de Suelo

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 81722

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA. 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
TESISTA : MANUEL QUISPE APAZA **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A
ASUNTO : ENSAYO DE DIMENSION **FECHA** : 18/02/2022

VARIACIÓN DIMENSIONAL DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

ANCHO= 11 00 cm
 LARGO= 21 00 cm
 ALTURA= 6 80 cm

Muestra	Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
		L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom.
M-01 (0%)	E-01	206	204	205	205	205.0	105	107	106	106	106.0	65	65	67	67	66.0
	E-02	204	205	204	203	204.0	107	106	106	105	106.0	71	70	69	70	70.0
	E-03	203	204	204	205	204.0	104	105	105	106	105.0	68	69	68	67	68.0
M-02 (5%)	E-01	206	205	205	204	205.0	107	108	107	108	107.0	65	63	64	64	64.0
	E-02	204	206	205	205	205.0	106	106	107	107	107.0	67	66	66	65	66.0
	E-03	205	203	204	204	204.0	107	106	106	109	107.0	65	67	66	65	66.0
M-03 (10%)	E-01	206	206	204	204	205.0	106	107	107	108	107.0	71	70	69	70	70.0
	E-02	205	205	205	205	205.0	106	108	107	107	107.0	66	67	68	67	67.0
	E-03	203	205	204	204	204.0	105	106	106	107	106.0	67	65	66	66	66.0
M-04 (15%)	E-01	205	204	204	203	204.0	104	105	105	106	105.0	68	68	69	67	68.0
	E-02	206	206	205	203	205.0	107	108	107	106	107.0	67	68	67	66	67.0
	E-03	204	203	205	204	204.0	106	105	107	106	106.0	67	66	66	65	66.0
M-05 (20%)	E-01	204	207	205	204	205.0	108	106	107	107	107.0	63	64	65	64	64.0
	E-02	205	204	204	203	204.0	104	105	106	105	105.0	68	66	67	67	67.0
	E-03	206	205	203	202	204.0	107	105	107	105	106.0	65	66	64	65	65.0

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Promoción, Gestión, Mantenimiento y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LOCO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA, 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO
TESISTA : MANUEL GUISPE APAZA
ASUNTO : ENSAYO DE ALABEO

TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
FECHA : 18/02/2022

ALABEO DE LADRILLO

(NORMA E-0.70 ALBAÑILERÍA, NTP 399.613, ITINTEC 331.019)

Muestra	Especimen	Cara superior (A)				Cara inferior (B)			
		Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)		Cóncavidad (mm)		Convexidad (mm)	
		Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02	Diag. 01	Diag. 02
M-01 (0%)	E-1	1.50	2.00					1.50	1.50
	E-2			2.00	2.50	1.50	1.50		
	E-3			2.50	2.00	2.00	3.50		
M-02 (5%)	E-01			1.50	1.00	1.50	1.50		
	E-02			1.50	1.00	2.00	1.50		
	E-03			2.00	2.00	2.00	1.50		
M-03 (10%)	E-01			2.00	2.00	1.00	1.00		
	E-02			1.00	1.50	1.50	1.00		
	E-03			2.50	2.00	1.00	1.00		
M-04 (15%)	E-01			1.00	2.00	1.50	1.00		
	E-02			1.50	1.00	1.50	1.50		
	E-03			2.00	2.00	2.00	1.50		
M-05 (20%)	E-01			2.00	1.50	1.50	1.50		
	E-02			1.00	1.50	1.00	1.00		
	E-03			1.50	2.00	1.00	1.00		

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Agencia de Postgrado en Ingeniería y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA



TESIS : EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA - 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO **TECN. RESPONS.** : PERSONAL LABORATORIO
TESISTAS : MANUEL QUISPE APAZA **ING. RESPONS.** : ALFREDO ALARCON A
ASUNTO : ENSAYO DE DENSIDAD **FECHA** : 18/02/2022

ENSAYO DE DENSIDAD

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

Muestra	Especimen	Peso seco (gr.)	P1 Peso saturado sumergido (gr)	P2 Peso 3h ebullición (gr.)	V P2-P1 (cm3)	P Peso/V (gr/cm3)
M-01 (0%)	E-1	2.516.00	2.866.00	4.306.00	1.440.00	1.75
	E-2	2.631.00	2.992.00	4.502.00	1.510.00	1.74
	E-3	2.409.00	2.735.00	4.193.00	1.458.00	1.65
M-02 (5%)	E-1	2.114.00	2.539.00	3.941.00	1.402.00	1.51
	E-2	2.154.00	2.581.00	4.030.00	1.449.00	1.49
	E-3	2.427.00	2.814.00	4.259.00	1.445.00	1.68
M-03 (10%)	E-1	2.404.00	2.780.00	4.311.00	1.531.00	1.57
	E-2	2.419.00	2.800.00	4.269.00	1.469.00	1.65
	E-3	2.339.00	2.712.00	4.141.00	1.429.00	1.64
M-04 (15%)	E-1	2.104.00	2.576.00	4.035.00	1.459.00	1.44
	E-2	2.204.00	2.643.00	4.108.00	1.465.00	1.50
	E-3	2.023.00	2.472.00	3.893.00	1.421.00	1.42
M-05 (20%)	E-1	1.894.00	2.353.00	3.755.00	1.402.00	1.35
	E-2	1.970.00	2.455.00	3.896.00	1.441.00	1.37
	E-3	1.960.00	2.448.00	3.858.00	1.410.00	1.39

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio

GEOTECNIA PINO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Contratos, Calidad y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDC TECN. RESPONS.: PERSONAL LABORATORIO
TESISTA : MANUEL QUIISPE APAZA ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
ASUNTO : ENSAYO DE ABSORCION FECHA : 18/02/2022

ABSORCIÓN DEL LADRILLO

(N.T.P. 399.613, ITINTEC 331.019)

Muestra	Espécimen	Ws Peso seco (gr)	Wa Peso saturado 24h (gr)	We 5h ebull.	Absorción %	Absorción Máxima %	Coef. Saturación
M-01 (0%)	E-1	2.516 0	2.866 0	2.964 0	13.91%	17.81%	0.76
	E-2	2.631 0	2.992 0	3.089 0	13.72%	17.41%	0.79
	E-3	2.409 0	2.735 0	2.837 0	13.53%	17.77%	0.76
M-02 (5%)	E-1	2.114 0	2.539 0	2.639 0	20.10%	24.83%	0.81
	E-2	2.154 0	2.581 0	2.673 0	19.82%	24.09%	0.82
	E-3	2.427 0	2.814 0	2.909 0	15.95%	19.86%	0.80
M-03 (10%)	E-1	2.404 0	2.780 0	2.861 0	15.64%	19.01%	0.82
	E-2	2.419 0	2.800 0	2.878 0	15.75%	18.97%	0.83
	E-3	2.339 0	2.712 0	2.781 0	15.95%	18.90%	0.84
M-04 (15%)	E-1	2.104 0	2.576 0	2.629 0	22.43%	24.95%	0.90
	E-2	2.204 0	2.643 0	2.696 0	19.92%	22.32%	0.89
	E-3	2.023 0	2.472 0	2.523 0	22.19%	24.72%	0.90
M-05 (20%)	E-1	1.894 0	2.353 0	2.373 0	24.23%	25.29%	0.96
	E-2	1.970 0	2.455 0	2.466 0	24.62%	25.18%	0.98
	E-3	1.960 0	2.448 0	2.458 0	24.90%	25.41%	0.98

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Remediación Ambiental y Construcción

ALFREDO ALARCON AYAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. O.P. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA, 2021

MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO

TESISTAS : MANUEL QUISPE APAZA ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A.

ASUNTO : ENSAYO DE DENSIDAD FECHA : 18/02/2022

SUCCION DEL LADRILLO

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area neta (cm ²)	Ps Peso seco (gr)	Pm Peso Mojado (gr)	Succión (gr/(200cm ² -min))
M-01 (0%)	E-1	20.50	10.60	6.60	217.30	2.516.00	2.562.00	42.34
	E-2	20.40	10.60	7.00	216.24	2.631.00	2.692.00	56.42
	E-3	20.40	10.50	6.80	214.20	2.409.00	2.462.00	49.49
M-02 (5%)	E-1	20.50	10.70	6.40	219.35	2.211.00	2.263.00	47.41
	E-2	20.50	10.70	6.60	219.35	2.154.00	2.204.00	45.59
	E-3	20.40	10.70	6.60	218.28	2.427.00	2.477.00	45.81
M-03 (10%)	E-1	20.50	10.70	7.00	219.35	2.404.00	2.467.00	57.44
	E-2	20.50	10.70	6.70	219.35	2.419.00	2.503.00	76.59
	E-3	20.40	10.60	6.60	216.24	2.339.00	2.390.50	47.63
M-04 (15%)	E-1	20.40	10.50	6.80	214.20	2.104.00	2.195.00	84.97
	E-2	20.50	10.70	6.70	219.35	2.204.00	2.270.00	60.18
	E-3	20.40	10.60	6.60	216.24	2.023.00	2.113.50	83.70
M-05 (20%)	E-1	20.50	10.70	6.40	219.35	1.894.00	2.041.00	134.03
	E-2	20.40	10.50	6.70	214.20	1.970.00	2.086.00	108.31
	E-3	20.40	10.60	6.50	216.24	1.960.00	2.108.00	135.04

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Edificación, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP: 81732



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA. 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO **TECN. RESPONS. :** PERSONAL LABORATORIO
TESISTAS : MANUEL QUISPE APAZA **ING. RESPONS. :** ALFREDO ALARCON A.
ASUNTO : RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA **FECHA :** 25/02/2022

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA

Muestra	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	A Area (cm ²)	Carga de rotura (kg-f)	Resistencia a la compresión f _b (kg-f/cm ²)	Resistencia a la compresión f _b Mpa
M-01 (0%)	E-1	10.6	20.5	6.6	217.30	13.191.00	60.70	6.36
	E-2	10.6	20.4	7.0	216.24	15.394.00	71.19	6.96
	E-3	10.5	20.4	6.8	214.20	11.492.00	53.65	5.25
M-02 (5%)	E-1	10.7	20.5	6.4	219.35	12.342.00	56.27	5.52
	E-2	10.7	20.5	6.6	219.35	12.425.00	56.64	5.55
	E-3	10.7	20.4	6.6	218.28	11.072.00	50.72	4.98
M-03 (10%)	E-1	10.7	20.5	7.0	219.35	14.671.00	66.88	6.56
	E-2	10.7	20.5	6.7	219.35	15.264.00	69.59	6.83
	E-3	10.6	20.4	6.6	216.24	14.017.00	64.82	6.36
M-04 (15%)	E-1	10.5	20.4	6.8	214.20	5.672.00	26.48	2.60
	E-2	10.7	20.5	6.7	219.35	5.904.00	26.92	2.64
	E-3	10.6	20.4	6.6	216.24	5.459.00	25.25	2.48
M-05 (20%)	E-1	10.7	20.5	6.4	219.35	4.985.00	22.73	2.23
	E-2	10.5	20.4	6.7	214.20	4.665.00	21.78	2.14
	E-3	10.6	20.4	6.5	216.24	4.229.00	19.56	1.92

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Experta de Suelos, Pavimentos, Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATANUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. OIP: 81732

JR. TIAHUANACO H. 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA 2021
MUESTRA : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO
TESISTAS : MANUEL QUISPE APAZA
ASUNTO : ENSAYO RESISTENCIA DE PILAS
TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
FECHA : 04/03/2022

RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PILAS (Fb)

Muestra	Esp.	B (cm)	L (cm)	H (cm)	Area BxL (cm ²)	Carga de rotura (kN)	Carga de rotura (kg-f)	esbel.	factor de correc.	Resist. Compr. fm	fm corregida (kg-f/cm ²)	coef. i	Resist. Caract. fm (kg-f/cm ²)	Resist. Caract. fm (Mpa)
M-01 (0%)	E-1	10.6	20.5	35.4	217.30	44.62	4.550.00	3.34	0.924	20.94	19.34	1.00	19.34	1.90
	E-2	10.6	20.4	34.7	216.24	45.21	4.610.00	3.27	0.921	21.32	19.63	1.00	19.63	1.93
	E-3	10.5	20.4	35.0	214.20	43.93	4.480.00	3.33	0.923	20.92	19.31	1.00	19.31	1.89
M-02 (5%)	E-1	10.7	20.5	35.2	219.35	46.86	4.778.00	3.29	0.922	21.78	20.07	1.00	20.07	1.97
	E-2	10.7	20.5	34.9	219.35	48.30	4.925.00	3.26	0.920	22.45	20.67	1.00	20.67	2.03
	E-3	10.7	20.4	35.3	218.28	49.50	5.048.00	3.30	0.922	23.13	21.32	1.00	21.32	2.09
M-03 (10%)	E-1	10.7	20.5	35.6	219.35	53.19	5.424.00	3.33	0.923	24.73	22.83	1.00	22.83	2.24
	E-2	10.7	20.5	34.8	219.35	54.25	5.532.00	3.25	0.920	25.22	23.20	1.00	23.20	2.28
	E-3	10.6	20.4	35.1	216.24	55.84	5.694.00	3.31	0.922	26.33	24.29	1.00	24.29	2.38
M-04 (15%)	E-1	10.5	20.4	35.1	214.20	35.24	3.593.00	3.34	0.924	16.77	15.49	1.00	15.49	1.52
	E-2	10.7	20.5	35.2	219.35	35.44	3.614.00	3.29	0.922	16.48	15.18	1.00	15.18	1.49
	E-3	10.6	20.4	35.4	216.24	38.70	3.742.00	3.34	0.924	17.30	15.98	1.00	15.98	1.57
M-05 (20%)	E-1	10.7	20.5	35.4	219.35	28.79	2.936.00	3.31	0.922	13.39	12.35	1.00	12.35	1.21
	E-2	10.5	20.4	34.9	214.20	29.82	3.041.00	3.32	0.923	14.20	13.10	1.00	13.10	1.29
	E-3	10.6	20.4	35.1	216.24	30.93	3.154.00	3.31	0.922	14.59	13.45	1.00	13.45	1.32

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio.

GEOTECNIA PUNO EIRL.
 Ingeniería de Fundaciones, Pavimentos y Construcciones

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
 alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744



GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y CONSTRUCCIÓN

MECÁNICA DE SUELOS - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES - LABORATORIO - CALIDAD - TECNOLOGÍA DE MATERIALES - SUPERVISIÓN - PROYECTOS DE INGENIERÍA - CONSULTARÍA.



TESIS : EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO MECANICAS DEL LADRILLO ARTESANAL DE ARCILLA INCORPORANDO LODO DE LA PTAR LA CHILLA - JULIACA, 2021
MUESTR : LADRILLO ARTESANAL SOLIDO TECN. RESPONS. : PERSONAL LABORATORIO
TESISTAS : MANUEL QUISPE APAZA ING. RESPONS. : ALFREDO ALARCON A
ASUNTO : RESISTENCIA A FLEXION DE UNIDADES DE AL FECHA : 25/02/2022

RESISTENCIA A LA TRACCION POR FLEXION (Ftb)

Muestra	Especimen	Carga de rotura (kg-f)	Distancia entre apoyos (cm)	Ancho (cm)	Altura (cm)	Ftb (kg/cm2)
M-01 (0%)	E-1	198.00	18.00	10.60	6.60	11.58
	E-2	213.00	18.00	10.60	7.00	11.07
	E-3	225.00	18.00	10.50	6.80	12.51
M-02 (5%)	E-1	264.00	18.00	10.70	6.40	16.26
	E-2	235.00	18.00	10.70	6.60	13.61
	E-3	265.00	18.00	10.70	6.60	15.35
M-03 (10%)	E-1	223.00	18.00	10.70	7.00	11.48
	E-2	232.00	18.00	10.70	6.70	13.04
	E-3	214.00	18.00	10.60	6.60	12.51
M-04 (15%)	E-1	134.00	18.00	10.50	6.80	7.45
	E-2	152.00	18.00	10.70	6.70	8.54
	E-3	142.00	18.00	10.60	6.60	8.30
M-05 (20%)	E-1	115.00	18.00	10.70	6.40	7.08
	E-2	121.00	18.00	10.50	6.70	6.93
	E-3	109.00	18.00	10.60	6.50	6.57

NOTA: Las muestras fueron colocadas por el solicitante en el laboratorio

GEOTECNIA PUNO EIRL.
Ingeniería de Pavimentos, Estructuras, Construcción y Construcción
ALFREDO ALARCON ATAHUACHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CH: 81732

JR. TIAHUANACO H 17 URBANIZACION RESIDENCIAL KOLLASUYO I ETAPA - JULIACA
alfredalarcon2@hotmail.com / Cel. 979000744

ANEXO 8: Certificado de calibración del equipo

LABORATORIO DE METROLOGÍA



AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Expediente S-0167-2021
Solicitante GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.
Dirección JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
Equipo de Medición BALANZA NO AUTOMÁTICA
Marca OHAUS
Modelo R21PE30ZH
Serie 8341130557
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Capacidad Máxima 30000 g
División de escala (d) 1 g
División de verificación (e) 10 g
Tipo ELECTRONICA
Ubicación Lab. Masa de AG4 Ingeniería & Metrología S.R.L.
Fecha de Calibración 2021-12-01

Método de Calibración
Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20.9 °C	21.2 °C
Humedad Relativa	55 %	55 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2021-12-02

Luigi Aseño G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

Página 1 de 4

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACION CM-312-2021

Observaciones

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP-003-2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 20 g

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Gula para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 20 Kg	0890-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 10 Kg	0889-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Pesa de 5 Kg	0888-LM-2021
Patrones de referencia de Nacional	Juego de pasas	0932-LM-2021 // 0259-CLM-2021

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	TIENE		

Fecha de Calibración	2021-12-01
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L. Av. Balancourt Mr. C.LI. 31 - Los Olivos De Pro - Los Olivos



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

Página 2 de 4

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-312-2021**

Resultados de la Medición

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 15,000 g			Carga L2= 30,000 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
14,999	0.4	-0.9	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.4	0.1	30,000	0.3	0.2
14,999	0.4	-0.9	29,999	0.3	-0.8
15,000	0.4	0.1	29,999	0.3	-0.8
14,999	0.3	-0.8	29,999	0.4	-0.9
15,000	0.3	0.2	30,000	0.4	0.1
15,000	0.4	0.1	30,000	0.4	0.1
Δ Emáx (g)		1.1	Δ Emáx (g)		1.1
emp (g)		20	emp (g)		30

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.3	0.2						
20	20	0.3	0.2	0.0	20	0.4	0.1	-0.1	10
100	100	0.3	0.2	0.0	100	0.4	0.1	-0.1	10
500	501	0.3	1.2	1.0	500	0.4	0.1	-0.1	10
1,000	1,000	0.4	0.1	-0.1	1,001	0.4	1.1	0.9	10
5,000	5,001	0.4	1.1	0.9	5,000	0.3	0.2	0.0	10
10,000	10,001	0.4	1.1	0.9	10,000	0.3	0.2	0.0	20
15,000	15,000	0.4	0.1	-0.1	15,000	0.3	0.2	0.0	20
20,000	20,000	0.3	0.2	0.0	19,999	0.3	-0.8	-1.0	20
25,000	24,999	0.3	-0.8	-1.0	24,999	0.4	-0.9	-1.1	30
30,000	30,000	0.4	0.1	-0.1	30,000	0.4	0.1	-0.1	30



PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACION DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
CM-312-2021**

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	10	10	0.3	0.2	10,000	9,999	0.4	-0.9	-1.1	20
2		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	
3		10	0.3	0.2		9,999	0.4	-0.9	-1.1	
4		10	0.3	0.2		10,000	0.4	0.1	-0.1	
5		10	0.3	0.2		10,000	0.3	0.2	0.0	

- emp Error Máximo Permitido
- l Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga Incrementada

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 30000 g, División de verificación (e): 10 g y clase de exactitud III, según Norma Metroológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP-003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo	emp
0 g a 5000 g	10 g
5000 g a 20000 g	20 g
20000 g a 30000 g	30 g

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura corregida} = R + 0.0000033067 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0.54794 \text{ g}^2 + 0.00000001439401 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

LABORATORIO DE METROLOGÍA
AG4 INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224 997 045 343 961 739 849 955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com www.ag4ingenieria.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021

Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:

Rangos

Dirección de carga

FABRICANTE

Modelo

Serie

Panel (Modelo // Serie)

Capacidad

Codigo Identificacion

Norma utilizada

Intervalo calibrado

Temperatura de prueba °C

Inspección general

Solicitante

Dirección

Ciudad

PATRON(ES) UTILIZADO(S)

Unidades de medida

FECHA DE CALIBRACION

FECHA DE EMISION

FIRMAS AUTORIZADAS

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

101972.0 kgf

Ascendente

PYS EQUIPOS

STYE-2000

170251

NO INDICA

1000 kN

NO INDICA

ASTM E4; ISO 7500-1

Escala (s) 101 972 kgf

De 10 000 a 100 000 kgf

Inicial 22.6 Final 22.5

La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

GEOTECNIA PUNO E.I.R.L.

JR. TIAHUANACO MZA. H LOTE. 17 RES. COLLASUYO I E -

PUNO

CELDA DE CARGA

Código MF-02 // C-0208

Certif. de calibr. INF-LE 050-20A PUCP

Sistema Internacional de Unidades (SI)

2021/12/01

2021/12/02

Jefe de Metrología
Luigi Asenja

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA Y METROLOGÍA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343

ventasag4ingenieria@gmail.com

www.ag4ingenieria.com

961 739 849

ventas@ag4im.com

955 851 191

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 kN Resolución: 0.10 kN Dirección de la carga: Ascendente
101 972 kgf 10 kgf Factor de conversión: 0.0098 kN/kgf

Indicación de la máquina (F _i)			Indicaciones del instrumento patrón				
%	kN	kgf	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
10	98.07	10 000	97.1	96.9	No aplica	97.9	No aplica
20	196.13	20 000	195.2	195.1	No aplica	196.0	No aplica
30	294.20	30 000	293.7	293.6	No aplica	294.3	No aplica
40	392.27	40 000	392.1	392.0	No aplica	392.7	No aplica
50	490.33	50 000	490.7	490.7	No aplica	491.2	No aplica
60	588.40	60 000	587.8	588.1	No aplica	588.4	No aplica
70	686.46	70 000	685.0	685.1	No aplica	685.4	No aplica
80	784.53	80 000	782.3	782.3	No aplica	782.4	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 1000.00 kN Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina (F _i)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	a (%)
10	98.07	10 000	0.79	0.97	No aplica	No aplica	0.10
20	196.13	20 000	0.36	0.47	No aplica	No aplica	0.05
30	294.20	30 000	0.12	0.25	No aplica	No aplica	0.03
40	392.27	40 000	-0.01	0.18	No aplica	No aplica	0.03
50	490.33	50 000	-0.11	0.11	No aplica	No aplica	0.02
60	588.40	60 000	0.05	0.12	No aplica	No aplica	0.02
70	686.46	70 000	0.19	0.05	No aplica	No aplica	0.01
80	784.53	80 000	0.28	0.02	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0.000	0.000	0.000	No aplica	Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología
Luigi Azenberger

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-154-2021

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETO

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	101972.0	kgf		
Error de exactitud	0.79 %		Error de cero	0
Error de repetibilidad	0.97 %		Error por accesorios	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

ESCALA 101 972 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo

utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

OBSERVACIONES .

1. Los cartes de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

FIRMAS AUTORIZADAS


Jefe de Metrología
Luigi Aserio



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

ANEXO 10 Pantallazo del Turnitin

Feedback Studio - Brave
ev.turnitin.com/app/carta/en_us/?u=1130027235&o=1793712692&s=&lang=en_us&student_user=1

Quispe A. Manuel Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las Propiedades Físico Mecánicas del Ladrillo Artesanal de Arcilla Incorporando Lodo de la PTAR La Chilla - Juliaca, 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Br. Quispe Apaza, Manuel (<https://orcid.org/0000-0002-9798-7926>)

Match Overview
23%

Source	Similarity
1. reporto de ensayo...	17%
2. ...	2%
3. Submitted to Univers...	1%
4. reporto de ensayo...	<1%
5. ...	<1%
6. reporto de ensayo...	<1%
7. Submitted to Univers...	<1%
8. Submitted to Univers...	<1%
9. reporto de ensayo...	<1%
10. ...	<1%
11. ...	<1%
12. reporto de ensayo...	<1%
13. ...	<1%
14. reporto de ensayo...	<1%
15. reporto de ensayo...	<1%
16. Submitted to Univers...	<1%
17. ...	<1%
18. reporto de ensayo...	<1%
19. ...	<1%
20. Submitted to Univers...	<1%

ARCHIVO TURNITL...pdf

Mostrar todo

19:09
03/04/2022