

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS
DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE
FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN
PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Haruo Jose Diaz Rosales

Michael Jonathan Valera Vasquez

Asesor:

Ing. Felix Alejandra Velásquez Huayta

<https://orcid.org/0000-0002-5247-4190>

Cajamarca – Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	98703
Presidente(a)	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

Jurado 2	HECTOR ARTURO CUADROSROJAS	219817
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

Jurado 3	MARIO RENE CARRANZA LIZA	65922
	Nombre y Apellidos	Nro. Colegiatura o DNI

INFORME DE SIMILITUD

Informe final Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado con todo cariño a nuestros padres, hermanos y amigos que siempre nos acompañan y animan a seguir adelante en los momentos más difíciles. Por eso, nuestro trabajo va dedicado en forma de homenaje por su paciencia compañía y buenos deseos.

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa maravillosa de nuestra vida, nos gustaría expresar nuestros más sinceros agradecimientos, a quienes hicieron posible este sueño, aquellos que fueron inspiración, apoyo y fortaleza; a Dios, nuestros padres, hermanos, amigos por demostrarnos que el verdadero amor no es más que un deseo inevitable de ayudar al prójimo a superarse.

Nuestra gratitud a la Universidad Privada de Norte, a nuestros docentes y asesor quienes con su apoyo y enseñanza forman la base de nuestra vida profesional.

¡Infinitas gracias!

TABLA DE CONTENIDO

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	9
ÍNDICE DE ECUACIONES	13
RESUMEN	14
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad Problemática.....	15
1.2. Formulación del Problema	22
1.3. Objetivos	23
1.4. Hipótesis.....	24
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	25
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	54
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	80
CAPÍTULO V: REFERENCIAS.....	90
CAPÍTULO VI: ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Clase de unidades para fines estructurales</i>	20
Tabla 2 <i>Población total de ladrillos</i>	26
Tabla 3 <i>Muestra de ladrillos por ensayos</i>	26
Tabla 4 <i>Requerimientos de granulometría para agregado fino</i>	27
Tabla 5 <i>Requisitos granulométricos del agregado grueso</i>	28
Tabla 6 <i>Composición física del bagazo de caña</i>	28
Tabla 7 <i>Propiedades de la fibra de bagazo de caña</i>	29
Tabla 8 <i>Propiedades de la fibra de polipropileno</i>	29
Tabla 9 <i>Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos</i>	30
Tabla 10 <i>Peso de las fibras de cada porcentaje respecto al agregado grueso</i>	42
Tabla 11 <i>Peso de los materiales para cada porcentaje de ladrillo tipo IV</i>	42
Tabla 12 <i>Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión</i>	51
Tabla 13 <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	54
Tabla 14 <i>Contenido de humedad del agregado grueso</i>	54
Tabla 15 <i>Análisis granulométrico del agregado fino muestra 1</i>	54
Tabla 16 <i>Análisis granulométrico del agregado fino muestra 2</i>	56
Tabla 17 <i>Modulo de finura del agregado fino</i>	56
Tabla 18 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso muestra 1</i>	56
Tabla 19 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso muestra 2</i>	57
Tabla 20 <i>Peso unitario del agregado grueso</i>	57
Tabla 21 <i>Tamaño del agregado grueso</i>	58
Tabla 22 <i>Gravedad específica y absorción de agregados finos</i>	58
Tabla 23 <i>Peso específico y absorción de agregados gruesos</i>	59
Tabla 24 <i>Resistencia a la compresión promedio</i>	60
Tabla 25 <i>Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto</i>	61
Tabla 26 <i>Volumen unitario del agua por m³</i>	61
Tabla 27 <i>Contenido de aire atrapado</i>	61
Tabla 28 <i>Relación agua/cemento por resistencia del concreto</i>	62
Tabla 29 <i>Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto</i>	62

Tabla 30 Resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs el ladrillo patrón	68
Tabla 31 Resistencia a compresión de pilas de albañilería corregido.....	70
Tabla 32 Resistencia a compresión de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs al ladrillo patrón	71
Tabla 33 Módulo de Young de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña, polipropileno y ladrillo patrón	72
Tabla 34 Módulo de Young de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs el ladrillo patrón	73
Tabla 35 Resistencia a compresión de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la resistencia a compresión de las unidades de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido.....	75
Tabla 36 Resistencia a compresión de las pilas de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la resistencia a compresión de las pilas de ladrillo de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido.....	76
Tabla 37 Módulo de Young de las pilas de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs el módulo de Young de las pilas de ladrillo de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Diseño de la investigación</i>	25
Figura 2 <i>Etapas del desarrollo de la investigación</i>	31
Figura 3 <i>Detalle de la geometría de los ladrillos de concreto</i>	42
Figura 4 <i>Esquema de ensayo a compresión</i>	45
Figura 5 <i>Variación del f_b del ladrillo patrón vs el f_b de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo de caña y polipropileno</i>	69
Figura 6 <i>Variación del f_m del ladrillo patrón vs el f_m de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno</i>	72
Figura 7 <i>Variación del módulo Young de ladrillo patrón vs el módulo Young de los ladrillos con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno</i>	74
Figura 8 <i>Variación del f_b del ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la f_b de las unidades de albañilería con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno</i>	75
Figura 9 <i>Variación del f_m del ladrillo tipo IV de la norma E.070 vs el f_m de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno</i>	77
Figura 10 <i>Variación del módulo Young de ladrillo tipo IV de la norma E.070 vs el módulo Young de los ladrillos con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno</i>	78
Figura 11 <i>Porcentaje de variación de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos de concreto patrón vs los ladrillos con la adición de fibra de bagazo y polipropileno</i>	79
Figura 12 <i>Porcentaje de variación de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos tipo IV vs los ladrillos con la adición de fibras</i>	79
Figura 13 <i>Ensayo de contenido de humedad de agregados – peso húmedo</i>	93
Figura 14 <i>Ensayo contenido de humedad de agregados - muestra en el horno</i>	93
Figura 15 <i>Ensayo contenido de humedad de agregados - muestra seca</i>	94
Figura 16 <i>Ensayo de granulometría de agregados. - muestra inicial</i>	94
Figura 17 <i>Ensayo de granulometría de agregados. - tamizado</i>	95
Figura 18 <i>Ensayo de granulometría de agregados. - peso retenido en tamiz</i>	95
Figura 19 <i>Ensayo de P.E. A.F. - Material extendido saturado</i>	96
Figura 20 <i>Ensayo de P.E. A.F. - Muestra SSS</i>	96
Figura 21 <i>Ensayo P.E. A.F. - Fiola con muestra de 500gr</i>	97
Figura 22 <i>Ensayo P.E. A.F - muestra recuperada de la fiola</i>	97
Figura 23 <i>Ensayo P.E. A.F. - secado de muestra recuperada y decantada de la fiola</i>	98
Figura 24 <i>Ensayo P.E. A.F. - Muestra seca</i>	98

Figura 25 Ensayo de P.E. A.G. - Limpieza de material saturado.....	99
Figura 26 Ensayo de P.E. A.G. - material expuesto en una superficie plana.....	99
Figura 27 Ensayo de P.E. A.G. - Muestra SSS.....	100
Figura 28 Ensayo de P.E. A.G. - Muestra SSS en la cesta de malla de alambre.....	100
Figura 29 Ensayo P.E. A.G. - Peso de muestra sumergida	101
Figura 30 Secado de muestra recuperada y decantada	101
Figura 31 Ensayo de peso unitario compactado - Secado de la muestra a temperatura constante	102
Figura 32 Ensayo de peso unitario compactado - Compactado de muestra	102
Figura 33 Ensayo de peso unitario compactado - registro de la muestra compactada	103
Figura 34 Bagazo de caña en estado natural.....	103
Figura 35 Detalle de la compra de la fibra de polipropileno	104
Figura 36 Trituradora.....	104
Figura 37 Triturado de bagazo de caña.....	105
Figura 38 Preparado de fibra de bagazo de caña con 13-70mm de largo y espesor de 0.25 – 1.5mm.....	105
Figura 39 Tanda de materiales para cada porcentaje de fibra	106
Figura 40 Preparado de la mezcla para cada porcentaje de fibra.....	106
Figura 41 Adición de fibra de bagazo de caña a la mezcla	107
Figura 42 Adición de fibra de polipropileno a la mezcla	107
Figura 43 Ensayo de consistencia de la mezcla - slump.....	108
Figura 44 Medida del asentamiento de la mezcla.....	108
Figura 45 Preparado de ladrillo	109
Figura 46 Vibrado de ladrillo	109
Figura 47 Moldeado de ladrillo	110
Figura 48 Evidencia de asesoramiento de tesis.	110
Figura 49 Total de ladrillos moldeados	111
Figura 50 Curado de ladrillos.....	111
Figura 51 Tanda de materiales para elaboración del mortero para pilas	112
Figura 52 Preparado de mortero	112
Figura 53 Armado de pilas.....	113

Figura 54 <i>Culmino de pilas</i>	113
Figura 55 <i>Refrendado de unidades de albañilería</i>	114
Figura 56 <i>Refrendado de pilas de albañilería</i>	114
Figura 57 <i>Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería</i>	115
Figura 58 <i>Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería</i>	115
Figura 59 <i>Protocolo de ensayo contenido de humedad de agregados fino</i>	116
Figura 60 <i>Protocolo ensayo contenido de humedad de agregados gruesos</i>	117
Figura 61 <i>Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado fino 1</i>	118
Figura 62 <i>Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado fino 2</i>	119
Figura 63 <i>Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado grueso 1</i>	120
Figura 64 <i>Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregados gruesos 2</i>	121
Figura 65 <i>Protocolo de ensayo de peso unitario de agregado grueso</i>	122
Figura 66 <i>Protocolo de ensayo de peso específico y absorción de agregados finos</i>	123
Figura 67 <i>Protocolos de ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos</i>	124
Figura 68 <i>Protocolo ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería</i>	125
Figura 69 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P S/F</i>	126
Figura 70 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P S/F</i>	127
Figura 71 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P S/F</i>	128
Figura 72 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 0.5%</i>	129
Figura 73 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 0.5%</i>	130
Figura 74 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 0.5%</i>	131
Figura 75 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 1.5%</i>	132
Figura 76 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 1.5%</i>	133
Figura 77 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 1.5%</i>	134

Figura 78 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 2.5%</i>	135
Figura 79 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 2.5%</i>	136
Figura 80 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 2.5%</i>	137
Figura 81 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 0.5%</i>	138
Figura 82 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 0.5%</i>	139
Figura 83 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 0.5%</i>	140
Figura 84 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 1.5%</i>	141
Figura 85 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 1.5%</i>	142
Figura 86 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 1.5%</i>	143
Figura 87 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 2.5%</i>	144
Figura 88 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 2.5%</i>	145
Figura 89 <i>Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 2.5%</i>	146

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1): Modulo de finura.....	48
Ecuación (2): Contenido de humedad.....	48
Ecuación (3): Peso Específico de Masa.....	48
Ecuación (4): Peso Específico SSS.....	48
Ecuación: (5): Peso Específico Aparente.....	48
Ecuación (6): Absorción.....	48
Ecuación (7): Peso unitario.....	49
Ecuación (8): Esfuerzo de compresión del área neta.....	50
Ecuación (9): Esfuerzo de compresión del área bruta.....	50
Ecuación (10): Módulo de elasticidad.....	51
Ecuación (11): Deformación unitaria.....	51
Ecuación (12): Factor cemento.....	62
Ecuación (13): Peso del agregado grueso seco.....	63
Ecuación (14): Volumen absoluto del cemento.....	63
Ecuación (15): Volumen absoluto del agua.....	63
Ecuación (16): Volumen absoluto del cemento.....	64
Ecuación (17): Volumen absolutos de agregado fino.....	64
Ecuación (18): Peso del agregado fino en estado seco.....	64
Ecuación (19): Peso húmedo del agregado fino.....	65
Ecuación (20): Peso húmedo del agregado grueso.....	65
Ecuación (21): Humedad superficial del agregado fino.....	65
Ecuación (22): Humedad superficial del agregado grueso.....	65
Ecuación (23): Aporte de humedad del agregado fino.....	65
Ecuación (24): Aporte de humedad del agregado grueso.....	66
Ecuación (25): Agua efectiva.....	66
Ecuación (26): Relación agua cemento de diseño.....	67
Ecuación (27): Relación agua cemento efectiva.....	67

RESUMEN

En la presente investigación se estimó el comportamiento mecánico a compresión de un ladrillo de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% respecto al agregado grueso. En primer lugar, se realizó los ensayos a los agregados grueso y fino para realizar el diseño de un ladrillo tipo IV. Se realizaron los ensayos de resistencia a compresión de unidades de albañilería ($f^{\prime}b$) y resistencia a compresión de pilas de albañilería ($f^{\prime}m$) con la adición de fibras de bagazo de caña (FBC) y polipropileno (FPP) comparando los resultados con el ladrillo patrón y el ladrillo tipo IV de la norma de albañilería e 0.70. Los resultados de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos con adición de fibras en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% vs el ladrillo patrón fueron, una disminución al añadir 2.5%FBC, obteniendo un $f^{\prime}b_{\min}=50.62 \text{ kg/cm}^2$, $f^{\prime}m_{\min}=27.45 \text{ kg/cm}^2$ y $Em_{\min}=35516.34 \text{ kg/cm}^2$ y un aumento al añadir 1.5%FBC, logrando un $Em_{\max}=91236.18 \text{ kg/cm}^2$; también se obtuvo una disminución al añadir 0.5%FPP, logrando un $f^{\prime}b_{\min}=165.96 \text{ kg/cm}^2$ y un aumento al añadir el 1.5%FPP, logrando un $f^{\prime}b_{\max}=201.85 \text{ kg/cm}^2$ y $f^{\prime}m_{\max}=116.99 \text{ kg/cm}^2$ y un aumento al añadir el 2.5%FPP, logrando un $Em_{\max}=119996.49 \text{ kg/cm}^2$. Los resultados de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos con adición de fibras en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% vs un ladrillo tipo IV de la norma e. 070 fueron, una disminución al añadir 2.5%FBC, logrando un $f^{\prime}b_{\min}=50.62 \text{ kg/cm}^2$ $f^{\prime}m_{\min}=27.45 \text{ kg/cm}^2$ y $Em_{\min}=35516.34 \text{ kg/cm}^2$ y un aumento al añadir 1.5%FBC, logrando un $Em_{\max}=91236.18 \text{ kg/cm}^2$; un aumento al añadir 1.5%FPP, logrando un $f^{\prime}b_{\max}=201.85 \text{ kg/cm}^2$ y $f^{\prime}m_{\max}=116.99 \text{ kg/cm}$ y un aumento al añadir 2.5%FPP, logrando un $Em_{\max}=119996.49 \text{ kg/cm}^2$

Palabras clave: fibra, bagazo de caña, polipropileno, módulo de Young, compresión, pilas, ladrillo de concreto.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática.

Como resultado del desarrollo sostenible y la posibilidad de utilizar materiales alternativos de construcción, que permitan reducir la extracción y uso de materiales convencionales, se presenta la necesidad de continuar investigando este campo, no solamente para reducir costos, sino también, para brindar seguridad en cuanto a sus propiedades mecánicas que ayudan a prever el comportamiento de las edificaciones de acuerdo con el sistema estructural ante fuerzas estáticas y dinámicas (Saraz et al., 2007)

En países como Perú, Chile, México, Indonesia, Colombia, etc. existe una práctica bien establecida y fomentada de la construcción de edificaciones con el sistema estructural de albañilería confinada donde los muros compuestos por piezas naturales o artificiales, generalmente prismáticas, unidas por algún aglutinante o mortero se encargan de soportar las solicitaciones de la estructura (Parammal & Ayala, 2021) de acuerdo con el estudio de Ocola (2005) al juzgar la resistencia de las viviendas en Perú la severidad de sacudimiento a partir de la naturaleza y calidad de los muros y paredes, de un universo de 5'858,149 viviendas 46.67% son viviendas con paredes de ladrillo o bloquetas de cemento o sillar con mortero de cemento o similar, de una concentración importante en la sierra norte, principalmente en Cajamarca. Este primer grupo de viviendas son las más resistentes, a diferencia del 40.68% de viviendas de adobe o tapial y el 12.65% de viviendas de quincha, madera o estera. Sin embargo, Parammal & Ayala (2021) sostiene que a pesar de ser un sistema muy utilizado y que mejor se comporta a eventos sísmicos, su rendimiento estructural se ve comprometido, ya que las edificaciones suelen construirse mediante la autoconstrucción, con falta de ingeniería y control de calidad de las

fábricas de ladrillo, reportándose daños a través de los años en edificios construidos con dicho sistema

Debido a la interacción de la placa de litósfera oceánica de Nazca al descender bajo el placa continental, Perú es un país de recurrente actividad sísmica Silgado (1978), asimismo, de acuerdo con el mapa de peligro sísmico probabilístico de aceleraciones máximas para una probabilidad de excedencia del 10% en 50 años, se encuentran aceleraciones a lo largo de la costa central y sur del país de 0.5-0.7 g; en la costa norte 0.4-0.5 g de aceleración, además, Cajamarca presenta aceleraciones alrededor de los 0.35 g, siendo los valores más altos de peligrosidad sísmica en el Perú (Ocola, 2005) que frecuentemente han traído consecuencias donde las estructuras han llegado a fallar.

Para mejorar el rendimiento estructural de las edificaciones, derivado de los avances tecnológicos, consecuencias sísmicas y las exigencias de la sociedad, se ha dado un creciente interés por el uso de fibras naturales y sintéticas en la fabricación de ladrillos, con el objetivo de mejorar sus propiedades mecánicas a compresión (Parammal & Ayala 2021). Por ejemplo, Saraz et al., (2007) señalan que el bagazo de caña de azúcar presenta características morfológicas y propiedades físico-mecánicas que lo convierten en un material adecuado para su uso como refuerzo de fibras en el concreto. Además, Pangestuti et al., (2021) indican que las fibras de polipropileno, gracias a su baja densidad y su capacidad de no absorber agua, no alteran significativamente las propiedades físicas del concreto, pero sí logran mejorar sus propiedades mecánicas en comparación con el concreto convencional.

La extracción de materiales y la fabricación de productos de construcción consumen enormes cantidades de energía que generan entre el 5 y el 12% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero GEI. Uno los productos agroindustriales más utilizados con la finalidad de

generar un desarrollo sostenible en la fabricación de una amplia variedad de productos de construcción de base biológica como el cemento, hormigón y ladrillos, es el bagazo de caña de azúcar (Duque et al., 2022) ya que ayuda a una adecuada disposición del residuo agroindustrial que en ocasiones altera los diferentes medios abióticos, bióticos y socioeconómicos, derivados principalmente de su combustión (Vargas & Pérez, 2018), por otro lado, la fibra de polipropileno puede potenciar la vida útil del ladrillo, es económico y sostenible, puesto que se puede obtener del reciclaje de polipropileno, con un retorno en su producción de hasta el 20% (Blanco & Martínez, 2022) siendo ambas fibras buenas alternativas para el refuerzo del ladrillo de concreto.

La provincia de Celendín, ubicada en el departamento de Cajamarca, se caracteriza por la fabricación artesanal de ladrillos de concreto armado para usarlos en muros confinados. A pesar de su distribución masiva, estas unidades carecen de información estructural básica acerca las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos de concreto y la mayoría de los diseños no cumplen con los requisitos mínimos establecidos. Asimismo, los fabricantes muestran una actitud de reserva hacia la adopción de nuevos materiales, como las fibras naturales o sintéticas, en el proceso de fabricación de los ladrillos (Aguirre, 2004). Este, desconocimiento y falta de interés por parte de los fabricantes para tratar el comportamiento mecánico a compresión de nuevas unidades de albañilería de concreto armado con la adición de fibras, conlleva a la distribución de ladrillos de concreto tradicionales con la incertidumbre de su adecuado funcionamiento estructural, aislando a los usuarios de la posibilidad de contar con nuevos y mejoradas unidades, repercutiendo en la calidad estructural de las edificaciones construidas con el sistema de albañilería confinada, haciéndolas vulnerables a eventuales sismos.

La disponibilidad de bagazo de caña como residuo de la producción de productos locales, junto con la posibilidad de obtener fibra de polipropileno de tiendas de materiales de

construcción, facilita la oportunidad para mejorar las propiedades mecánicas y estructurales de los muros de albañilería confinada en Celendín. Aunque la investigación se ha realizado en la provincia de Celendín región de Cajamarca, los materiales utilizados son fácilmente accesibles en todo el Perú. Por lo tanto, los resultados obtenidos en este estudio pueden ser aplicables en otras regiones, ampliando así el conocimiento sobre el comportamiento mecánico de los ladrillos de concreto con fibras en distintos porcentajes.

Este estudio busca abordar la falta de conocimiento sobre el comportamiento mecánico a compresión de los ladrillos de concreto macizo de las ladrilleras y los usuarios junto con la posibilidad de utilizar materiales alternativos en su elaboración. Mediante la incorporación de la fibra natural de bagazo de caña y fibra sintética de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% al comparar el comportamiento mecánico a compresión de los ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras vs si la adición de estas, con el objetivo de proporcionar información confiable y respaldada por la investigación científica, que permita mejorar la calidad y seguridad de las edificaciones construidas con el sistema de albañilería confinada en las regiones del Perú que cuenten con los materiales necesarios, generando además desarrollo sostenible, al disminuir la emisión de GEI.

Huatay (2018) en su investigación realizada en Cajamarca - Perú, determino la resistencia a la compresión del concreto $f^c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0%, 2.5) de reemplazo de fibra de bagazo de caña de azúcar por peso del agregado grueso, retenida en el tamiz N° 4. evaluados en periodos de curado de 7, 14 y 28 días; determinándose que a los 7 días de curado la resistencia alcanzada fue de 139.14 kg/cm² con 0% de FBC, 147.65 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 70.34 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 26.65 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC; a los 14 días de curado la resistencia alcanzada fue 190.16 kg/cm²

con 0% de FBC, 203.72 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 140.12 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 47.90 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC y a los 28 días de curado la resistencia alcanzada fue de 212.56 kg/cm² con 0% de FBC, 230.28 kg/cm² al reemplazar 0.5% de FBC; 153.75 kg/cm² al reemplazar 1.0% de FBC y 52.86 kg/cm² al reemplazar 2.5 % de FBC. Finalmente se concluye que la resistencia a la compresión axial respecto al concreto patrón de los ensayos realizados a los 28 días de curado aumenta con la utilización de 0.5% de FBC en 17.72 kg/cm², con la utilización de 1.0% de FBC disminuye en 59.06 kg/cm², con la utilización de 2.5% disminuye de FBC en 159.7 kg/cm², evidenciándose que aumentó en un 8.3% con la adición de 0.5% de FBC y disminuye en 27.67% y 75.13% con adición de 1.0% y 2.5% respectivamente.

Pangestuti et al., (2021) elaboraron un estudio en Semarang – Indonesia para ver el “El efecto de la adición de fibra de polipropileno a las propiedades mecánicas del hormigón.” Con el objetivo de determinar la relación entre las adiciones de fibras de polipropileno y el desempeño del concreto. El desempeño del concreto que observaron fue resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y absorción de agua. En la investigación añadieron fibra de Polipropileno (PP) con una longitud de 12 mm. La resistencia a la compresión de las probetas de hormigón fue de 20 MPa con la variedad de fibra utilizada de 0,5 kg/m³; 1kg/m³; y 1,5 kg/m³. La prueba se realizó en 36 especímenes en forma de cilindros y cubos. Los ensayos fueron resistencia a la compresión, resistencia a la tracción dividida y absorción de agua a la edad de 28 días. El mayor valor de la resistencia a la compresión del fibrocemento fue la cantidad de fibra de Polipropileno 1 kg/m³, o sea 2,92 MPa, aumento del 6,92% de la resistencia a la compresión del hormigón sin fibra adicional. El valor más alto para la resistencia a la tracción dividida en la cantidad de fibra de polipropileno 1 kg/m³ fue de 2,34 MPa o un aumento del 21 % del valor de resistencia a la

tracción del hormigón sin fibra adicional. Mientras tanto, la capacidad de absorción de agua más baja del hormigón es la adición de 1,5 kg/m³ de fibra, que es 2,366% o a disminuido en un 64% del hormigón sin fibra.

Mendoza & Aire (2011) en su estudio realizado en la ciudad de México, estudiaron el efecto sobre la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del concreto mediante el uso de la fibra de polipropileno (PP) con una longitud de 12mm añadiendo la fibra en proporciones 1 kg/m³; 3 kg/m³; y 5 kg/m³. La prueba se realizó en 36 especímenes en forma de cilindros y cubos, los cuales fueron ensayados a 28 días, donde módulo de Young del concreto sin adición de fibra fue de 241986 kg/cm² mientras que para la adición de fibras fue 233255 kg/cm², 248975 kg/cm² y 247108 kg/cm² para respectivamente, disminuyendo el módulo de Young en - 3.61% al añadir 1 kg/m³ de fibra y aumentando el módulo de Young en 2.89% y 2.12% para el 3 kg/m³; y 5 kg/m³ de fibra añadida.

Para comprender lo expuesto se realizará la definición de los siguientes términos:

Unidad de Albañilería: de acuerdo con la norma e.070 albañilería (2020) las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.

Tabla 1

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_c mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

⁽¹⁾ Bloque usado en la construcción de muros portantes
⁽²⁾ Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Clase de unidades para fines estructurales

Nota: Se muestra *Clase de unidades para fines estructurales. Tomado de la norma e.070 albañilería (2020)*

Comportamiento de los muros de albañilería: Los muros de albañilería están compuestos por unidades de mampostería y mortero, que actúa de manera no es elástica, ni homogéneo, ni anisótropo. El comportamiento mecánico de la mampostería de ladrillo depende de cómo se comportan los materiales que lo componen, es decir, el ladrillo y el mortero. (Sadegh et al., 2013)

Albañilería confinada: de acuerdo con la norma e.070 albañilería (2020) Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considerará como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel.

Fibra de bagazo de caña: Se obtiene a partir de la trituración del bagazo de caña de azúcar obtenido de la extracción del jugo de la caña de azúcar (Pandey et al., 2000)

Fibra de polipropileno: Material compuesto 100% virgen en forma de monofilamentos, consistente en fibras continuas y discontinuas de polipropileno ensambladas en una matriz plástica. Son fibras de acero trefilado para reforzamiento del concreto usado en elementos de concreto pre-fabricado, para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado (Polybibers, 2023)

Macro-fibras: Trabajan estructuralmente en los elementos y se ubican aleatoriamente en cualquier dirección, aumenta al material la resistencia de carga posterior a la primera fisura, la longitud varía de 20 mm a 60 mm pueden ser metálicas, sintéticas o naturales (Espinoza, 2015)

Micro-fibras: En cuanto a las microfibras, según su aporte se da a nivel superficial, generalmente son fibras sintéticas que minimizan el efecto de segregación de la mezcla y

previenen la contracción plástica del elemento. Los mejores resultados se obtienen con longitudes entre los 12 mm y 75 mm (Espinoza, 2015)

Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería: Es la relación entre la carga de compresión máxima y el área del espécimen. (NTP 339.604 – 2015)

Resistencia a la compresión de pilas de albañilería: Es la relación entre la carga de compresión máxima y el área del espécimen multiplicado por un fc. (NTP 339.605 – 2013)

Módulo de elasticidad: Es la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria (Bartolomé et al., 2022)

1.2. Formulación del Problema

Problema General

- ¿Cuál es el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%?

Problemas específicos

- ¿Cuál es la resistencia a compresión de las unidades de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%?
- ¿Cuál es la resistencia a compresión de pilas de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%?
- ¿Cuál es el módulo de Young de los ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%?

- ¿Qué diferencias hay en el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% y el ladrillo tipo IV de la norma técnica peruana E.070 de albañilería?

1.3. Objetivos

Objetivo General

- Determinar el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Objetivos Específicos

- Determinar la resistencia a compresión de las unidades de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%
- Determinar la resistencia a compresión de pilas de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%
- Determinar el módulo de Young de los ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%
- Determinar las diferencias que hay en el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% y el ladrillo tipo IV de la norma técnica peruana E.070 de albañilería

1.4. Hipótesis

- El comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% incrementa más del 10% respecto al ladrillo patrón.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

Diseño de la Investigación

La presente investigación es de tipo cuasi experimental debido a que cambian intencionalmente una variable independiente para determinar su efecto sobre varias variables dependientes, se trata de diseños de grupos funcionales y establecidos más que de grupos aleatorios, por lo que su validez interna es baja por falta de control sobre las variables. Presenta un enfoque cuantitativo porque representa un conjunto de procesos, es estable y está basado en la evidencia, también, refleja la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o preguntas de investigación. Es de alcance correlacional ya que tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular (Hernández et. al 2014)

Figura 1

Diseño de la investigación



Nota: El esquema presenta el diseño de la presente investigación. Tomado de *Metodología de la investigación* (p.127), por Hernandes et. al 2014

Materiales, instrumentos y métodos.

Población

En la presente investigación se tomó como población a 154 ladrillos elaborados con diferentes porcentajes de fibras natural de bagazo de caña de azúcar y fibra sintética de polipropileno cuyas cantidades se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Población total de ladrillos

	Fibra de Bagazo de caña			Fibra de polipropileno			Ladrillos sin fibra
	0.50 %	1.50 %	2.50 %	0.50 %	1.50 %	2.50 %	0%
Porcentaje	0.50 %	1.50 %	2.50 %	0.50 %	1.50 %	2.50 %	0%
Ladrillos por porcentaje	22	22	22	22	22	22	22
TOTAL	154						

Muestra

Se tomó como muestra las unidades representativas del porcentaje de fibra al cual pertenece, considerando el rango completo de colores, texturas y tamaños, libres de impurezas limo u otros materiales no asociados al proceso de fabricación, El tipo de muestro realizado es no probabilística de juicio lo cual significa que los ladrillos fueron seleccionados siguiendo el criterio del investigador, basándose en su conocimiento de la población objetivo (Arrianza M, p.21, 2006)

Tabla 3

Muestra de ladrillos por ensayos.

Ensayos	Fibra de bagazo de caña de azúcar			Fibra de polipropileno			Sin fibra
	0.50%	1.50%	2.50%	0.50%	1.50%	2.50%	0%
Resistencia a compresión de unidades NTP 339.604 - 2015	3	3	3	3	3	3	3

Resistencia a compresión de pilas de albañilería NTP 339.605 - 2013	9	9	9	9	9	9	9
TOTAL	12	12	12	12	12	12	12

Materiales.

El ladrillo de concreto artesanal se elaboró utilizando materiales de arena, piedra, cemento, agua, fibras de bagazo de caña y polipropileno según sea el caso, estos materiales cumplieron con los criterios establecidos en las normas ASTM C33 - 2003 y/o NTP 400.037 - 2018.

La arena, cumplió con el tamizado graduado dentro de los límites de la tabla de “requerimientos de granulometría para agregado fino” de la Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP, 2018)

Tabla 4
Requerimientos de granulometría para agregado fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (N° 4)	95-100
2.36 mm (N° 8)	80-100
1.18 mm (N°16)	50-85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N°50)	5-30
150 µm (N°100)	0-10
75 µm (N°200)	0-3.0 ^{AB}

Nota: Se muestra los porcentajes que debe pasar en cada malla de agregado fino. Tomado de la Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP, 2018)

El agregado fino no deberá tener más del 45% pasando algún tamiz y el retenido en el tamiz siguiente consecutivo de ese mostrado en la Tabla 4 y su módulo de fineza no deberá de ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. Además, deberá de estar libre de cantidades perjudiciales de impurezas orgánicas, si presenta un color oscuro diferente de lo normal, deberá ser rechazada Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP, 2018)

El agregado grueso, deberá cumplir con el tamizado de acuerdo con el tamaño máximo nominal dentro de los límites de la tabla de “requerimientos de granulometría para agregado grueso” de la Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP, 2018)

Tabla 5
Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (¾ pulg)	12,5 mm (½ pulg)	9,5 mm (¾ pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (¾ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (¾ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (¾ pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota: Se muestra los porcentajes que debe pasar en cada malla del agregado grueso de acuerdo con el uso. *Tomado de la Norma Técnica Peruana 400.037 (NTP, 2018)*

Características de las fibras de bagazo de caña y polipropileno.

Se describe las propiedades más típicas, del bagazo de caña, que nos servirá como referencia para el beneficio y manejo de este tipo de material.

Tabla 6
Composición física del bagazo de caña

Componente	Porcentaje
Fibra de bagazo	45%
Solidos insolubles	2-3%
Solidos solubles	2-3%
Agua	50%

Nota: Se muestra en porcentajes los componentes de la fibra de bagazo de caña de azúcar. Tomado de Cortez Garcia & Hernández, 2007

Tabla 7

Propiedades de la fibra de bagazo de caña

Especificaciones	Bagazo
Continuo/Disperso	Disperso
Orientación	Aleatoria
Longitud (mm)	26-70
Diámetro promedio (mm)	0.24
Gravedad específica (g/cm ³)	1.25
Absorción de humedad (%)	78.5
Contenido de humedad (%)	12.1
Resistencia ultima (Mpa)	196.4
Módulo de elasticidad (Gpa)	16.9
Resistencia a la adherencia (Mpa)	0.84

Nota: Se muestra las propiedades de la fibra de bagazo de caña de azúcar. Tomado de, Sera E. Robles, Austriaco, & Pama, 1990

Tabla 8

Propiedades de la fibra de polipropileno

Especificaciones	Polipropileno
Material	100% polímero
Color	Gris
Forma	Monofilamento / Paquete trenzado
Cantidad de filamento de fibra	200.000+ piezas/kg
Resistencia a ácidos	Excelente
Gravedad específica	0.91 g/cm ³
Absorción	Hidrofóbico
Magnetismo	No
Resistencia a la tracción	560 - 650 N/mm
Diámetro	0.48-50mm
Longitud	54 mm
Norma	EN 14889-2 Group II and ASTM C1116 Type III, ASTM D7508

Nota: Se muestra las propiedades de la fibra de polipropileno. Tomado de, Polybibers 2023

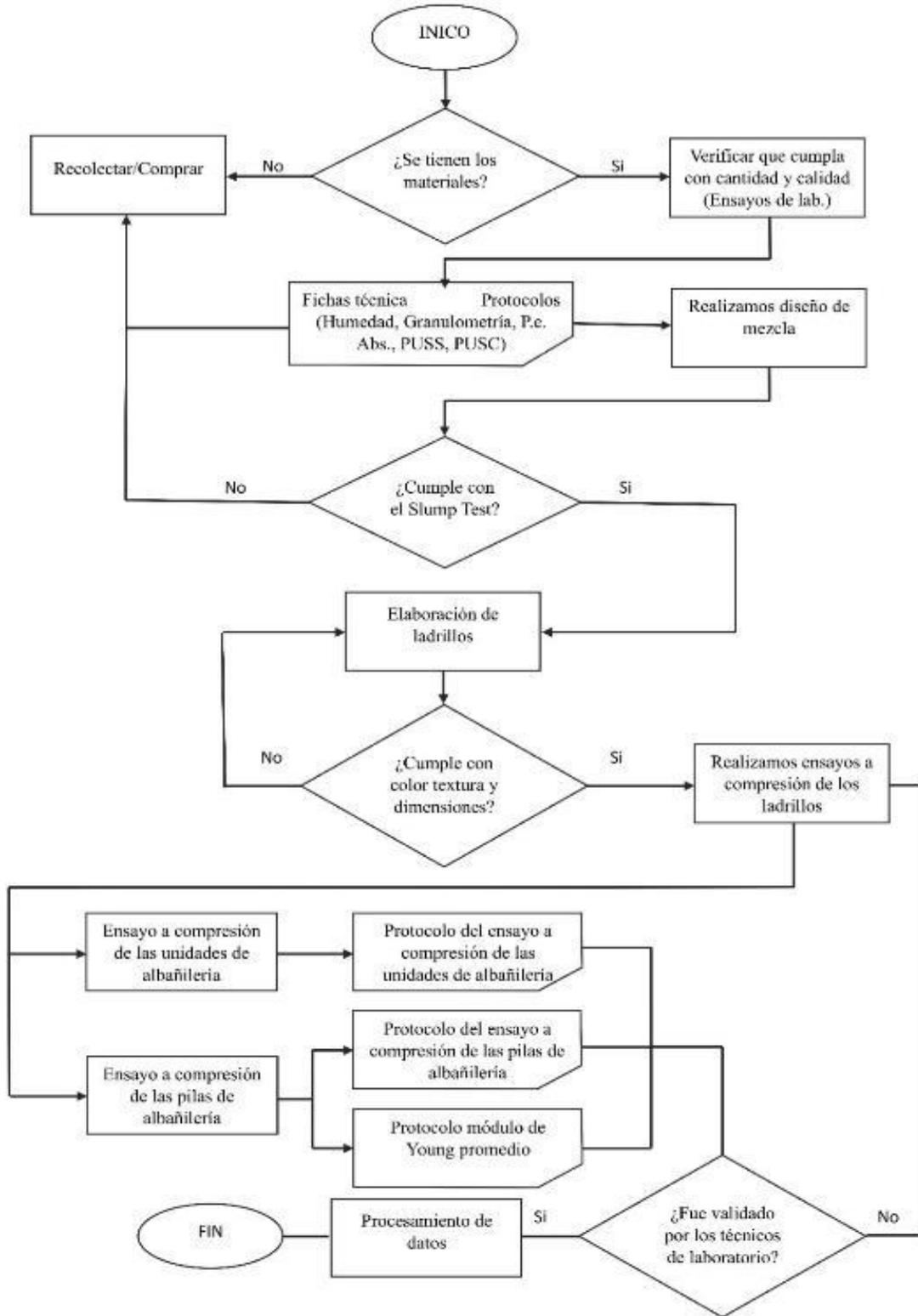
Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Tabla 9

Técnicas e instrumentos de recolección de datos y análisis de datos

Ensayos	Técnica	Recolección de datos	Análisis de datos
		Instrumento	Instrumento
Análisis Granulométrico de Agregado (ASTM C136 / NTP 400.012) Humedad Total Evaporable de Agregados (ASTM C566 / NTP 339.185) Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021) Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128 / NTP 400.022) Peso Unitario del Agregado Grueso y Fino (ASTM C29 / NTP 400.017) Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (NTP 339.604 – 2015) Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería (NTP 339.605 – 2013)	Observación directa	Protocolos de recolección de datos (ver anexo B)	Hojas de cálculo (Excel)

Figura 2
Etapas del desarrollo de la investigación.



Procedimiento de recolección de datos

Se compró el bagazo de caña de azúcar, obtenido como residuos después de la extracción del jugo de caña (guarapo), se dejó secar aproximadamente 2 meses para que el material tenga un bajo porcentaje de humedad, para obtener la fibra de bagazo de caña se llevó a una trituradora obteniendo filamentos de fibras de diversos tamaños y espesores, por lo que se realizó el corte manual y posterior tamizado por la malla N° 8 (2.36mm) para eliminar impurezas y residuos propios del proceso de producción como material fino, y así seleccionar las fibras que se utilizaron para la investigación, las cuales tienen una longitud entre 20mm y 60mm. Al mismo tiempo se compró la fibra sintética de polipropileno de diámetro 0.48mm y longitud de 54mm.

Una vez obtenidas las fibras, se procedió a realizar la compra de los agregados provenientes de las canteras "Alupuy" para el agregado fino y "Ressac" para el agregado grueso, ubicadas en las cercanías del distrito de Celendín. Luego, se llevaron a cabo los ensayos de contenido de humedad, granulometría, peso específico y absorción para obtener sus propiedades y verificar que cumplan con los estándares requeridos. Por último, con los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio se realizó el diseño de mezcla por el método del American Concrete Institute “ACI” para un ladrillo de concreto tipo IV.

Con el diseño de mezcla definido se procedió a elaborar la mezcla para los ladrillos de concreto artesanal sin la adición de fibras (ladrillo patrón) y con la adición de diferentes porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar y fibra de polipropileno 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al agregado grueso, luego fueron curados superficialmente (rociado de agua) por tres días.

Se construyeron pilas de albañilería siguiendo las especificaciones de la norma NTP 339.605 – 2013, 3 pilas sin la adición de fibras (ladrillo patrón) y 3 pilas adicionales para cada

uno de los porcentajes de fibra de bagazo de caña de azúcar y fibra de polipropileno (0.5%, 1.5% y 2.5%) dando un total de 18 pilas. Previamente, todos los ladrillos fueron remojados para reducir la absorción de agua en las juntas de mortero y mejorar la resistencia de la unión entre el ladrillo y el mortero. A continuación, se refrendó cuidadosamente las unidades y pilas para obtener una superficie plana. Posteriormente, se llevaron a cabo el ensayo de resistencia a compresión de las unidades de albañilería y el ensayo de resistencia a compresión de las pilas de albañilería. La proporción del mortero fue seleccionada de acuerdo con la Tabla 4 de la norma e.070 de albañilería para muros portantes tipo P2 con relación cemento arena 1:4.

Al finalizar los ensayos se realizó los cálculos y procesamiento de datos obtenidos en laboratorio mediante estadística descriptiva, finalmente se realizó la discusión de los resultados tomando en consideración los datos de investigaciones previas.

Ensayo de agregados grueso y fino.

Análisis Granulométrico de Agregado (ASTM C136 / NTP 400.012)

Equipos

- Balanza
- Tamices
- Tamizador Mecánico:
- Horno

Materiales

- Muestra (AF+AG)

Procedimiento

- Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante.
Nota: Normalmente, en nuestro medio este tipo de condición se obtiene a las 24 ± 2 horas de haber introducido las muestras en el horno.
- Seleccionar los tamices adecuados de acuerdo con el Huso Granulométrico para el agregado grueso. Deberán apilarse de manera ordenada en forma descendente, colocándole la tapa superior y el recipiente fondo al final de la tanda de tamices.
- Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico (ver aparatado 8.2, 8.3 y 8.4 de la NTP 400.012).
- Una vez concluido el proceso de tamizado, se deberá registrar el peso retenido en cada tamiz de la tanda así como en el fondo. Nota: Tener cuidado en esta operación a fin de evitar la pérdida de material retenido en cada tamiz. Se pueden emplear cepillo de brochas de acero para los tamices gruesos y brochas de cerdas para tamices finos.

Humedad Total Evaporable de Agregados (ASTM C566 / NTP 339.185)

Equipos

- Balanza
- Horno
- Recipiente para la muestra
- Revolvedor

Materiales

- Muestra (La muestra deberá ser obtenida de acuerdo con la NTP 400.010)

Procedimiento

- Pesar la muestra inicial al aire y registrar el peso (W) con una aproximación al 0.1%. Nota: Para fines académicos, se deberá realizar 3 ensayos a fin de obtener un resultado representativo de la humedad total evaporable del agregado.
- Colocar la muestra en un recipiente adecuado que pueda soportar la introducción de dicho envase en la fuente de calor elegida (horno y/o cualquier otra fuente de calor). Si se elige una cocina como fuente de calor, la muestra deberá ser colocada en un recipiente que permita revolverla mientras se produce el secado de la misma.
- La muestra estará seca cuando su peso sea constante al cabo del tiempo necesario en el horno y la pérdida adicional de masa sea menor de 0.1%.
Nota: Normalmente, en nuestro medio este tipo de condición se obtiene a las 24 ± 2 horas de haber introducido las muestras en el horno.
- Dejar enfriar las muestras el tiempo necesario y registrar el peso final (D).

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021)

Equipos

- Balanza
- Cesta con malla de alambre
- Depósito de agua
- Tamices
- Horno

Materiales

- Muestra: La muestra deberá ser obtenida mediante NTP 400.043 / ASTM C 702.

Procedimiento

Preparación de la muestra

- Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante antes de iniciar el ensayo. Dejar secar el tiempo suficiente (recomendado entre 1 a 3 horas). Nota: Normalmente, en nuestro medio este tipo de condición se obtiene a las 24 ± 2 horas de haber introducido las muestras en el horno.
- Cubrir con agua el material seco por espacio de 24 ± 4 horas. Tener en consideración que el agua debe de estar al menos 2 cm por encima de la superficie del agregado grueso.
- Decantar el agua y extender el material sobre una superficie plana (expuesta a una corriente suave de aire). Remover con frecuencia a fin de garantizar un secado uniforme. Nota: En algunas ocasiones, se puede utilizar un paño no absorbente para revolver el material a fin de acelerar el secado y llegar al estado SSS deseado.

Procedimiento de Ensayo

- Pesar la cantidad necesaria de agregado grueso en condición SSS y registrar peso “B”.
- Colocar inmediatamente la muestra de agregado grueso en la cesta de malla de alambre y determinar su peso en el agua, registrar peso “C”. Eliminar el aire atrapado en la muestra con ligeros golpes en la cesta de malla de alambre al momento de sumergirla en agua.
Nota: El agua, donde se sumerja la muestra de agregado grueso en condición SSS,

deberá tener una temperatura ideal de $23^{\circ}\text{C} \pm 1.7^{\circ}\text{C}$ y una densidad de 997 ± 2 kg/m³.

- Recuperar el agregado grueso, decantando el agua con sumo cuidado. Secar la muestra en un horno a temperatura constante. Dejar secar y Registrar peso “A”.

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128 / NTP 400.022)

Equipos

- Balanza
- Frasco
- Molde Cónico
- Barra compactadora
- Horno

Materiales

- Muestra: La muestra deberá ser mediante NTP 400.043 / ASTM C 702.

Procedimiento

Preparación de la muestra

- Se deberá secar el material en el horno a temperatura constante antes de iniciar el ensayo. Nota: Normalmente, en nuestro medio este tipo de condición se obtiene a las 24 ± 2 horas de haber introducido las muestras en el horno.
- Cubrir con agua el material seco por espacio de 24 horas. Tener en consideración que el agua debe de estar al menos 2 cm por encima de la superficie del agregado fino.

- Extender el material sobre una superficie plana (expuesta a una corriente suave de aire) y remover con frecuencia a fin de garantizar un secado uniforme. Nota: En algunas ocasiones, se puede utilizar un paño no absorbente para revolver el material a fin de acelerar el secado y llegar al estado SSS deseado.
- Continuar la operación hasta que los granos de agregado fino no se adhieran marcadamente entre sí.
- Luego colocar el material suficiente en el molde cónico y golpear la superficie 25 veces con la barra de metal; levantar el molde verticalmente y observar: Si el agregado fino mantiene su forma (cónica) es indicativo de que aún hay humedad libre, por lo que se deberá seguir revolviendo y secando el material. Si el agregado fino se desmorona al levantar el molde, se ha logrado conseguir el estado SSS deseado. Si el agregado fino se desmorona al primer intento, es indicativo que ya se ha trasgredido el estado SSS deseado, por lo que deberá adicionarse algunos cm^3 de agua a fin de remezclar el material e iniciar el procedimiento anterior (Pto 5)

Procedimiento de Ensayo

- Introducir en el frasco, 500 ± 10 g de agregado fino en condición SSS y registrar “S”.
- Llenar con agua el frasco hasta aproximadamente la marca de 500 cm^3 . Mover cuidadosamente el frasco con el agua y arena a fin de que los materiales se homogenicen. Eliminar las burbujas mediante rolado del frasco

(proteger con franela o trapo industrial) o mediante una pipeta. Dejar reposar y rellenar hasta la marca de 500 cm³ del frasco. Registrar peso “C”.

- Recuperar el agregado fino, decantando el agua con sumo cuidado. Secar la muestra en un horno a temperatura constante. Dejar secar y Registrar peso “A”. Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a 23,0 °C ± 2,0 °C. Registrar peso “B”.

Peso Unitario del Agregado Grueso y Fino (ASTM C29 / NTP 400.017)

Equipos

- Balanza
- Varilla de apisonado
- Recipiente
- Pala o cucharon

Materiales

- Muestra La muestra deberá ser obtenida mediante NTP 400.043 / ASTM C 702

Procedimiento

Calibración del Recipiente

- Determinar la masa del recipiente y placa de vidrio con una exactitud del 0.05 kg.
- Colocar una capa delgada de grasa sobre el borde del recipiente para prevenir la fuga de agua. Llenar el recipiente con agua a temperatura

ambiente. Determinar la masa del recipiente, agua y placa de vidrio con una exactitud de 0.05 kg.

- Medir la temperatura del agua con una exactitud de 0,5°C y determinar su densidad de acuerdo con la Tabla N° 3 de la NTP 400.017.
- Calcular el volumen (V) del recipiente. Anotar este valor para cálculos posteriores.

Procedimiento de Ensayo

Peso Unitario Suelto

- Secar la muestra a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
- Llenar el recipiente hasta el rebose con una pala o cucharón manteniendo al menos 50 mm por encima del borde superior. Tomar las precauciones a fin de evitar segregación en la muestra al momento de colocarla en el recipiente.
- Enrasar la superficie del recipiente y registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg.

Peso Unitario Compactado (Procedimiento de Apisonado)

- Secar la muestra a temperatura constante antes de iniciar el ensayo.
- Llenar el recipiente a 1/3 del total, nivelar la superficie con los dedos y apisonar 25 veces con la varilla de compactación de forma helicoidal. Llenar el recipiente a los 2/3 del total y nivelar y apisonar de la misma forma. Finalmente, sobre rellenar el recipiente y apisonar de la misma manera anterior. Nivelar con los dedos o una espátula.

- Registrar el peso del recipiente más muestra (G) y la masa del recipiente vacío (T) con una exactitud al 0.05 kg

Dosificación de ladrillo de concreto artesanal.

Se aplico el diseño por el método “ACI” para determinar la dosificación adecuada y óptima combinación de agregados logrando buena trabajabilidad, con las siguientes especificaciones; consistencia seca (slump de 0" – 2’’), una resistencia mínima de $f'_{b} = 130\text{Kg/cm}^2$ correspondiente a un ladrillo Tipo IV

Para el diseño de mezclas se realizó el siguiente procedimiento; se determinó la resistencia promedio de la dosificación, chequeo del tamaño máximo nominal del agregado, selección del asentamiento, estimación del volumen unitario del agua, se determinó el contenido del aire, se estimó la relación de agua cemento, el factor cemento, contenido del agregado grueso, cálculo de volúmenes absolutos, contenido de agregado fino, se determinó los valores de diseño de mezcla teórico, corrección por humedad del agregado, proporción en peso, peso por tanda de un saco, finalmente se determinó el peso de los materiales para los ladrillos.

Dimensiones del ladrillo

Las dimensiones adoptadas para el diseño del ladrillo son las más usadas en el mercado: 24x14x9cm, largo, ancho y altura respectivamente; La resistencia $f'_{b} = 130\text{Kg/cm}^2$, mínima para un ladrillo Tipo IV.

Figura 3
Detalle de la geometría de los ladrillos de concreto.

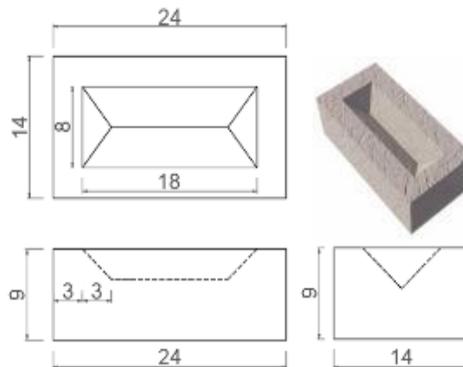


Tabla 10

Peso de las fibras de cada porcentaje respecto al agregado grueso

FIBRAS	PORCENTAJE		
	0.50%	1.50%	2.50%
Sintética de Polipropileno	0.32 kg	0.97 kg	1.61 kg
Natural de Bagazo de Caña	0.32 kg	0.97 kg	1.61 kg

La adición de fibras de bagazo de caña de azúcar y fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% se añadirá respecto al peso del agregado grueso, para obtener estos porcentajes se realizarán los ensayos preliminares de los agregados fino y grueso.

Tabla 11

Peso de los materiales para cada porcentaje de ladrillo tipo IV

MATERIALES PARA 22 LADRILLOS EN KG	DESPERDICIO 5%	
Cemento	18.91 kg	19.86 kg
Agregado Fino	61.07 kg	64.12 kg
Agregado Grueso	61.49 kg	64.57 kg
Agua	10.54 L	11.07 L

Procedimiento de elaboración de ladrillo de concreto vibrado

Mezclado y moldeado.

- Se calculó los pesos de los materiales corregidos por humedad.

- Se procedió a pesar las dosificaciones de cemento, agregado fino, agregado grueso, fibras y medir el volumen de agua.
- Se procedió a mezclar los materiales secos en un trompo mezclador para luego añadir el agua saturando los materiales hasta obtener una mezcla homogénea, consistente y de color uniforme.
- Se colocó la mezcla de concreto dentro del molde metálico colocado sobre la mesa vibradora, se procedió a enrasar la mezcla, es decir se eliminó el exceso y el vibrado se mantuvo hasta que apareció una película de agua en la superficie.
- Se retiró el molde de la mesa vibradora y se llevó al área de curado donde se desmoldó el ladrillo con cuidado de no deformarlo, luego se procedió a extraer el molde metálico en forma vertical levantando sus asas y se dejó reposar 24 horas.

Curado.

- Transcurridas 24 horas después de elaborar los especímenes, se identificó correctamente según un código respectivo y se procedió a regar.
- Se regó una vez al día para mantener los ladrillos totalmente húmedos durante cuatro días.
- A los 28 días de haber sido elaborados alcanzan su resistencia final.
- Los ladrillos se acopiaron apilados bajo techo, la altura de pilas no superó 1.5m. cómo es recomendado

Ensayos para los ladrillos

Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (NTP 339.604 – 2015)

Equipos:

- Máquina de ensayo.

- Bloques de soporte de acero y platos
- Regla metálica
- Vernier

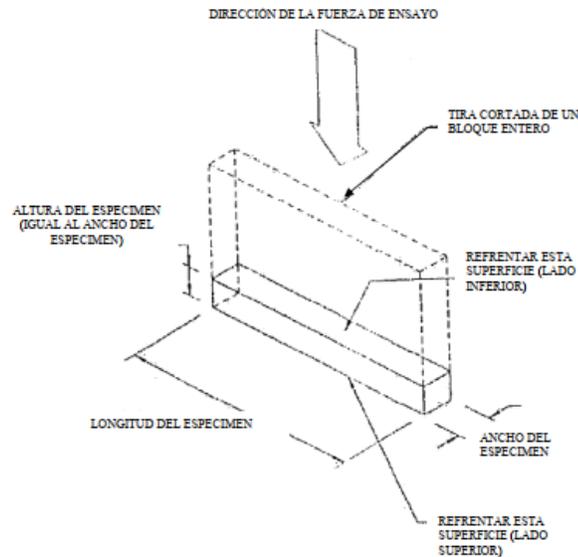
Materiales:

- 3 unidades enteras completamente secas.

Procedimiento:

- Colocación de los especímenes: Ensayar los especímenes con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo (Véase NOTA 6). A excepción de unidades especiales para uso con sus paredes en una dirección horizontal, ensayar todas las unidades huecas de la albañilería de concreto con sus paredes en dirección vertical. Las unidades de albañilería que sean 100 % sólidas y unidades huecas especiales previstas para su uso, ensayarlas con sus huecos en dirección horizontal, en la misma dirección de servicio

Figura 4
Esquema de ensayo a compresión



Tomado de: NTP 339.604-2002

- Condición de humedad de los especímenes: Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.
- Velocidad de ensayo: Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.
- Carga máxima: Registrar la carga de compresión máxima en Newtons como $P_{m\acute{a}x}$.

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería (NTP 339.605 – 2013)

Equipos:

- Máquina de ensayo.
- Placa de metal

- Regla metálica
- Vernier

Materiales:

12 unidades enteras completamente secas, lo que conforma 3 primas de 4 unidades.

Procedimiento:

- Dispositivo de ensayo: La máquina de ensayo tendrá una precisión de más o menos 1 % sobre el rango de carga anticipado. La placa superior será un bloque asentado esférico, de metal endurecido firmemente en el centro de la cabeza superior de la máquina. El centro de la esfera se encuentra en el centro de la superficie del lugar en su asiento esférico, pero es libre de girar en cualquier dirección, y su perímetro deberá estar al menos 6,3 mm de la cabeza para dar cabida a especímenes cuyas superficies del cojinete no son paralelas. El diámetro de la parte superior del rodillo será de al menos 150mm. No es obligatorio el empleo de una placa de metal endurecido utilizado debajo de la muestra, pero se ha encontrado que reduce al mínimo el desgaste de la placa inferior de la máquina.
- Cuando el área de soporte de la placa superior o inferior de la platina no es suficiente para cubrir el área de la muestra, una placa de acero de un solo cojinete, con un espesor de al menos igual a la distancia desde el borde del plato a la esquina más lejana de la muestra se colocará entre la placa y la muestra refrentada. La longitud y el ancho de la placa de acero debe ser al menos 6 mm mayor que la longitud y el ancho de los prismas.

- Las superficies de la platina o placa destinada para estar en contacto con la muestra deberán tener una dureza no inferior a 60 HRC (BHN 620). Las superficies de la placa y la placa no se deben apartar de las superficies planas en más de 0,03 mm en cualquier dimensión de 150 mm.
- Colocación del prisma en la máquina de ensayo: Limpiar las caras de carga de los platos de la máquina, las placas de apoyo y el prisma de ensayo. Colocar el prisma de ensayo sobre el plato de carga inferior o placa de apoyo. Alinear ambos ejes centroides del espécimen con el centro de aplicación de carga de la máquina. Mientras el plato superior esférico o placa se acerca para apoyarse sobre el prisma, se rotará la porción móvil de la platina superior suavemente con las manos, para obtener un apoyo uniforme.
- Carga: Para prismas contruidos, aplicar una carga inicial al prisma de la mitad de la carga total esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos que 1 y no más de 2 minutos.
- Para prismas obtenidos de especímenes de la obra de albañilería, aplicar una carga inicial a los prismas de un cuarto de la carga esperada. Aplicar la carga remanente a una tasa uniforme en no menos de 2 y no más de 4 minutos.
- Si el modo de falla no se puede determinar una vez que la carga máxima sea alcanzada, continúe cargando la muestra hasta que el modo de fallo se pueda identificar. Registrar la carga máxima y anotar el modo de falla.

Procedimiento de tratamiento y análisis de datos.

Ensayos de agregados grueso y fino.

Análisis Granulométrico de Agregado (ASTM C136 / NTP 400.012)

Se deberá calcular empleando la serie de tamices estándar, mediante la siguiente fórmula

$$mf = \sum \frac{\%retenidos\ acumulados\ en\ los\ tamices\ de\ la\ serie\ estándar}{100} \quad (1)$$

Humedad Total Evaporable de Agregados (ASTM C566 / NTP 339.185)

Se deberá calcular el contenido de humedad total evaporable (p) de la siguiente manera:

$$p = 100x \frac{W - D}{D} \quad (2)$$

Donde:

p = Contenido de Humedad Total Evaporable del Agregado (en %)

W = Masa de la muestra húmeda original (en gramos)

D = Masa de la muestra seca original (en gramos)

El resultado deberá expresarse con una aproximación al 0.1%.

Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021)

Se deberá realizar los cálculos de la siguiente manera:

$$-Peso\ Específico\ de\ Masa\ (PeM)\ (kg/m^3) = 997.5 * \left(\frac{A}{B - C}\right) \quad (3)$$

$$-Peso\ Específico\ SSS\ (PeSSS)\ (kg/m^3) = 997.5 * \left(\frac{B}{B - C}\right) \quad (4)$$

$$-Peso\ Específico\ Aparente\ (PeA)\ (kg/m^3) = 997.5 * \left(\frac{A}{A - C}\right) \quad (5)$$

$$-Absorción\ (Ab)\ del\ Agregado\ Grueso\ (\%) = \frac{B - A}{A} * 100 \quad (6)$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el horno, (g)

B = Peso de la muestra SSS al aire, (g)

C = Peso de la muestra SSS en el agua, (g)

Peso Específico y Absorción del Agregado Fino (ASTM C128 / NTP 400.022)

Se deberá realizar los cálculos de la siguiente manera:

$$\text{- Peso Específico de Masa (PeM) (kg/m}^3\text{)} = 997.5 * \left(\frac{A}{B + S - C} \right)$$

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

$$\text{- Peso Específico SSS (PeSSS) (kg/m}^3\text{)} = 997.5 * \left(\frac{S}{B + S - C} \right)$$

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

$$\text{- Peso Específico Aparente (PeA) (kg/m}^3\text{)} = 997.5 * \left(\frac{A}{B + A - C} \right)$$

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

$$\text{- Absorción (Ab) del Agregado Fino (\%)} = \frac{S - A}{A} * 100$$

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.)

Donde:

- S = Peso de arena SSS, (g)
- B = Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración, (g)
- C = Peso de frasco + arena + agua (g)
- A = Peso de arena secada al horno (g)

Peso Unitario del Agregado Grueso y Fino (ASTM C29 / NTP 400.017)

$$M = \frac{G - T}{V} \quad (7)$$

Densidad de Masa (Peso Unitario)

Donde:

- M = Densidad de masa del agregado, kg/m³
- G = Peso del recipiente más muestra, kg
- T = Peso del recipiente vacío, kg
- V = Volumen del molde, m³

Ensayos de los ladrillos

Ensayo de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (NTP 339.604 – 2015)

Esfuerzo de compresión del área neta: Calcular el esfuerzo de compresión del área neta del espécimen como sigue:

$$F' b = P \max / A_n \quad (8)$$

Donde:

- P_{max} = Carga, (N)
- A_n = Área neta promedio del espécimen, mm²

Esfuerzo de compresión del área bruta: Calcular el esfuerzo de compresión del área bruta del espécimen como sigue:

$$F'b = P \max / Ag \quad (9)$$

Donde:

Pmax = Carga, (N)
Ag = Área bruta del espécimen, mm².

La resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería (f' b) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra

Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería (NTP 339.605 – 2013)

- Resistencia del prisma de albañilería: calcular la resistencia de cada prisma de albañilería dividiendo la carga de cada prisma de la compresión máxima soportada entre el área neta de sección transversal de ese prisma.
- Resistencia a la compresión de albañilería. Se calculará para cada prisma la relación h_p / t_p entre la altura (h_p) y la menor dimensión lateral (t_p) de ese prisma. Se determinará el factor de corrección de la Tabla 12. Para valores de h_p/t_p intermedios, el factor de corrección se calculará mediante interpolación lineal de los valores de la Tabla 12. Determinar el factor de corrección correspondiente por interpolación lineal entre los valores dados.

Tabla 12

Factores de corrección altura/espesor para la resistencia en compresión

h_p / t_p	1.3	1.5	2	2.5	3.0	4.0	5.0
Factor de correlación	0.75	0.86	1.0	1.04	1.07	1.15	1.22

- h_p / t_p relación de la altura del prisma y las medidas menores laterales del prisma
- Multiplicar la resistencia del prisma de albañilería por el factor de corrección del prisma correspondiente.
- Calcular la resistencia a la compresión de albañilería, f_{mt} , para cada conjunto de prismas promediando los valores obtenidos.

Cálculo del módulo de elasticidad – Módulo de Young (E)

Para calcular el módulo de Young se trabaja con la parte más lineal de la gráfica y se elimina la porción inicial que contempla el reacomodo de los instrumentos usualmente la porción de la gráfica en análisis está comprendida entre el 10 y el 50% (Bartolomé et al., 2022) En este estudio se eliminó la parte inicial de la gráfica (10%) y se tomó el máximo valor del rango elástico observado en la gráfica esfuerzo deformación.

$$E_m = \frac{(\sigma_{\max_lin} - \sigma_{10\%})}{(\varepsilon_{\max_lin} - \varepsilon_{10\%})} \quad (10)$$

Donde:

E_m = Modulo de elasticidad

σ_{lin} = Esfuerzo

ε_{lin} = Deformación unitaria

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (11)$$

Donde:

ε = deformación unitaria

ΔL = Variación de la longitud

L_0 = Longitud inicial

Aspectos éticos

De acuerdo con los principios establecidos en reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Privada del Norte, Aprobado con Resolución Rectoral N° 062-2021-UPN-SAC en, Lima, 19 de agosto de 2021 este estudio se elaboró dando especial énfasis conforme a los siguientes criterios.

Art. 8° Derecho de Autor; es una rama de la propiedad intelectual que se ocupa de la protección de los derechos morales y patrimoniales de los autores sobre sus obras. El derecho de autor protege todas las obras del ingenio, en el ámbito literario o artístico o científico, cualquiera

que sea su género, forma de expresión, mérito o finalidad, incluido el software y las bases o bancos de datos, desde el momento mismo de la creación, siempre y cuando cuenten con rasgos de originalidad y sean susceptibles de ser divulgadas o reproducidas en cualquier forma.

Art. 9° Derechos Morales; son aquellos derechos perpetuos, inalienables, inembargables, irrenunciables e imprescriptibles que tiene el autor sobre su obra. A la muerte del autor, los derechos morales serán ejercidos por sus herederos, mientras la obra esté en dominio privado, salvo disposición legal en contrario. Son derechos morales: El derecho de divulgación, el derecho de paternidad, el derecho de integridad, el derecho de modificación o variación, el derecho de retiro de la obra del comercio y el derecho de acceso

Delimitación de la investigación

Esta investigación se limita solamente al estudio del comportamiento mecánico a compresión de las unidades de albañilería y comportamiento mecánico a compresión de las pilas de albañilería, mediante la incorporación de la fibra natural de bagazo de caña y fibra sintética de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% respecto al agregado grueso.

CAPÍTULO III: RESULTADOS.

Ensayos de los agregados finos y gruesos.

Tabla 13

Contenido de humedad del agregado fino

N°	Muestra	Peso Inicial (W) (Gr)	Peso Final (D) (Gr)	P Individual (%)	P Prom. (%)
1	T-01	543.2	520.4	4.38%	4.39%
2	T-02	538.5	515.8	4.40%	

Tabla 14

Contenido de humedad del agregado grueso

N°	Muestra	Peso Inicial (W) (Gr)	Peso Final (D) (Gr)	P Individual (%)	P Prom. (%)
1	T-01	2002.39	1957.18	2.31%	2.28%
2	T-02	1961.5	1918.3	2.25%	

Tabla 15

Análisis granulométrico del agregado fino muestra 1

N°	Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido (%)	% Retenido acumulado (%)	% pasante acumulado (%)	Huso Granulométrico	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	N° 4	4.8	0.00	0.000%	0.00%	100.000%	95.00%	100.00%
2	N° 8	2.4	30.40	5.842%	5.842%	94.158%	80.00%	100.00%
3	N° 16	1.2	43.20	8.301%	14.143%	85.857%	50.00%	85.00%
4	N° 30	1	153.90	29.573%	43.716%	56.284%	25.00%	60.00%
5	N° 50	0	200.90	38.605%	82.321%	17.679%	10.00%	30.00%
6	N° 100	0.2	69.40	13.336%	95.657%	4.343%	2.00%	10.00%
7	N° 200	0.1	11.40	2.191%	97.848%	2.152%	0.00%	3.00%
8	Bandeja	0	11.20	2.152%	100.000%	0.000%	-	-

Tabla 16
Análisis granulométrico del agregado fino muestra 2

N°	Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido (%)	% Retenido acumulado (%)	% Pasante acumulado (%)	Husos Granulométrico	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	N° 4	4.8	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95.00%	100.00%
2	N° 8	2.4	34.90	6.77%	6.77%	93.23%	80.00%	100.00%
3	N° 16	1.2	46.70	9.05%	15.82%	84.18%	50.00%	85.00%
4	N° 30	1	123.00	23.85%	39.67%	60.33%	25.00%	60.00%
5	N° 50	0	227.00	44.01%	83.68%	16.32%	10.00%	30.00%
6	N° 100	0.2	63.60	12.33%	96.01%	3.99%	2.00%	10.00%
7	N° 200	0.1	11.30	2.19%	98.20%	1.80%	0.00%	3.00%
8	Bandeja	0	9.30	1.80%	100.00%	0.00%	-	-

Tabla 17
Modulo de finura del agregado fino

Módulo de finura	
Muestra 1	2.42
Muestra 2	2.42
Promedio	2.42

Tabla 18
Análisis granulométrico del agregado grueso muestra 1

N°	Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido (%)	% Retenido acumulado (%)	% Pasante acumulado (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	2 ½"	63.5	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
2	2"	50.8	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
1	1 ½"	38.1	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
2	1"	25	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
3	¾"	19	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	90.00%	100.00%
4	½"	12.5	890.20	45.484%	45.484%	54.516%		
5	⅜"	9.5	434.00	22.175%	67.659%	32.341%	20.00%	55.00%
6	N° 4	4.75	587.80	30.033%	97.692%	2.308%	0.00%	10.00%
7	Bandeja	-	45.18	2.308%	100.000%	0.000%	0.00%	5.00%

Tabla 19
Análisis granulométrico del agregado grueso muestra 2

N°	Tamiz		Peso retenido (gr)	% Retenido (%)	% Retenido acumulado (%)	% Pasante acumulado (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	2 ½"	63.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	2"	50.8	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1	1 ½"	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	¾"	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	100.00%
4	½"	12.5	827.50	43.14%	43.14%	56.86%	-	-
5	⅜"	9.5	457.80	23.86%	67.00%	33.00%	20.00%	55.00%
6	N° 4	4.75	573.70	29.91%	96.91%	3.09%	0.00%	10.00%
7	Bandeja	-	59.30	3.09%	100.00%	0.00%	0.00%	5.00%

Tabla 20
Peso unitario del agregado grueso

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1/2"	VOLUMEN MOLDE	0.0093
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	19.04	19.2	18.98	
B	Peso del molde	kg	4.78	4.78	4.78	
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	kg	14.26	14.42	14.2	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	kg/m ³	1533.33	1550.54	1526.88	1536.92
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	17.58	17.56	17.4	
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	kg	12.8	12.78	12.62	
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	kg/m ³	1376.34	1374.19	1356.99	1369.17

Tabla 21
Tamaño del agregado grueso

Tamaño de agregado	
Tamaño máximo nominal	1/2”
Tamaño máximo	3/4”

Tabla 22
Gravedad específica y absorción de agregados finos

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	495.90	495.60	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1306.30	1296.90	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1612.80	1604.00	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00	500.00	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{\frac{n + c}{\rho}}$	gr./cm ³	2.56	2.57	2.57
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a(seco) = \frac{S}{\frac{n + c}{\rho}}$	gr./cm ³	2.58	2.59	2.59
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a(seco) = \frac{A}{\frac{n + A}{\rho}}$	gr./cm ³	2.62	2.63	2.63
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} \times 100\%$	(%)	0.83%	0.89%	0.86%

Tabla 23
Peso específico y absorción de agregados gruesos

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	2162.8	2110.98	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	2188	2138	N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	1366.5	1333.9	N.A
D	Peso específico aparente seco $P. e. a(seco)$ $= \frac{A}{\frac{B}{\rho} - C}$	gr/cm ³	2.63	2.63	2.63
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a(SSS)$ $= \frac{B}{\frac{B}{\rho} - C}$	gr/cm ³	2.66	2.66	2.66
F	Peso específico nominal $P. e. a(SSS)$ $= \frac{A}{\frac{B}{\rho} - C}$	gr/cm ³	2.72	2.72	2.72

Diseño de mezcla de ladrillo de concreto f'b 130 kg/cm² tipo IV - método ACI.
Datos de diseño.
Cemento:

Pacasmayo tipo I

 P.E. del cemento: 3.15 gr/cm³
Agua:

Potable

F'b:

 130 kg/cm² a los 28 días

Consistencia:

Seca

Agregado fino:

 Peso específico de la masa: 2.57 gr/cm³

Absorción: 0.86%

Contenido de humedad: 4.39%

Módulo de fineza: 2.42

Agregado grueso:

Peso específico de la masa: 2.63 gr/cm³

Absorción: 1.23%

Contenido de humedad: 2.28%

TMN: ½”

Peso seco compactado: 1536.92 kg/m³

Calculo

Determinación de la resistencia promedio

Tabla 24

Resistencia a la compresión promedio

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$F'c+70$
210-350	$F'c+84$
Sobre 350	$F'c+98$

Nota: Tomado de *Método del comité 211 del ACI* (RIVVA, 1991)

$$F'cr = f'c + 70 = 200 \text{ kg/cm}^2$$

Selección del tamaño máximo nominal del agregado

De acuerdo con la granulometría del agregado grueso le corresponde ½”

Selección del asentamiento

Tabla 25
Asentamiento por el tipo de consistencia del concreto

Consistencia del Concreto	Asentamiento
Seca	0” a 2”
Plástica	3” a 4”
Fluida	≥ 5”

Nota: Tomado de Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1991)

Asentamiento (slump) = Seca = 0” a 2”

Volumen unitario del agua

Tabla 26
Volumen unitario del agua por m³

Asentamiento	Agua, en 1/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados						
	3/8”	1/2”	3/4”	1”	1 1/2”	2”	3”
Concretos sin aire incorporado							
1” a 2”	207	199	190	179	166	154	113
3” a 4”	228	216	205	193	181	169	124
6” a 7”	243	228	216	202	190	178	...

Nota: Tomado de Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1991)

Volumen unitario del agua = 199L

Contenido de aire

Tabla 27
Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire atrapado
3/8”	3.0%
1/2”	2.5%
3/4”	2.0%
1”	1.5%
1 1/2”	1.0%
2”	0.5%
3”	0.3%
6”	0.2%

Nota: Tomado de Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1991)

Contenido de aire = 2.5%

Relación agua cemento

Tabla 28
Relación agua/cemento por resistencia del concreto.

F'cr	Relación agua - cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Nota: Tomado de Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1991)

$$\text{Relación agua/cemento} = 0.7$$

Factor cemento

$$F.C \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Volumen unitario de agua}}{\text{Relación agua cemento}} \quad (12)$$

$$F.C = \frac{199}{0.7} = 284.29 \left(\frac{kg}{m^3} \right)$$

$$\frac{284.29}{42.5} = 6.69 \left(\frac{bls}{m^3} \right)$$

Contenido de agregado grueso

Tabla 29
Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Tomado de Método del comité 211 del ACI (RIVVA, 1991)

Como el módulo de fineza del agregado fino se encuentra entre dos valores se tiene que interpolar.

Planteamos la matriz.

$$2.4 \quad 0.59$$

$$2.42 \quad X$$

$$2.60 \quad 0.57$$

Planteamos la ecuación.

$$\frac{X - 0.59}{2.42 - 2.4} = \frac{0.57 - 0.59}{2.60 - 2.40}$$

$$X = 0.588 = \text{Volumen de agregado grueso seco y compactado}$$

$$\text{Peso A. G. seco} = \text{Vol. A. G. seco y compact} * \text{Peso unitario seco compact} \quad (13)$$

$$\text{Peso A. G. seco} = 1536.92 * 0.588$$

$$\text{Peso A. G. seco} = 903.709 \text{m}^3$$

Cálculo de volúmenes absolutos.

Cemento:

$$\text{Cemento} = \frac{\text{Factor cemeneto} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Peso especifico del cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} \quad (14)$$

$$\text{Cemento} = \frac{284.29}{3.15 * 1000}$$

$$\text{Cemento} = 0.090 \text{m}^3$$

Agua

$$\text{Agua} = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Peso especifico del agua} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} \quad (15)$$

$$Agua = \frac{199}{1 * 1000}$$

$$Agua = 0.199m^3$$

Aire

$$2.5\% = 0.025m^3$$

Agregado grueso

$$Agregado grueso = \frac{\text{Peso del agregado grueso seco}}{\text{Peso específico del agregado } \left(\frac{kg}{m^3}\right)} \quad (16)$$

$$Agregado grueso = \frac{903.709}{2.63 * 1000}$$

$$Agregado grueso = 0.344^3$$

$$\text{Sumatoria de volúmenes absolutos conocidos} = 0.09+0.199+0.025+0.344=0.658m^3$$

Contenido de agregado fino

$$Vol. abs. de A.F. = 1 - \text{Suma de vol. abs. conocidos} \quad (17)$$

$$Vol. abs. de A.F. = 1 - 0.658$$

$$Vol. abs. de A.F. = 0.342m^3$$

$$\text{Peso del A.F. en estado seco} = Vol. abs. de A.F. * P.E. de la masa \quad (18)$$

$$\text{Peso del A.F. en estado seco} = 0.342 * 2.57 * 1000$$

$$\text{Peso del A.F. en estado seco} = 879.29kg/m^3$$

Valores de diseño de mezcla (teórico)

Cemento : 284.29 kg/m³ Factor cemento

Agua de diseño : 199L Volumen unitario de agua

Agregado fino seco : 879.29kg/m³ Peso del agregado fino en estado seco

Agregado grueso seco: 903.71 kg/m³ Peso del agregado grueso en estado seco

Corrección por humedad de los agregados

Agregado fino

$$\text{Peso humedo de A.F.} = \text{Peso seco A.F.} * (1 + \text{Humedad A.F. \%}) \quad (19)$$

$$\text{Peso humedo de A.F.} = \text{Peso seco A.F.} * (1 + 4.39\%)$$

$$\text{Peso humedo de A.F.} = 917.89\text{kg/m}^3$$

Agregado grueso

$$\text{Peso humedo de A.G.} = \text{Peso seco A.F.} * (1 + \text{Humedad A.G. \%}) \quad (20)$$

$$\text{Peso humedo de A.G.} = \text{Peso seco A.F.} * (1 + 2.28\%)$$

$$\text{Peso humedo de A.G.} = 924.31\text{kg/m}^3$$

Humedad superficial de los agregados

Agregado fino

$$\text{Humedad superficial del A.F} = \text{Cont.Humedad A.F} - \text{Absorción A.F} \quad (21)$$

$$\text{Humedad superficial del A.F.} = 4.39 - 0.86$$

$$\text{Humedad superficial del A.F.} = 3.53\%$$

Agregado grueso

$$\text{Humedad superficial del A.G} = \text{Cont.Humedad A.G} - \text{Absorción A.G} \quad (22)$$

$$\text{Humedad superficial del A.G} = 2.28 - 1.23$$

$$\text{Humedad superficial del A.G} = 1.05\%$$

Aporte de humedad de los agregados

Agregado fino

$$\text{Aporte de humedad de A.F} = \text{Humedad superficial del A.F} * \text{Peso seco A.F} \quad (23)$$

$$\text{Aporte de humedad de A. F} = 3.53 * 879.29$$

$$\text{Aporte de humedad de A. F} = 31.04l/m^3$$

Agregado grueso

$$\text{Aporte de humedad de A. G} = \text{Humedad superficial del A. G} * \text{Peso seco A. G} \quad (24)$$

$$\text{Aporte de humedad de A. G} = 1.05 * 903.71$$

$$\text{Humedad superficial del A. G} = 9.49l/m^3$$

$$\text{Sumatoria de aporte de humedad de los agregados} = 40.53l/m^3$$

Agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{Volumen unitario} - \sum \text{Aporte de humedad de los agregados} \quad (25)$$

$$\text{Agua efectiva} = 199 - 40.53$$

$$\text{Agua efectiva} = 158.47l/m^3$$

Peso de los materiales corregidos por humedad del agregado a ser empleado en las mezclas de prueba

Cemento : 284.29 kg/m³

Agua efectiva : 158.47 l/m³

Agregado fino húmedo : 917.89 kg/m³

Agregado grueso húmedo : 924.31 kg/m³

Proporción en peso

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua
$\frac{284.29 \text{ kg/m}^3}{284.29 \text{ kg/m}^3}$	$\frac{917.89 \text{ kg/m}^3}{284.29 \text{ kg/m}^3}$	$\frac{924.31 \text{ kg/m}^3}{284.29 \text{ kg/m}^3}$	$\frac{158.47l/m^3}{6.69 \text{ bls/m}^3}$

La proporción en peso será:

$$1 \quad : \quad 3.23 \quad : \quad 3.25 \quad : \quad 23.69l/bolsa$$

Relación agua- cemento de diseño

$$\text{Relacion a/c de diseño} = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{factor cemento}} \quad (26)$$

$$\text{Relacion a/c de diseño} = \frac{199}{284.29}$$

$$\text{Relacion a/c de diseño} = 0.7$$

$$\text{Relacion a/c efectiva} = \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{factor cemento}} \quad (27)$$

$$\text{Relacion a/c de efectiva} = \frac{158.47}{284.29}$$

$$\text{Relacion a/c de efectiva} = 0.557$$

Peso por tanda de una bolsa.

$$\text{Cemento} \quad : \quad 1*42.5 \quad = \quad 42.5 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agregado Fino} \quad : \quad 42.5*3.23 \quad = \quad 137.22 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agregado Grueso} \quad : \quad 42.5*3.25 \quad = \quad 138.18 \text{ kg/bolsa}$$

$$\text{Agua} \quad : \quad 23.69 \quad = \quad 23.69 \text{ kg/bolsa}$$

Peso de materiales para 22 ladrillos y un 5% de desperdicio para cada porcentaje.

$$\text{Volumen de ladrillo} = 0.24*0.14*0.09=0.003\text{m}^3$$

$$\text{Volumen total de ladrillos por cada porcentaje.} = 0.003*22=0.067\text{m}^3$$

Peso de los materiales.

$$\text{Cemento} \quad : \quad 0.067*284.29 \quad = \quad 18.91*1.05 \quad = \quad 19.86 \text{ kg}$$

Agregado fino	: 0.067*917.89	=	61.07*1.05	=	64.12 kg
Agregado grueso	: 0.067*924.31	=	61.49*1.05	=	64.57 kg
Agua	: 0.067*158.47	=	10.54*1.05	=	11.07 l

Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería (NTP 339.604 – 2002) vs el ladrillo patrón

En la Tabla 30 se presenta los resultados del comportamiento mecánico a compresión promedio de las unidades de albañilería del concreto patrón y el comportamiento mecánico a compresión promedio de las unidades de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Tabla 30

Resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs el ladrillo patrón

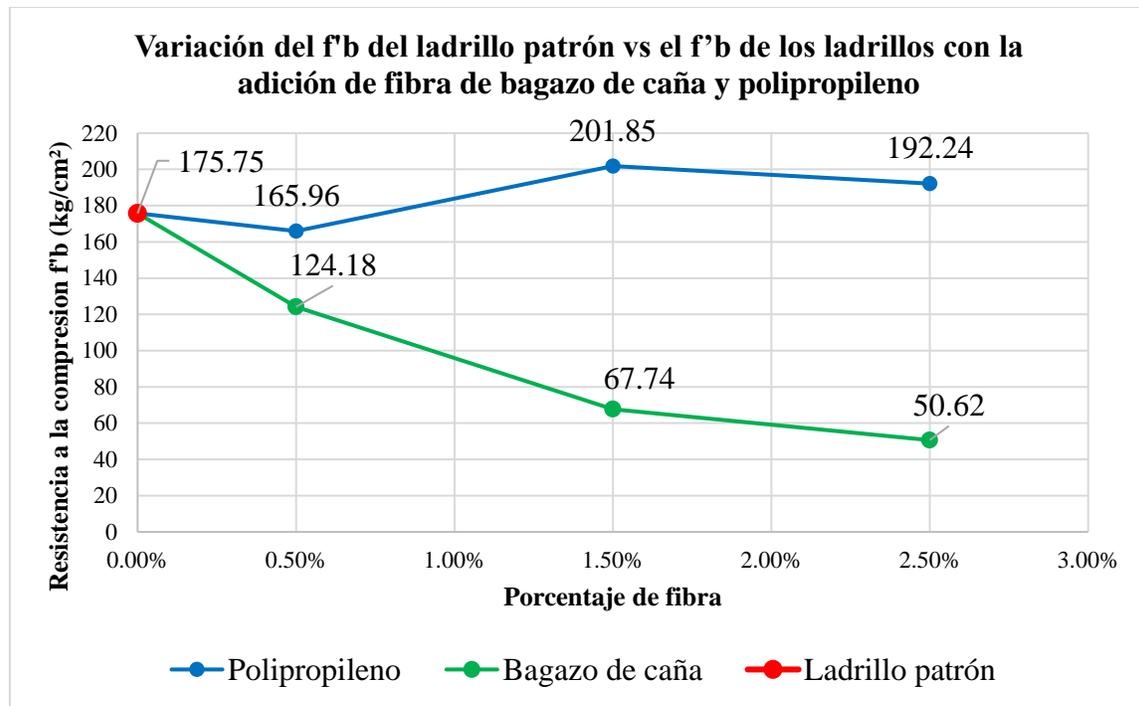
	Cod.	% f	f ^b (kg/cm ²)	f ^b prom	Desv est (s)	f ^b prom - s (kg/cm ²)	Var (kg/cm ²)	Var (%)
LADRILLO SIN FIBRA	1P	0%	189.62					
	2P	0%	177.08	182.29	6.53	175.75	-	-
	3P	0%	180.16					
LADRILLO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	1G	0.50%	122.11					
	2G	0.50%	149.18	144.02	19.84	124.18	-51.58	-29.35%
	3G	0.50%	160.77					
	1G	1.50%	85.56					
	2G	1.50%	84.53	78.71	10.97	67.74	-108.01	-61.46%
	3G	1.50%	66.06					
LADRILLO CON FIBRA DE POLIPROPILENO	1G	2.50%	59.49					
	2G	2.50%	52.03	54.74	4.12	50.62	-125.13	-71.20%
	3G	2.50%	52.71					
LADRILLO CON FIBRA DE POLIPROPILENO	1P	0.50%	170.63					
	2P	0.50%	192.41	178.24	12.28	165.96	-9.79	-5.57%
	3P	0.50%	171.69					

1P	1.50%	222.48					
2P	1.50%	212.25	212.18	10.33	201.85	26.10	14.85%
3P	1.50%	201.82					
1P	2.50%	200.92					
2P	2.50%	195.49	205.98	13.73	192.24	16.49	9.38%
3P	2.50%	221.52					

En la Figura 5 se muestra la diferencia entre el comportamiento mecánico a compresión promedio de las unidades de albañilería del concreto patrón y el comportamiento mecánico a compresión promedio de las unidades de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Figura 5

Variación del $f'b$ del ladrillo patrón vs el $f'b$ de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo de caña y polipropileno



Resistencia a la compresión de prismas de albañilería (NTP 339.605 – 2013)

En la Tabla 31Tabla 30 se presenta los resultados del comportamiento mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería del concreto patrón y el comportamiento

mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Tabla 31
Resistencia a compresión de pilas de albañilería corregido

	Cod.	% fibra	Dimensiones			Lo*tp (cm ²)	Carga Última (Kg)	Esbel (hp/tp)	F.C.	F'b (kg/cm ²)	F'b corregido (kg/cm ²)
			Lo (cm)	Hp (cm)	tp (cm)						
Ladrillo sin fibra	1P	0%	24.38	30.86	14.22	346.68	28940.00	2.17	1.01	83.48	84.61
	2P	0%	24.30	32.50	14.20	345.06	29043.00	2.29	1.02	84.17	86.11
	3P	0%	24.20	31.10	14.08	340.74	24346.00	2.21	1.02	71.45	72.64
Ladrillo con fibra de bagazo de caña	1G	0.50%	24.02	32.10	14.02	336.76	21138.00	2.29	1.02	62.77	64.22
	2G	0.50%	24.22	32.50	14.06	340.53	26149.00	2.31	1.02	76.79	78.70
	3G	0.50%	24.10	32.22	14.12	340.29	23846.00	2.28	1.02	70.08	71.66
	1G	1.50%	24.02	32.80	14.30	343.49	13835.00	2.29	1.02	40.28	41.22
	2G	1.50%	24.20	32.50	14.00	338.80	11132.00	2.32	1.03	32.86	33.70
	3G	1.50%	24.10	32.48	14.08	339.33	11936.00	2.31	1.02	35.18	36.04
	1G	2.50%	24.40	31.78	14.12	344.53	11753.00	2.25	1.02	34.11	34.80
	2G	2.50%	24.30	31.80	14.38	349.43	9471.00	2.21	1.02	27.10	27.56
3G	2.50%	24.32	32.08	14.32	348.26	10542.00	2.24	1.02	30.27	30.85	
Ladrillo con fibra de polipropileno	1P	0.50%	24.00	33.00	14.10	338.40	32778.00	2.34	1.03	96.86	99.50
	2P	0.50%	24.08	31.72	14.12	340.01	31500.00	2.25	1.02	92.64	94.47
	3P	0.50%	24.30	31.88	14.20	345.06	34971.00	2.25	1.02	101.35	103.33
	1P	1.50%	24.02	32.50	14.22	341.56	38779.00	2.29	1.02	113.53	116.13
	2P	1.50%	24.02	32.08	13.98	335.80	42082.00	2.29	1.02	125.32	128.27
	3P	1.50%	24.22	32.00	14.28	345.86	42715.00	2.24	1.02	123.50	125.88
	1P	2.50%	23.92	33.70	14.10	337.27	42976.00	2.39	1.03	127.42	131.40
	2P	2.50%	24.98	32.78	13.98	349.22	38455.00	2.34	1.03	110.12	113.15
	3P	2.50%	24.20	31.94	14.10	341.22	38169.00	2.27	1.02	111.86	114.23

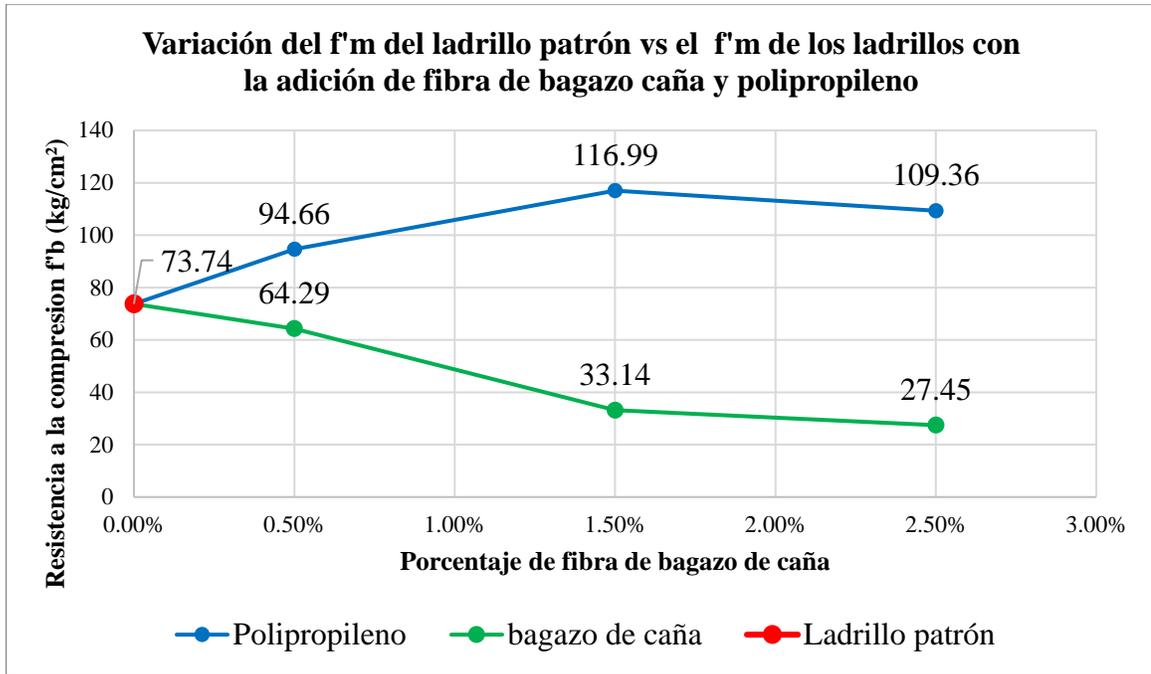
Tabla 32
Resistencia a compresión de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs al ladrillo patrón

	cod.	% f	f'm (kg/cm ²)	f'm prom	Desv est (s)	f'm prom - s (kg/cm ²)	var (kg/cm ²)	var (%)
LADRILLO SIN FIBRA	1P	0%	84.61	81.12	7.38	73.74	-	-
	2P	0%	86.11					
	3P	0%	72.64					
LADRILLO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	1G	0.50%	64.22	71.53	7.24	64.29	-9.46	-12.82%
	2G	0.50%	78.70					
	3G	0.50%	71.66					
	1G	1.50%	41.22	36.99	3.85	33.14	-40.60	-55.06%
	2G	1.50%	33.70					
	3G	1.50%	36.04					
	1G	2.50%	34.80	31.07	3.62	27.45	-46.29	-62.78%
	2G	2.50%	27.56					
	3G	2.50%	30.85					
LADRILLO CON FIBRA DE POLIPROPILENO	1P	0.50%	99.50	99.10	4.45	94.66	20.91	28.36%
	2P	0.50%	94.47					
	3P	0.50%	103.33					
	1P	1.50%	116.13	123.43	6.43	116.99	43.25	58.65%
	2P	1.50%	128.27					
	3P	1.50%	125.88					
	1P	2.50%	131.40	119.60	10.24	109.36	35.62	48.30%
	2P	2.50%	113.15					
	3P	2.50%	114.23					

En la Figura 6Figura 6Figura 5 se muestra la diferencia entre el comportamiento mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería del concreto patrón y el comportamiento mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Figura 6

Variación del f'_m del ladrillo patrón vs el f'_m de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno



Módulo de Young de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno y ladrillo patrón

Tabla 33

Módulo de Young de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña, polipropileno y ladrillo patrón

	Esp.	%f	f'_m (kg/cm ²)	f'_m max lineal (kg/cm ²)	10% f'_m (kg/cm ²)	ϵ_u max lineal (mm) 10^{-3}	ϵ_u 10% de F'_m (mm) 10^3	Módulo de young (e) (kg/cm ²)
Ladrillo sin fibra	1P - S/F	0%	83.48	34.61	8.35	0.52	0.23	90476.39
	2P - S/F	0%	84.17	23.18	8.42	0.35	0.18	83842.05
	3P - S/F	0%	71.45	38.15	7.15	0.62	0.24	80126.54
Ladrillo con fibra de bagazo de caña	1G - 0.5%	0.50%	62.77	23.76	6.28	0.26	0.12	122643.78
	2G - 0.5%	0.50%	76.79	44.05	7.68	0.70	0.15	66232.67
	3G - 0.5%	0.50%	70.08	44.08	7.01	0.49	0.16	111874.36
	1G - 1.5%	1.50%	40.28	14.56	4.03	0.07	0.00	156973.21
	2G - 1.5%	1.50%	32.86	11.81	3.29	0.06	0.00	138460.74
	3G - 1.5%	1.50%	35.18	11.79	3.52	0.17	0.07	87016.39

	Esp.	%f	f'm (kg/cm ²)	f'm max lineal (kg/cm ²)	10% f'm (kg/cm ²)	εu max lineal (mm) 10 ⁻³	εu 10% de F'm (mm) 10 ³	Modulo de young (e) (kg/cm ²)
	1G - 2.5%	2.50%	34.11	8.71	3.41	0.24	0.11	41618.22
	2G - 2.5%	2.50%	27.10	8.59	2.71	0.28	0.12	35706.41
	3G - 2.5%	2.50%	30.27	8.61	3.03	0.23	0.12	48624.20
Ladrillo con fibra de polipropileno	1P - 0.5%	0.50%	96.86	38.42	9.69	0.24	0.00	121549.60
	2P - 0.5%	0.50%	92.64	35.29	9.26	0.23	0.01	118284.91
	3P - 0.5%	0.50%	101.35	37.67	10.13	0.29	0.09	138193.63
	1P - 1.5%	1.50%	113.53	35.13	11.35	0.39	0.23	144879.33
	2P - 1.5%	1.50%	125.32	80.41	12.53	0.92	0.26	102564.20
	3P - 1.5%	1.50%	123.50	66.50	12.35	0.86	0.25	88895.45
	1P - 2.5%	2.50%	127.42	59.30	12.74	0.65	0.35	153338.39
	2P - 2.5%	2.50%	110.12	57.27	11.01	0.60	0.20	116774.50
	3P - 2.5%	2.50%	111.86	55.68	11.19	0.68	0.40	162831.22

Tabla 34 Módulo de Young de pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno vs el ladrillo patrón

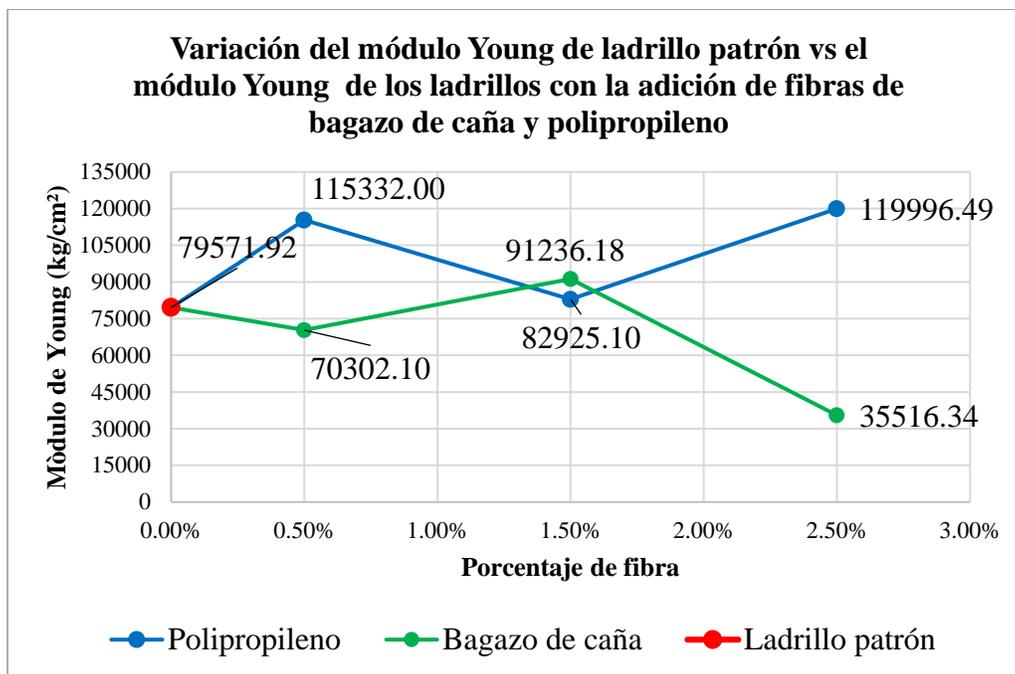
	Cod	%f	Módulo de Young (e)	Prom	Desv est (s)	E prom - s	Var (kg/cm ²)	Var (%)
LADRILLO SIN FIBRA	1P - S/F	0%	90476.39					
	2P - S/F	0%	83842.05	84814.99	5243.07	79571.92	-	-
	3P - S/F	0%	80126.54					
LADRILLO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	1G - 0.5%	0.50%	122643.78					
	2G - 0.5%	0.50%	66232.67	100250.27	29948.17	70302.10	-9269.82	-11.65%
	3G - 0.5%	0.50%	111874.36					
	1G - 1.5%	1.50%	156973.21					
	2G - 1.5%	1.50%	138460.74	127483.45	36247.27	91236.18	11664.26	14.66%
	3G - 1.5%	1.50%	87016.39					
	1G - 2.5%	2.50%	41618.22					
2G - 2.5%	2.50%	35706.41	41982.94	6466.61	35516.34	-44055.58	-55.37%	
3G - 2.5%	2.50%	48624.20						
LADRILLO CON FIBRA DE POLIPROPILENO	1P - 0.5%	0.50%	121549.60					
	2P - 0.5%	0.50%	118284.91	126009.38	10677.38	115332.00	35760.08	44.94%
	3P - 0.5%	0.50%	138193.63					
	1P - 1.5%	1.50%	144879.33	112112.99	29187.90	82925.10	3353.17	4.21%

2P - 1.5%	1.50%	102564.20					
3P - 1.5%	1.50%	88895.45					
1P - 2.5%	2.50%	153338.39					
2P - 2.5%	2.50%	116774.50	144314.71	24318.21	119996.49	40424.57	50.80%
3P - 2.5%	2.50%	162831.22					

En la Figura 6Figura 5Figura 7 se muestra la diferencia entre el comportamiento mecánico del módulo de Young promedio de las pilas de albañilería del concreto patrón y el comportamiento mecánico del módulo de Young promedio de las pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Figura 7

Variación del módulo Young de ladrillo patrón vs el módulo Young de los ladrillos con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno



Resistencia a compresión de unidades de albañilería vs la norma E.070 de albañilería

En la Tabla 35Tabla 30 se presenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con la adición de porcentajes de fibra de bagazo de caña y polipropileno y la norma E.070 de albañilería

Tabla 35

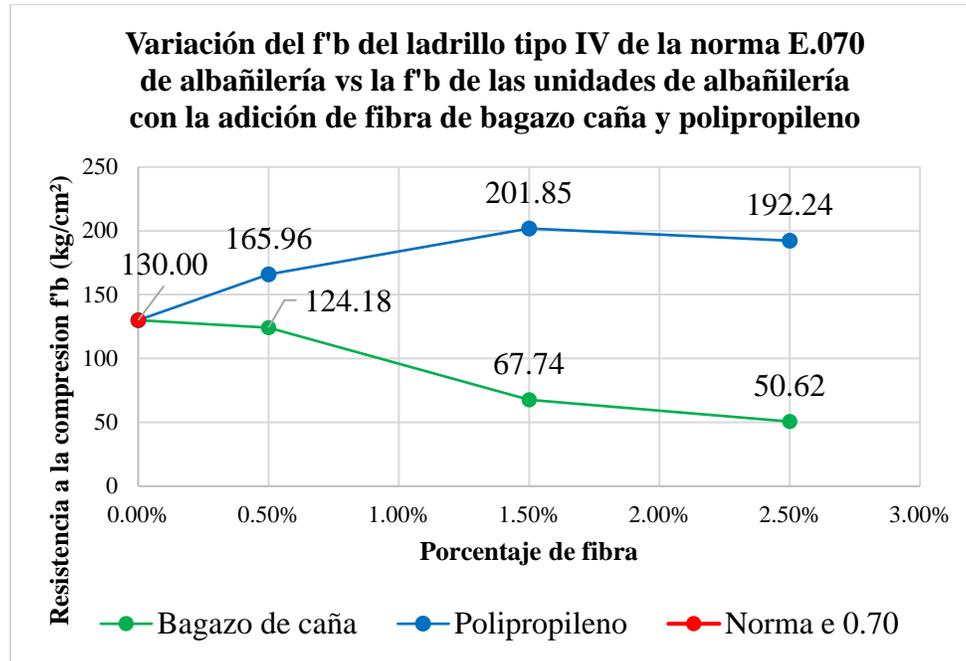
Resistencia a compresión de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la resistencia a compresión de las unidades de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido

	f^b prom (kg/cm²)	desviación estándar (s)	f^b - s (kg/cm²)	var (kg/cm²)	% var
Norma E.070					
Tipo IV	130				
Porcentaje de fibra bagazo de caña					
0.50%	144.02	19.84	124.18	-5.82	-4.48%
1.50%	78.71	10.97	67.74	-62.26	-47.89%
2.50%	54.74	4.12	50.62	-79.38	-61.06%
Porcentaje de fibra de polipropileno					
0.50%	178.24	12.28	165.96	35.96	27.66%
1.50%	212.18	10.33	201.85	71.85	55.27%
2.50%	205.98	13.73	192.24	62.24	47.88%

En la Figura 6Figura 5Figura 8 se muestra la relación entre el f^b de un ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería y la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0%, 0.5%, 1.5%, 2.5%.

Figura 8

Variación del $f'b$ del ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la $f'b$ de las unidades de albañilería con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno



Resistencia a la compresión de pilas vs la norma E.070 de albañilería

En la Tabla 36Tabla 30 se presenta los resultados del ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería con la adición de porcentajes de fibra de bagazo de caña y polipropileno vs la norma E.070 de albañilería

Tabla 36

Resistencia a compresión de las pilas de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs la resistencia a compresión de las pilas de ladrillo de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido

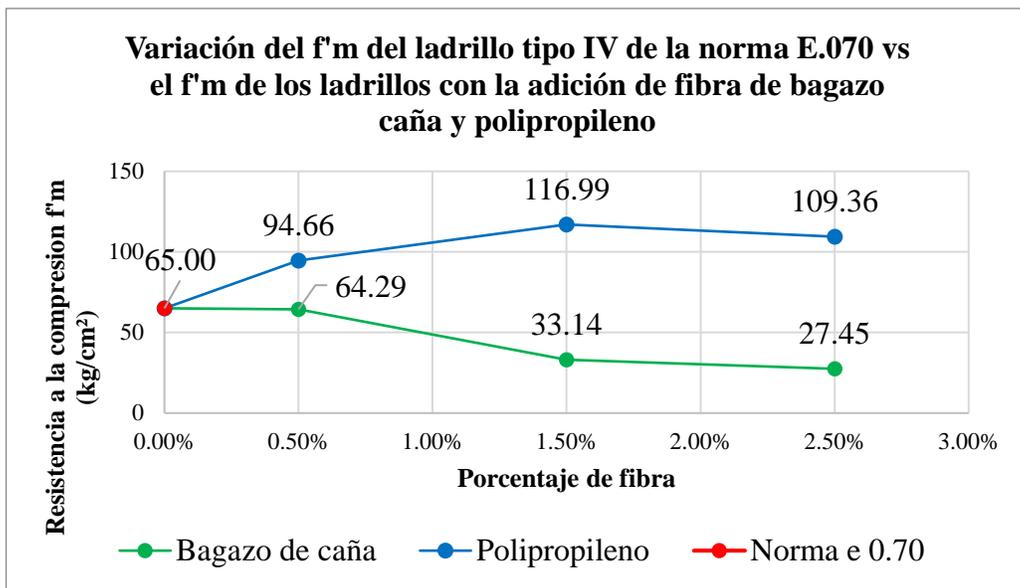
	$f'm$ promedio (kg/cm²)	Desviación estándar (s)	$f'm - s$ (kg/cm²)	var (kg/cm²)	% var
Norma E.070					
Tipo IV	65				
Porcentaje de fibra bagazo de caña					
0.50%	71.53	7.24	64.29	-0.71	-1.10%
1.50%	36.99	3.85	33.14	-31.86	-49.02%
2.50%	31.07	3.62	27.45	-37.55	-57.77%
Porcentaje de fibra de polipropileno					

0.50%	99.10	4.45	94.66	29.66	45.63%
1.50%	123.43	6.43	116.99	51.99	79.99%
2.50%	119.60	10.24	109.36	44.36	68.25%

En la Figura 6Figura 5Figura 9 se muestra la diferencia entre el comportamiento mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería de la norma e 0.70 y el comportamiento mecánico a compresión promedio de las pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Figura 9

Variación del $f'm$ del ladrillo tipo IV de la norma E.070 vs el $f'm$ de los ladrillos con la adición de fibra de bagazo caña y polipropileno



Módulo de Young de fibras vs la norma de e0.70 de albañilería

En la Tabla 37 se presenta los resultados módulo de Young de pilas de albañilería con la adición de porcentajes de fibra de bagazo de caña y polipropileno y la norma E.070 de albañilería

Tabla 37

Módulo de Young de las pilas de ladrillo tipo IV de la norma E.070 de albañilería vs el módulo de Young de las pilas de ladrillo de albañilería con porcentajes de fibra de caña y polipropileno añadido

	$(E_{prom}) \text{ kg/cm}^2$	Desv est (s)	$E_{prom} - s$ (kg/cm^2)	Var (kg/cm^2)	% var
Norma E.070					
Tipo IV	45500				
Porcentaje de fibra bagazo de caña					
0.50%	100250.27	29948.17	70302.10	24802.10	54.51%
1.50%	127483.45	36247.27	91236.18	45736.18	100.52%
2.50%	41982.94	6466.61	35516.34	-9983.66	-21.94%
Porcentaje de fibra de polipropileno					
0.50%	126009.38	10677.38	115332.00	69832.00	153.48%
1.50%	112112.99	29187.90	82925.10	37425.10	82.25%
2.50%	144314.71	24318.21	119996.49	74496.49	163.73%

Figura 10 se muestra la diferencia entre el comportamiento mecánico del módulo de Young promedio de las pilas de albañilería de la norma e 0.70 y el comportamiento mecánico del módulo de Young promedio de las pilas de albañilería de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Figura 10

Variación del módulo Young de ladrillo tipo IV de la norma E.070 vs el módulo Young de los ladrillos con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno

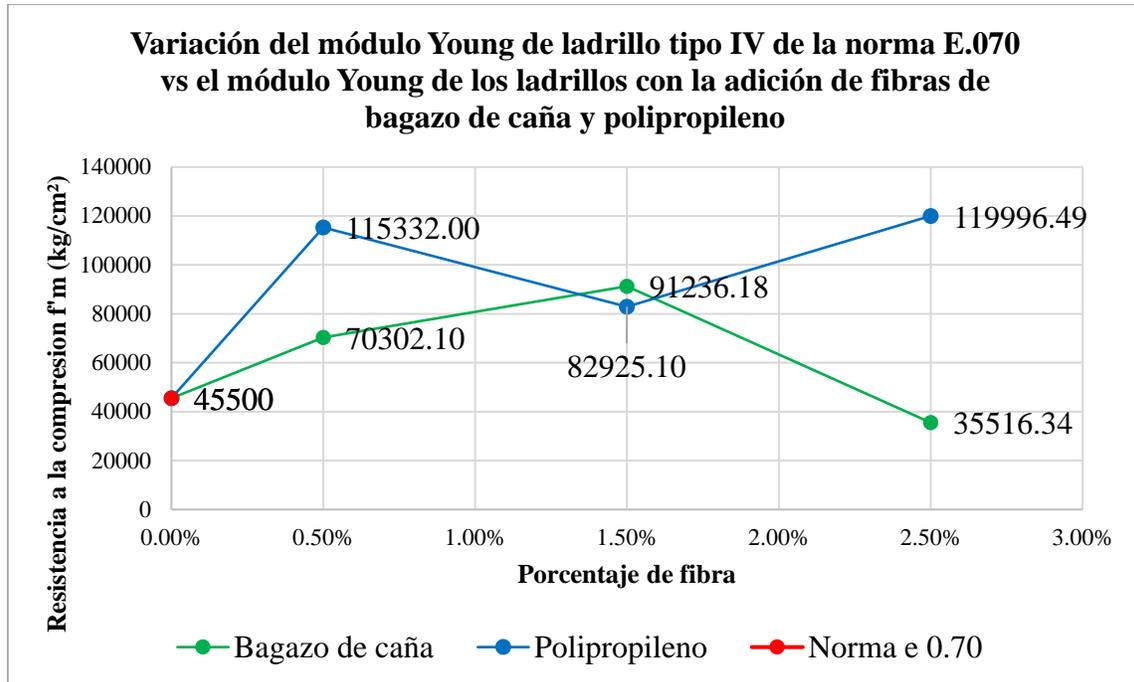
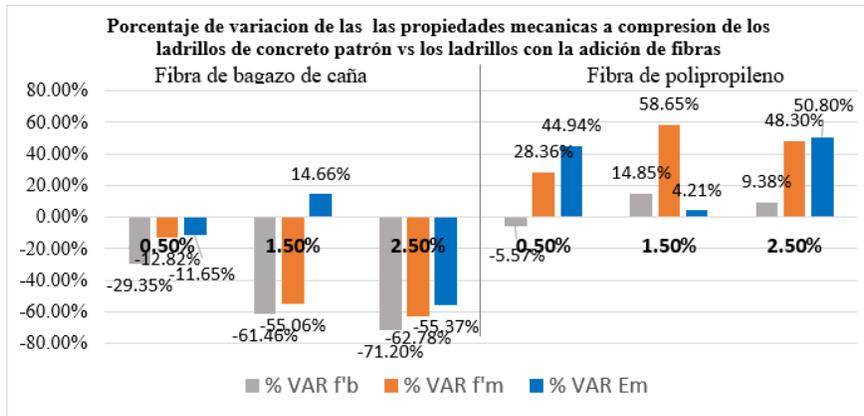


Figura 11

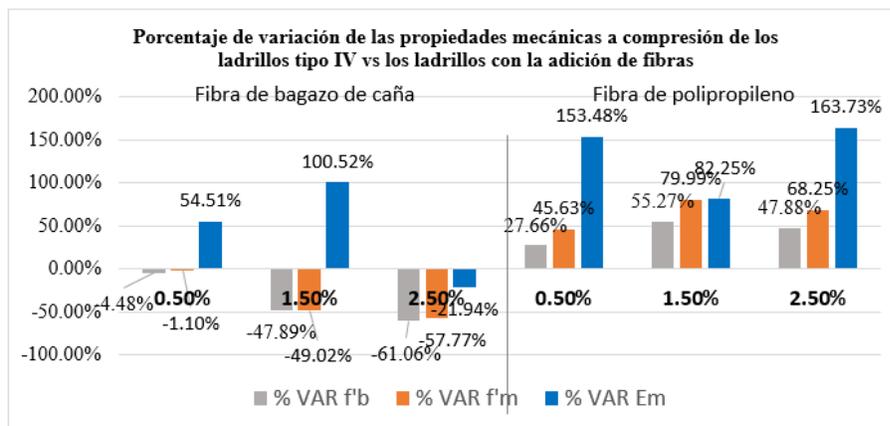
Porcentaje de variación de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos de concreto patrón vs los ladrillos con la adición de fibra de bagazo y polipropileno



La **Figura 11** muestra los porcentajes de variación de las propiedades mecánicas de concreto para cada ensayo realizado, en la cual se verifica el aumento o disminución estas propiedades de ladrillos de concreto patrón sin la adición de fibras vs los ladrillos con la adición de fibra bagazo de caña y de polipropileno.

Figura 12

Porcentaje de variación de las propiedades mecánicas a compresión de los ladrillos tipo IV vs los ladrillos con la adición de fibras



La **Figura 12** muestra los porcentajes de variación de las propiedades mecánicas de concreto para cada ensayo realizado, en la cual se verifica el aumento o disminución estas propiedades de ladrillos de concreto ladrillo Tipo IV de la norma e. 070 de albañilería vs los ladrillos con la adición de fibra bagazo de caña y de polipropileno.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Limitaciones

Uniformidad en las Fibras Naturales

El proceso de trituración del bagazo de caña para convertirlo en macro-fibra a través de la trituradora no fue óptimo, habiendo variaciones en la longitud y diámetro, por lo que se tuvo que recurrir a una revisión y corte manual para mantener una mayor uniformidad, donde no se afecte las propiedades mecánicas del concreto. Para optimizar la uniformidad de estas fibras, se puede recurrir a técnicas de trituración más precisas a través de máquinas trituradoras que te permitan mantener el diámetro y longitud dentro del requerimiento.

Trabajabilidad de la mezcla de concreto con la adición de fibras de polipropileno

La adición del 2.5% de fibra de polipropileno a la mezcla de concreto disminuyó la trabajabilidad de la muestra, debido a que presentó grumos de fibras entrelazadas, por lo que se tuvo que separar manualmente para que no afecte las propiedades mecánicas. Para poder conseguir una mezcla uniforme y trabajable no se debe superar el 1.5% de polipropileno añadido, por lo que se deberá prestar atención a este aspecto en futuras investigaciones.

Estudios Similares

Existen pocos estudios iguales o similares del que se ha abordado en esta investigación, si bien hay estudios que desarrollan el comportamiento mecánico del concreto, estos se plantean para elementos estructurales como vigas, columnas o cimentaciones y no para la fabricación de ladrillos, limitando la capacidad de contrastar los resultados obtenidos con otros estudios que hayan realizado el mismo tema. Se sugiere realizar más investigaciones en el tema de ladrillos de concreto con la adición de fibras naturales y sintéticas.

Implementación del laboratorio

Actualmente el laboratorio no cuenta con los equipos necesarios para poder estudiar más a fondo las propiedades mecánicas de los ladrillos, por lo que se enfocó solo en las propiedades mecánicas a compresión que si fue posible abordar.

Interpretación comparativa

Resistencia a compresión de las unidades de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Los porcentajes de variación de la resistencia a compresión de las unidades de ladrillos (%VAR $f'b$) de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de -29.35%, -61.46% y -71.20% respectivamente esto guarda relación con lo que sostienen Huatay (2018) donde, al añadir FBC en porcentajes del 0.5%, 1% y 2.5% presentaron una variación de 8.3%, -27.65% y -75.13%, lo cual nos indica que a mayor cantidad de fibra añadida menor es la resistencia a compresión de las unidades de albañilería. Por otro lado, los %VAR $f'b$ de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de -5.57%, 14.85% y 9.38%, esto se relaciona con lo que indican Pangestuti et al., (2021) donde, al añadir FPP en proporciones de 0.5 kg/m³, 1 kg/m³ y 1.5 kg/cm³ presentaron una variación de 2.14%, 6.92% y -0.58%, observándose como la resistencia a compresión de las unidades de ladrillo aumentó hasta una variación máxima de 14.85% para el 1.5% de fibra añadida. Pero, estas variaciones de resistencia entre los porcentajes no se acercan entre sí, debido a que la investigación abordada se enfoca en ladrillo de concreto artesanal, mientras que las investigaciones referenciadas fueron enfocadas en testigos de concreto usado para estudiar la resistencia del concreto en los elementos estructurales como zapatas, columnas, vigas entre otros.

Resistencia a compresión de pilas de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Los porcentajes de variación de la resistencia a compresión de las pilas de albañilería ($\%VAR f'm$) de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de -12.82%, -55.06% y -62.78% respectivamente, observándose una disminución de la resistencia a compresión. Por otro lado los $\%VAR f'm$ de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de 28.36%, 58.65% y 48.30% respectivamente, observándose un aumento de la resistencia a compresión. El comportamiento de las pilas se dio de la misma tendencia que unidades de albañilería donde los valores, guardando relación con los estudios mencionados.

Módulo de Young de los ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5%

Los porcentajes de variación módulo de Young de los ladrillos ($\%VAR E_m$) de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de -11.65%, 14.66% y -55.37%, observándose como la adición de 1.5% de fibra aumentó el módulo de Young, mientras los porcentajes de 0.5% y 2.5% la disminuyeron. Los $\%VAR E_m$ de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo patrón fueron de 44.94%, 4.21% y 50.80%, esto guarda relativa relación con lo que indican (Mendoza & Aire, 2011) donde, al añadir FPP en proporciones de 1 kg/m³, 3 kg/m³ y 5 kg/cm³ presentaron una variación de -3.61%, 2.89% y 2.12%, observándose una disminución del módulo de elasticidad para la proporción de 1 kg/m³ de fibra y un aumento para las proporciones del 3 kg/m³ y 5 kg/cm³ de fibra añadida, pero sin un variación determinante debido a los bajos porcentajes obtenidos, esto puede deberse a que la presente investigación respecto al estudio de

referencia, difiere en la longitud de la fibra añadida así como el módulo de finura del agregado fino y el tamaño nominal del agregado grueso, pero principalmente se debe a que una pila de ladrillo se compone diferente a un testigo de concreto cilíndrico como es el caso del estudio referenciado

Diferencias en el comportamiento mecánico a compresión de ladrillos de concreto artesanal con la adición de fibras de bagazo de caña y polipropileno en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% y el ladrillo tipo IV de la norma técnica peruana E.070 de albañilería

Diferencias de comportamiento mecánico con las fibras de bagazo de caña y un ladrillo tipo IV

Los $\%VAR_{f'b}$ de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de -4.48%, -47.89% y -61.06% respectivamente, observándose una disminución de la resistencia a compresión al aumentar la fibra añadida, por lo que no se llegó a tener la resistencia diseñada. Por otro lado, los $\%VAR_{f'b}$ de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de 27.66%, 55.27% y 47.88% respectivamente, observándose un aumento de la resistencia hasta 55.27% para 1.5% de fibra añadida, logrando superar la resistencia de diseño en todos los porcentajes de fibra añadida.

Los $\%VAR_{f'm}$ de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de -1.10%, -49.02% y -57.77% respectivamente, observándose una disminución de la resistencia a compresión de las pilas donde no se llegó a la resistencia de diseño con la adición de la fibra de bagazo. Por otro lado los $\%VAR_{f'm}$ de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de 45.63%, 79.99% y

68.25% respectivamente, observándose un aumento de la resistencia hasta 76.06% para el 1.5% de fibra añadida.

Los %VAR *Em* de concreto artesanal con la adición de FBC en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de 54.51%, 100.52% y -21.94% respectivamente, observándose un aumento del módulo de Young de hasta 100.52% para el 1.5% de fibra añadida. Los %VAR *Em* de concreto artesanal con la adición de FPP en porcentajes de 0.5%, 1.5% y 2.5% respecto al ladrillo Tipo IV de la norma e.070 de albañilería fueron de 153.48%, 82.25% y 163.73%, observándose un aumento del módulo de Young.

Implicancias

Implicancias prácticas para la aplicación de fibra de bagazo de caña de azúcar como material adicional para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto

Este estudio tiene implicancias prácticas en las fábricas de ladrillo de concreto que consideren agregar fibra de bagazo de caña para mejorar las propiedades mecánicas de sus productos, demostrando que la adición de fibra en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% conducen a una disminución en la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto, de igual forma la adición de fibra en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% disminuyen la resistencia a compresión de las pilas de albañilería y por último la adición de fibra en porcentajes de 0.5% y 2.5% disminuyen el módulo de Young, por lo tanto, los fabricantes pueden buscar otras alternativas para mejorar la calidad de sus productos.

Implicancias prácticas para la aplicación de fibra de polipropileno como material adicional para mejorar las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto

Este estudio tiene implicancias prácticas en las fábricas de ladrillo de concreto que consideren agregar fibra de polipropileno para mejorar las propiedades mecánicas de sus

productos, demostrando que la adición de fibra en porcentajes de 1.5% y 2.5% conducen a un aumento en la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto, de igual forma la adición de fibra en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% aumentan la resistencia a compresión de las pilas de albañilería y por último la adición de fibra en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% aumentan el módulo de Young, por lo tanto, los fabricantes podrían usarlo como alternativa para mejorar la calidad de sus productos.

Implicancias prácticas de las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto con la adición de fibra de bagazo de caña para su adición a la norma E.070 de albañilería

Los resultados de este estudio tienen implicancias prácticas para su consideración en la norma E.070 de albañilería donde se quiera incluir las propiedades mecánicas de la albañilería de concreto que contemple la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de concreto, resistencia a compresión de las pilas de albañilería y el módulo de Young de estas, con la adición de fibra de bagazo de caña en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% respecto al agregado grueso.

Implicancias prácticas de las propiedades mecánicas de los ladrillos de concreto con la adición de fibra de polipropileno para su adición a la norma E.070 de albañilería

Los resultados de este estudio tienen implicancias prácticas para su consideración en la norma E.070 de albañilería donde se quiera incluir las propiedades mecánicas de la albañilería que contemple la resistencia a compresión de las unidades de albañilerías, resistencia a compresión de las pilas de albañilería y el módulo de Young de estas, con la adición de fibra de polipropileno en porcentajes de 0.5%; 1.5% y 2.5% respecto al agregado grueso.

Conclusiones

El $f'b$ patrón fue de 175.75 Kg/cm² mientras que el $f'b$ con la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 124.18 kg/cm², 67.74 kg/cm² y 50,62 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución de la resistencia respecto al ladrillo patrón de -29.35%, -61.46% y -71.20% respectivamente. En cuanto al $f'b$ con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 165.96 kg/cm², 201.85 kg/cm² y 192.24 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución de la resistencia respecto al ladrillo patrón de -5.57% para el 0.5% de fibra, y un aumento de 14.85% para el 1.5% de fibra y 9.38% para el 2.5% de fibra. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña no cumple con la hipótesis planteada mientras que, al agregar fibras de polipropileno solo cumple con la adición del 1.5% de fibra añadida.

El $f'm$ patrón fue de 73.74 kg/cm² mientras que $f'm$ con la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 64.29 kg/cm², 33.14 kg/cm² y 27.45 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución de la resistencia respecto al ladrillo patrón de -12.82%, -55.06% y -62.78%. En cuanto al $f'm$ con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 94,66 kg/cm², 116,99 kg/cm² y 109.36 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento de la resistencia respecto al ladrillo patrón de 28.36%, 58.65% y 48.30% respectivamente. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña no cumple con la hipótesis planteada mientras que, al agregar fibras de polipropileno se cumple con la hipótesis planteada en los tres porcentajes.

El E_m patrón fue de 79571.92 kg/cm² mientras que E_m con la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 70302.10 kg/cm², 91236.18 kg/cm² y 35516.34 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución respecto al ladrillo patrón de -

11.65% para el 0.5% de fibra, un aumento del 14.66% para el 1.5% y una disminución del -55.37% para el 2.5% de fibra. En cuanto al Em con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 115332.00 kg/cm², 82925.10 kg/cm² y 119996.49 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento respecto al ladrillo patrón de 44.94%, 4.21% y 50.80% respectivamente. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña solo cumple con la hipótesis planteada la adición del 1.5% de fibra añadida, mientras que, al agregar fibras de polipropileno solo se cumple con la hipótesis planteada para los porcentajes de 0.5% y 2.5% de fibra añadida.

El f^b del ladrillo tipo IV de la norma e.070 de albañilería es de 130Kg/cm² mientras que el f^b con adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 124.18 kg/cm², 67.74 kg/cm² y 50,62 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución de la resistencia respecto al ladrillo tipo IV de -4.48%, -47.89% y -61.06%. En cuanto al f^b con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 165.96 kg/cm, 201.85 kg/cm y 192.24 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento de la resistencia respecto al ladrillo tipo IV de 27.66%, 55.27% y 47.28% respectivamente. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña no cumple con la hipótesis planteada, mientras que, al agregar fibras de polipropileno cumple con la hipótesis planteada para tres porcentajes de fibra añadida.

El f^m del ladrillo tipo IV de la norma e.070 de albañilería es de 65 kg/cm² mientras que el f^m con la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 64.29 kg/cm, 33.14 kg/cm y 27.45 kg/cm² respectivamente mostrando una disminución de la resistencia respecto al ladrillo tipo IV de -1.10%, -49.02% y -57.77%. En cuanto al f^m con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 94,66 kg/cm, 116,99 kg/cm y 109.36 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento de la resistencia respecto

al ladrillo tipo IV de 45.63%, 79.99% y 68.25% respectivamente. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña no cumple con la hipótesis planteada, mientras que, al agregar fibras de polipropileno cumple con la hipótesis planteada para tres porcentajes de fibra añadida.

El Em de ladrillo tipo IV de la norma e.070 de albañilería es de 45500 kg/cm² mientras que el Em de las pilas de ladrillos de concreto con la adición de fibras de bagazo de caña en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 70302.10 kg/cm², 91236.18 kg/cm² y 35516.34 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento de 54.51% para el 0.5% de fibra y 100.52% para el 1.5% de fibra, y una disminución del -21.94% para el 2.5% de fibra. En cuanto Em con la adición de fibras de polipropileno en porcentajes de 0.5% 1.5% y 2.5% fue de 115332.00 kg/cm², 82925.10 kg/cm² y 119996.49 kg/cm² respectivamente mostrando un aumento respecto al ladrillo tipo IV de 153.48%, 82.25% y 163.73% respectivamente. Por lo que se concluye que, al agregar fibras de bagazo de caña solo cumple con la hipótesis planteada la adición del 0.5% y 1.5% de fibra añadida, mientras que, al agregar fibras de polipropileno cumple con la hipótesis planteada para los tres porcentajes de fibra añadida.

CAPÍTULO V: REFERENCIAS

- Aguirre, D. (2004). *Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junin*.
- Alústiza, J., Salvador, E., & Castiella, A. (2012). ¿Cómo establecer la hipótesis y los objetivos de un proyecto de investigación en Radiología? *Radiología*, 54(1), 3-8.
<https://doi.org/10.1016/j.rx.2011.09.002>
- Analytical and Experimental Seismic Evaluation of Confined Masonry Walls Retrofitted by Steel-Fiber and Polypropylene Shotcrete.pdf*. (s. f.).
- Bartolomé, R., Quiun, D., & Silva Berríos, W. E. (2022). *Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de albañilería*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<https://doi.org/10.18800/9786123173661>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson Educación.
- Blanco, A., & Martínez, D. (2022). *Plan de negocio para el uso de la fibra de polipropileno como aditivo en la cimentación de las torres de telecomunicaciones*.
- Dawoud, N., Micheal, A., & Moussa, R. R. (2020). A Review on Investigating the experimental process for partial replacement of cement with sugarcane bagasse in the construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 974(1), 012036.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/974/1/012036>
- Day, R. A. (2005). *Cómo escribir y publicar trabajos científicos (3a. Ed.)*. Organización Panamericana de la Salud.
- Delgado, N. (2016). *Evaluación de las Características Estructurales de la Albañilería Producida con Unidades Fabricadas en la Región Central Junin*.
- Dominguez D, D. (2021). Rendimiento estructural de bloques de hormigón con agregados de madera para la construcción de edificios de mediana y gran altura. *Informes de la Construcción*, 73(564), e414. <https://doi.org/10.3989/ic.81319>
- Duque, M., Lancellotti, I., Andreola, F., Barbieri, L., Belmonte-Ureña, L. J., & Camacho-Ferre, F. (2022). Management of agricultural waste biomass as raw material for the construction sector: An analysis of sustainable and circular alternatives. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 70. <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00655-7>

- Espinoza, M. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar*. Universidad de Cuenca.
- Gaspar, D. R. A. (s. f.). *Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ingeniería Civil*.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta edición). McGraw-Hill Education.
- Howard, F. S. C., Rojas, L. A. R., Martínez, J. F. G., Castro, D. G. M., & Pérez, O. F. A. (2020). Evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos elaborados con residuos de vidrio y plástico. Análisis de las emisiones de dióxido de carbono. *Lámpsakos*, 24, 60-73.
- Huatay, M. (2018). *Resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² con tres porcentajes (0.5%, 1.0% y 2.5%) de fibra de bagazo de caña de azúcar* [Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14769>
- Marín, I. C. V. (2013). *Fibras textiles naturales sustentables y nuevos hábitos de consumo*. 13, 17.
- Mendoza, C., & Aire, C. (2011). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido*. 2.
- Najafgholipour, M., Dehghan, S. M., Mirzaee, A. R., & Aghaei, A. A. (2016). Experimental Investigation on Flexural Behavior of Masonry Prisms Strengthened by Fiber-Reinforced Mortar Layer. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 40(4), 277-286. <https://doi.org/10.1007/s40996-016-0035-y>
- Ocola, L. (2005). *Peligro, vulnerabilidad, riesgo y la posibilidad de desastres sísmicos en el Perú*.
- Ortega, R., Tuya Pendás, L. C., Martínez Ortega, M., Pérez Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), 0-0.
- Pangestuti, E., Handayani, S., Adila, H., & Primerio, P. (2021). The effect of polypropylene fiber addition to mechanical properties of concrete. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 700(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/700/1/012057>
- Paniagua, F., & Condori, P. (2018). *Investigación científica en educación* (2.^a ed., Vol. 2). Porfirio Condori Ojeda.

- Parammal, A., & Ayala, D. (2021). Classification and seismic fragility assessment of confined masonry school buildings. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 19(5), 2213-2263.
<https://doi.org/10.1007/s10518-021-01061-9>
- Paricaguán, B., & Muñoz, M. (2019). *Studies of the mechanical properties of concrete reinforced with sugar cane bagasse fibers*. 2, 12.
- Pirotia, S., Najarchi, M., Hezavehi, E., Najafzadeh, M. M., & Mirhosseini Hezaveh, S. M. (2018). The experimental assessment of the effect of polypropylene fibers on improvement of Nano-silica concrete behavior. *Scientia Iranica*, 0(0), 0-0.
<https://doi.org/10.24200/sci.2018.50514.1735>
- Ramos, C. (2020). Alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1-6.
<https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Razo, C. (2011). *Como elaborar y asesorar una investigacion de Tesis*. Pearson Educación.
- Sadegh, D., Bonett, R., & Ledezma, C. (2013). Analytical Model for Compression Behavior of Hollow Concrete Blocks. *Revista de la construcción*, 12(3), 76-82.
<https://doi.org/10.4067/S0718-915X2013000300009>
- Saraz, J. A. O., Aristizabal, F. V., & Mejía, J. A. H. (2007). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar*. 11.
- Savio, A., Torre, D., & Cedrón, J. (2022). Experimental Volume Incidence Study and the Relationship of Polypropylene Macrofiber Slenderness to the Mechanical Strengths of Fiber-Reinforced Concretes. *Applied Sciences*, 12(18), 9126.
<https://doi.org/10.3390/app12189126>
- Serrano, M., Pérez, D., Torrado, L. M., & Darío, N. (2017). Residuos Inertes para la Preparación de Ladrillos con Material Reciclable: Una Práctica para Protección del Ambiente. *Industrial Data*, 20(1), 131. <https://doi.org/10.15381/idata.v20i1.13507>
- Silgado, E. (1978). *Historia de los sismos mas notables ocurridos en Perú (1513-1974)*. Instituto de Geología y Minería en el Perú.
- Vargas, Y., & Pérez, L. (2018). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente*. <http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.xxxx>
- Ziarsolo, A. P., & Sánchez, E. A. (2016). Una introducción a los textiles artificiales en las colecciones de indumentaria del siglo XX y su conservación. *Ge-conservacion*, 9.
<https://doi.org/10.37558/gec.v9i0.276>

CAPÍTULO VI: ANEXOS

Anexos A: Panel Fotográfico.

Figura 13

Ensayo de contenido de humedad de agregados – peso húmedo



Figura 14

Ensayo contenido de humedad de agregados - muestra en el horno



Figura 15

Ensayo contenido de humedad de agregados - muestra seca



Figura 16

Ensayo de granulometría de agregados. - muestra inicial



Figura 17
Ensayo de granulometría de agregados. - tamizado



Figura 18
Ensayo de granulometría de agregados. - peso retenido en tamiz



Figura 19

Ensayo de P.E. A.F. - Material extendido saturado



Figura 20

Ensayo de P.E. A.F. - Muestra SSS



Figura 21

Ensayo P.E. A.F. - Fiola con muestra de 500gr

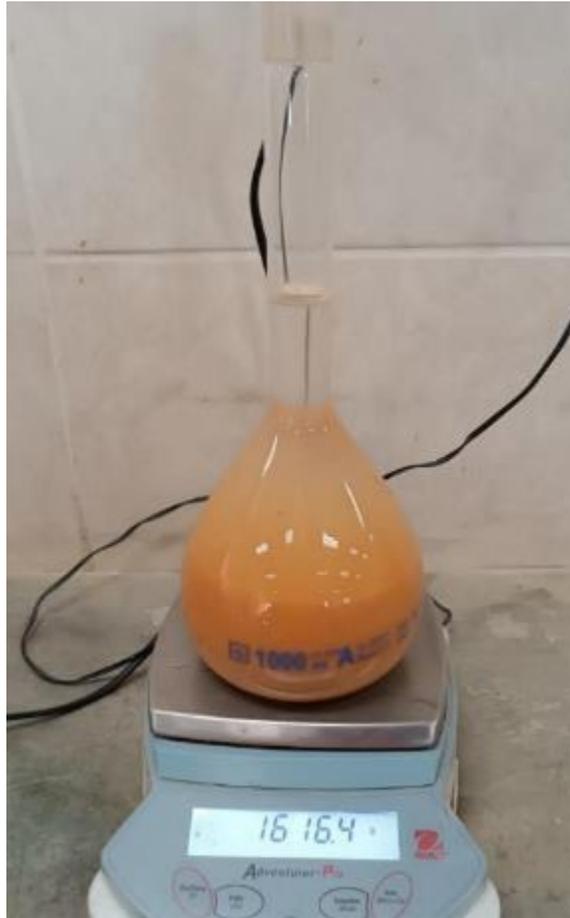


Figura 22

Ensayo P.E. A.F - muestra recuperada de la fiola



Figura 23

Ensayo P.E. A.F. - secado de muestra recuperada y decantada de la fiola.



Figura 24

Ensayo P.E. A.F. - Muestra seca

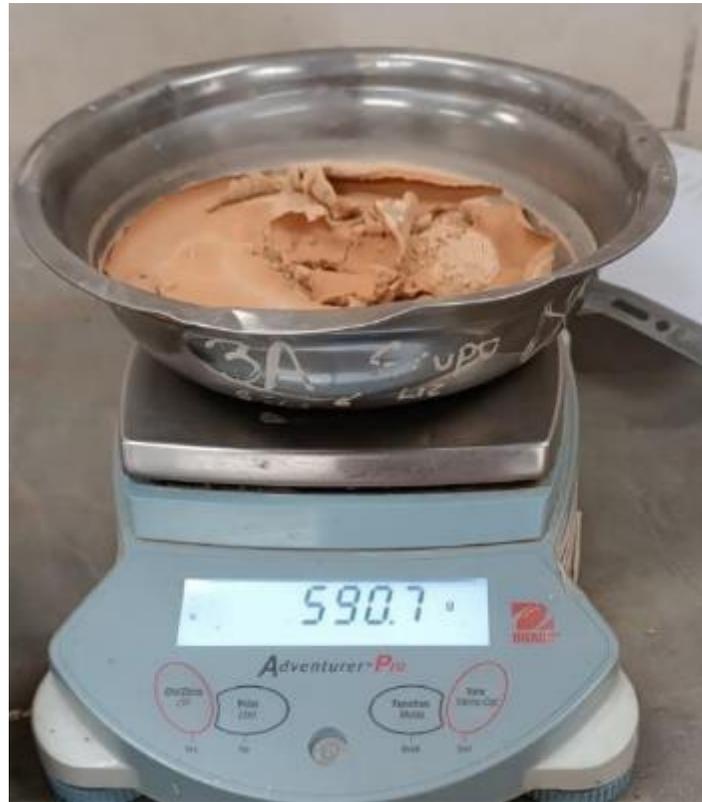


Figura 25

Ensayo de P.E. A.G. - Limpieza de material saturado.



Figura 26

Ensayo de P.E. A.G. - material expuesto en una superficie plana



Figura 27

Ensayo de P.E. A.G. - Muestra SSS



Figura 28

Ensayo de P.E. A.G. - Muestra SSS en la cesta de malla de alambre.



Figura 29
Ensayo P.E. A.G. - Peso de muestra sumergida



Figura 30
Secado de muestra recuperada y decantada



Figura 31

Ensayo de peso unitario compactado - Secado de la muestra a temperatura constante



Figura 32

Ensayo de peso unitario compactado - Compactado de muestra



Figura 33

Ensayo de peso unitario compactado - registro de la muestra compactada



Figura 34

Bagazo de caña en estado natural



Figura 35
Detalle de la compra de la fibra de polipropileno

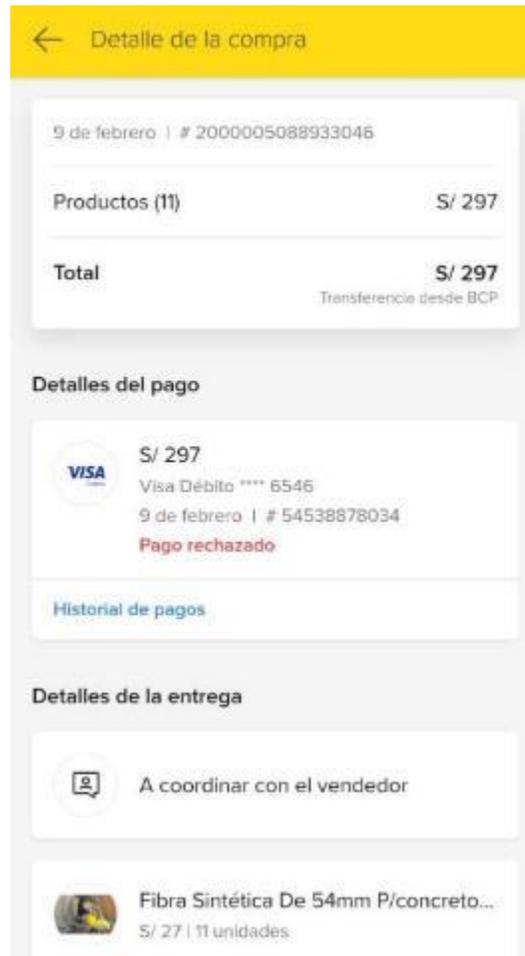


Figura 36
Trituradora



Figura 37
Triturado de bagazo de caña



Figura 38
Preparado de fibra de bagazo de caña con 13-70mm de largo y espesor de 0.25 – 1.5mm



Figura 39
Tanda de materiales para cada porcentaje de fibra



Figura 40
Preparado de la mezcla para cada porcentaje de fibra



Figura 41
Adición de fibra de bagazo de caña a la mezcla



Figura 42
Adición de fibra de polipropileno a la mezcla



Figura 43
Ensayo de consistencia de la mezcla - slump



Figura 44
Medida del asentamiento de la mezcla



Figura 45
Preparado de ladrillo



Figura 46
Vibrado de ladrillo



Figura 47
Moldeado de ladrillo



Figura 48
Evidencia de asesoramiento de tesis.



Figura 49
Total de ladrillos moldeados



Figura 50
Curado de ladrillos



Figura 51
Tanda de materiales para elaboración del mortero para pilas



Figura 52
Preparado de mortero



Figura 53
Armado de pilas



Figura 54
Culmino de pilas



Figura 55
Refrendado de unidades de albañilería



Figura 56
Refrendado de pilas de albañilería



Figura 57
Ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería



Figura 58
Ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería



Anexos B: Protocolos de ensayos.

Figura 59

Protocolo de ensayo contenido de humedad de agregados fino

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS FINOS		
	NORMA: (NTP 339.185)		
TESIS: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%			
CANTERA:	Alupuy	TIPO DE CANTERA:	Cerro
UBICACION:	Alupuy - Celendin	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	27/01/2023	REVISADO POR:	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (NTP 339.185)					
Grupo N°:			Fecha: 27/01/2023		
Tesis:			Docente:		
DATOS DE LA MUESTRA					
Identificación:			TM:		
Procedencia: Alupuy-Celendin			TMN:		
N°	MUESTRA	Peso Inicial (W) (gr)	Peso Final (D) (gr)	p individual (%)	p prom (%)
	T-01	543.2	520.4	4.38%	4.39%
	T-02	539.5	516.9	4.40%	

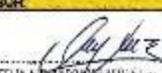
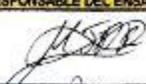
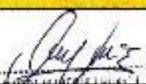
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Diana Valera	NOMBRE: Alupuy Vasquez
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Figura 60

Protocolo ensayo contenido de humedad de agregados gruesos

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
	PROTOCOLO		
	ENSAYO: CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS GRUESOS		
	NORMA: (NTP 339.185)		
TESIS: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%			
CANTERA:	Ressac	TIPO DE CANTERA:	Cerro
UBICACIÓN:	Bacon - Celendin	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Grueso
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	17/01/2023	REVISADO POR:	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (NTP 339.185)				
Grupo N°:	Fecha: 17/01/2023			
Tesis:	Docente:			
DATOS DE LA MUESTRA				
Identificación:	TM: 3/4"			
Procedencia: Bacon-Celendin	TMN: 1/2"			
N° MUESTRA	Peso Inicial (W) (gr)	Peso Final (D) (gr)	p Individual (%)	p prom (%)
T-01	2002.39	1957.18	2.31%	2.28%
T-02	1961.5	1910.3	2.25%	
T-03				

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Micaela	NOMBRE: Asesor
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

Reg. CIR. N° 222077

Figura 61
Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado fino 1

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOCOLO									
ENSAYO			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						
NORMA			MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012						
TESIS			COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%						
CANTERA:			Alupuy			TM:			
UBICACIÓN:			Alupuy - Celendin			TMN:			
FECHA DE MUESTRA:			13/01/2023			M.F:		2.42	
FECHA DE ENSAYO:			27/01/2023			HUSO A UTILIZAR:			
RESPONSABLE						REVISADO POR:			

AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
1	N° 4	4.8	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	95.00%	100.00%
2	N° 8	2.4	30.40	5.842%	5.842%	94.158%	80.00%	100.00%
3	N° 16	1.2	43.20	8.301%	14.143%	85.857%	50.00%	85.00%
4	N° 30	1	153.90	29.573%	43.716%	56.284%	25.00%	60.00%
5	N° 50	0	200.80	38.605%	82.321%	17.679%	10.00%	30.00%
6	N° 100	0.2	69.40	13.338%	96.657%	4.343%	2.00%	10.00%
7	N° 200	0.1	11.40	2.191%	97.848%	2.152%	0.00%	3.00%
8	Bandeja	0	11.20	2.152%	100.000%	0.000%	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar

$$M.F = \frac{(\% \text{ Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
NOMBRE: Diaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Alvarado
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA Reg CIP N° 222077

Figura 62
Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado fino 2

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA									
PROTOKOLO									
ENSAYO		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS							
NORMA		MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012							
TESIS		COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%							
CANTERA:		Alupuy			TM:				
UBICACIÓN:		Alupuy - Colendín			TMN:				
FECHA DE MUESTRA:		13/01/2023			M.F:		2.42		
FECHA DE ENSAYO:		27/01/2023			HUSO A UTILIZAR:				
RESPONSABLE					REVISADO POR:				

AGREGADO FINO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	N° 4	4.8	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95.00%	100.00%
2	N° 8	2.4	34.90	6.77%	6.77%	93.23%	80.00%	100.00%
3	N° 16	1.2	46.70	9.05%	15.82%	84.18%	50.00%	85.00%
4	N° 30	1	123.00	23.85%	39.67%	60.33%	25.00%	60.00%
5	N° 50	0	227.00	44.01%	83.68%	16.32%	10.00%	30.00%
6	N° 100	0.2	63.60	12.33%	96.01%	3.99%	2.00%	10.00%
7	N° 200	0.1	11.30	2.19%	98.20%	1.80%	0.00%	3.00%
8	Bandeja	0	9.30	1.80%	100.00%	0.00%	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar

$$M.F = \frac{(\% \text{Retenido acumulado en las mallas } N^{\circ} 4, 8, 16, 30, 50, 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Luna	NOMBRE: [Illegible]
FECHA	FECHA	FECHA	FECHA

Reg. GHP - N° 222077

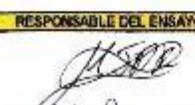
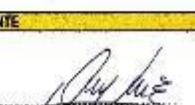
Figura 63
 Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregado grueso 1

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS		
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012		
TÍTULO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%		
CANTERA:	Rosac	TM:	3/4"
UBICACIÓN:	Bacon - Celendin	TMN:	1/2"
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	M.F:	6.65
FECHA DE ENSAYO:	17/01/2023	HUSO A UTILIZAR:	67
RESPONSABLE		REVISADO POR:	

AGREGADO GRUESO

MATERIAL: Dependiente de TM								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende de TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	2 1/2"	63.5	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
2	2"	50.8	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
1	1 1/2"	38.1	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
2	1"	25	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	100.00%	100.00%
3	3/4"	19	0.00	0.000%	0.000%	100.000%	90.00%	100.00%
4	1/2"	12.5	890.20	45.484%	45.484%	54.516%	-	-
5	3/8"	9.5	434.00	22.175%	67.659%	32.341%	20.00%	55.00%
6	N° 4	4.75	587.80	30.033%	97.692%	2.308%	0.00%	10.00%
7	Bandeja	-	45.18	2.308%	100.000%	0.000%	0.00%	5.00%

Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. **Norma ASTM C33**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Pizarro Valdega	NOMBRE: Alvaro M. Rosales
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Reg. CIP N° 222077

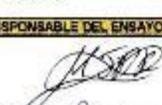
Figura 64
Protocolo de ensayo de análisis granulométrico de agregados gruesos 2

		LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA					
		PROTOKOLO					
		ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					
		NORMA: MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012					
TESES: COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%							
CANTERA:		Resaca:	TM:	3/4"			
UBICACIÓN:		Bacon - Celendin	TMN:	1/2"			
FECHA DE MUESTRA:		13/01/2023	M:F:	6.64			
FECHA DE ENSAYO:		17/01/2023	HUSO A UTILIZAR:	67			
RESPONSABLE			REVISADO POR:				

AGREGADO GRUESO

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisa Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Inferior	Límite Superior
	1	2 1/4"					63.5	0.00
2	2"	50.8	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
1	1 1/2"	38.1	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
2	1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100.00%	100.00%
3	3/4"	19	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90.00%	100.00%
4	1/2"	12.5	827.50	43.14%	43.14%	56.86%	-	-
5	3/8"	9.5	457.80	23.86%	67.00%	33.00%	20.00%	65.00%
6	N° 4	4.75	573.70	29.91%	96.91%	3.09%	0.00%	10.00%
7	Bandeja	-	59.30	3.09%	100.00%	0.00%	0.00%	5.00%

Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. **Norma ASTM C33**

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: Diaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: [Name]	NOMBRE: [Name]
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Reg CIP N° 222077

Figura 65
Protocolo de ensayo de peso unitario de agregado grueso

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
	PROTOCOLO			
	ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS		
	NORMA	MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
TESIS	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%			
CANTERA:	Ressac	TIPO DE CANTERA:	Cerro	
UBICACION:	Bacon - Celandín	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Grueso	
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	RESPONSABLE:		
FECHA DE ENSAYO:	18/01/2023	REVISADO POR:		

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL		1/2'		VOLUMEN MOLDE	0.0093
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3		RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	kg	19.04	19.2	18.98		
B	Peso del molde	kg	4.78	4.78	4.78		
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	kg	14.26	14.42	14.2		
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	kg/m ³	1533.33	1550.54	1526.88		1536.92
E	Peso del Molde + AG Suelto	kg	17.58	17.56	17.4		
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	kg	12.8	12.78	12.62		
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	kg/m ³	1376.34	1374.19	1356.99		1369.17

OBSERVACIONES:

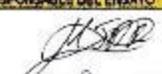
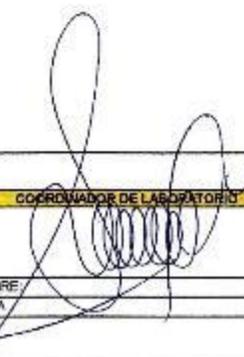
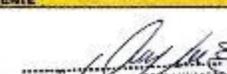
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
			
NOMBRE: DÍAZ ROSALES H.	NOMBRE: VALERA VASQUEZ M.	NOMBRE:	NOMBRE: INGENIERO CIVIL
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

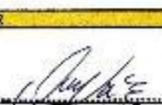
Figura 66
Protocolo de ensayo de peso específico y absorción de agregados finos

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022		
TESIS	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%		
CANTERA:	Alupuy	TIPO DE CANTERA:	Cerro
UBICACIÓN:	Alupuy - Celendin	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Fino
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	27/01/2023	REVISADO POR:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	495.90	495.60	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1306.30	1296.90	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1612.00	1604.00	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie	gr.	500.00	500.00	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.58	2.57	2.57
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (seco) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.58	2.59	2.59
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2.62	2.63	2.63
H	Absorción $Abs(\%) = \frac{S - A}{A} + 100\%$	(%)	0.83%	0.89%	0.86%

N.A: No aplica

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: D. Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE:	NOMBRE: Inge. Valera Vasquez
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA: Ingeniería Civil

Reg. C.I.P. N° 222077

Figura 67
Protocolos de ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS		
NORMA	MTC E206 - ASTM C127 - NTP 400.021		
TESIS	COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%		
CANTERA:	Ressec	TIPO DE CANTERA:	Cerro
UBICACIÓN:	Bacon - Celendin	TIPO DE MATERIAL:	Agregado Grueso
FECHA DE MUESTRA:	13/01/2023	RESPONSABLE:	
FECHA DE ENSAYO:	17/01/2023	REVISADO POR:	

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr	2182.8	2110.98	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr	2198	2138	N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr	1366.5	1333.9	N.A
D	Peso específico aparente seco $P. e. a (seco) = \frac{A}{B - C}$	gr/cm ³	2.63	2.63	2.63
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	gr/cm ³	2.66	2.66	2.66
F	Peso específico nominal $P. e. a (SSS) = \frac{A}{A - C}$	gr/cm ³	2.72	2.72	2.72

N.A: No aplica

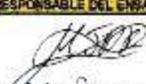
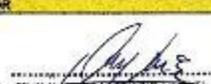
OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE:	NOMBRE: Asesor
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA: Ingeniero Civil Reg. CIP N° 222077

Figura 68

Protocolo ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
	PROCOLO							
	ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA						
	NORMA	[NTP 339.518-339.604]						
TESIS	"COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LADRILLOS DE CONCRETO ARTESANAL, CON LA ADICIÓN DE FIBRAS NATURALES Y SINTÉTICAS EN PORCENTAJES DE 0.5%, 1.5% Y 2.5%"							
CANTERA:	Alupuy	TIPO DE LADRILLO				Tipo IV		
LUBICACION:	Alupuy - Celendín	COLOR DE LADRILLO				Gris		
FECHA DE MUESTREO:	04/04/2023	RESPONSABLE:						
FECHA DE ENSAYO:	04/04/2023	REVISADO POR:						

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA								
	ESPECIMEN	ADICION DE FIBRA	Lo (cm)	Ho (cm)	Ao (cm)	Ab (cm²)	Carga Última (Kg)	F'b (kg/cm²)
LADRILLO SIN FIBRA	1P - S/F	0%	24.00	9.36	14.36	344.64	65350.00	189.62
	2P - S/F	0%	23.90	9.36	14.36	343.20	60775.00	177.08
	3P - S/F	0%	23.98	9.36	14.38	344.83	62123.00	180.16
LADRILLO CON FIBRA DE BAGAZO DE CAÑA	1G - 0.5%	0.50%	23.98	9.34	14.32	343.39	41930.00	122.11
	2G - 0.5%	0.50%	23.98	9.38	14.30	342.91	51156.00	149.18
	3G - 0.5%	0.50%	23.98	9.38	14.32	343.39	55207.00	160.77
	1G - 1.5%	1.50%	23.98	9.38	14.40	345.31	29543.00	85.56
	2G - 1.5%	1.50%	23.96	9.38	14.42	345.50	29204.00	84.53
	3G - 1.5%	1.50%	23.98	9.40	14.38	344.83	22778.00	66.06
	1G - 2.5%	2.50%	24.00	9.38	14.30	343.20	20417.00	59.49
	2G - 2.5%	2.50%	24.00	9.36	14.36	344.64	17932.00	52.03
	3G - 2.5%	2.50%	23.98	9.36	14.32	343.39	18100.00	52.71
LADRILLO CON FIBRA DE PÓLIPROPILENO	1P - 0.5%	0.50%	23.98	9.34	14.36	344.35	58755.00	170.63
	2P - 0.5%	0.50%	23.96	9.34	14.38	344.54	66294.00	192.41
	3P - 0.5%	0.50%	23.98	9.38	14.38	344.83	59204.00	171.69
	1P - 1.5%	1.50%	24.00	9.34	14.36	344.64	76675.00	222.48
	2P - 1.5%	1.50%	23.98	9.38	14.36	344.35	73089.00	212.25
	3P - 1.5%	1.50%	23.98	9.38	14.28	342.43	69108.00	201.82
	1P - 2.5%	2.50%	23.96	9.34	14.26	341.67	68650.00	200.92
	2P - 2.5%	2.50%	24.00	9.34	14.26	342.24	66903.00	195.49
	3P - 2.5%	2.50%	24.00	9.38	14.26	342.24	75813.00	221.52

OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
			
NOMBRE: Díaz Rosales	NOMBRE: Valera Vasquez	NOMBRE: Oscar Valdero	NOMBRE: María Victoria Velásquez
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Reg CIP N° 222077

Figura 69
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P S/F

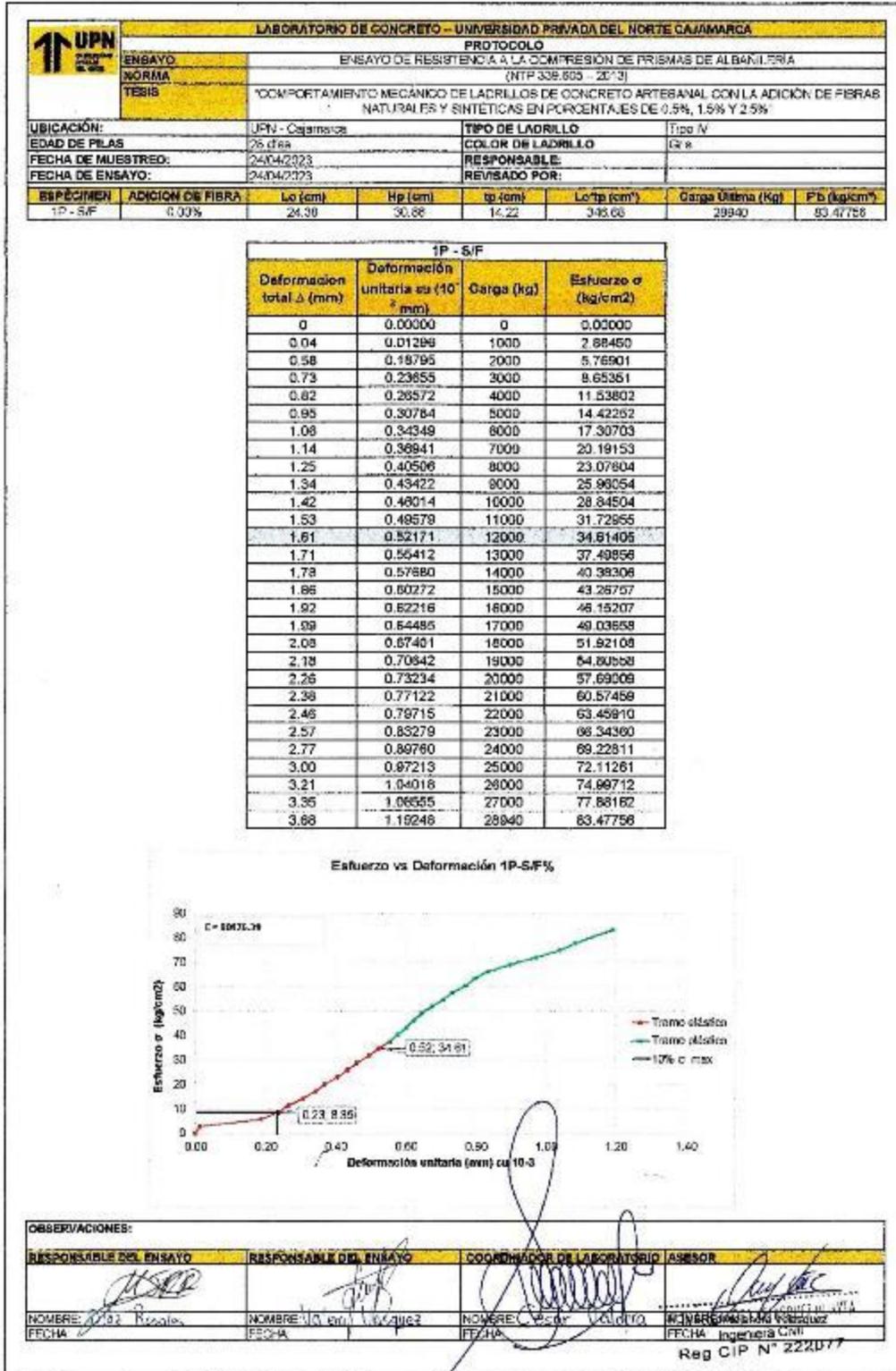


Figura 70

Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P S/F

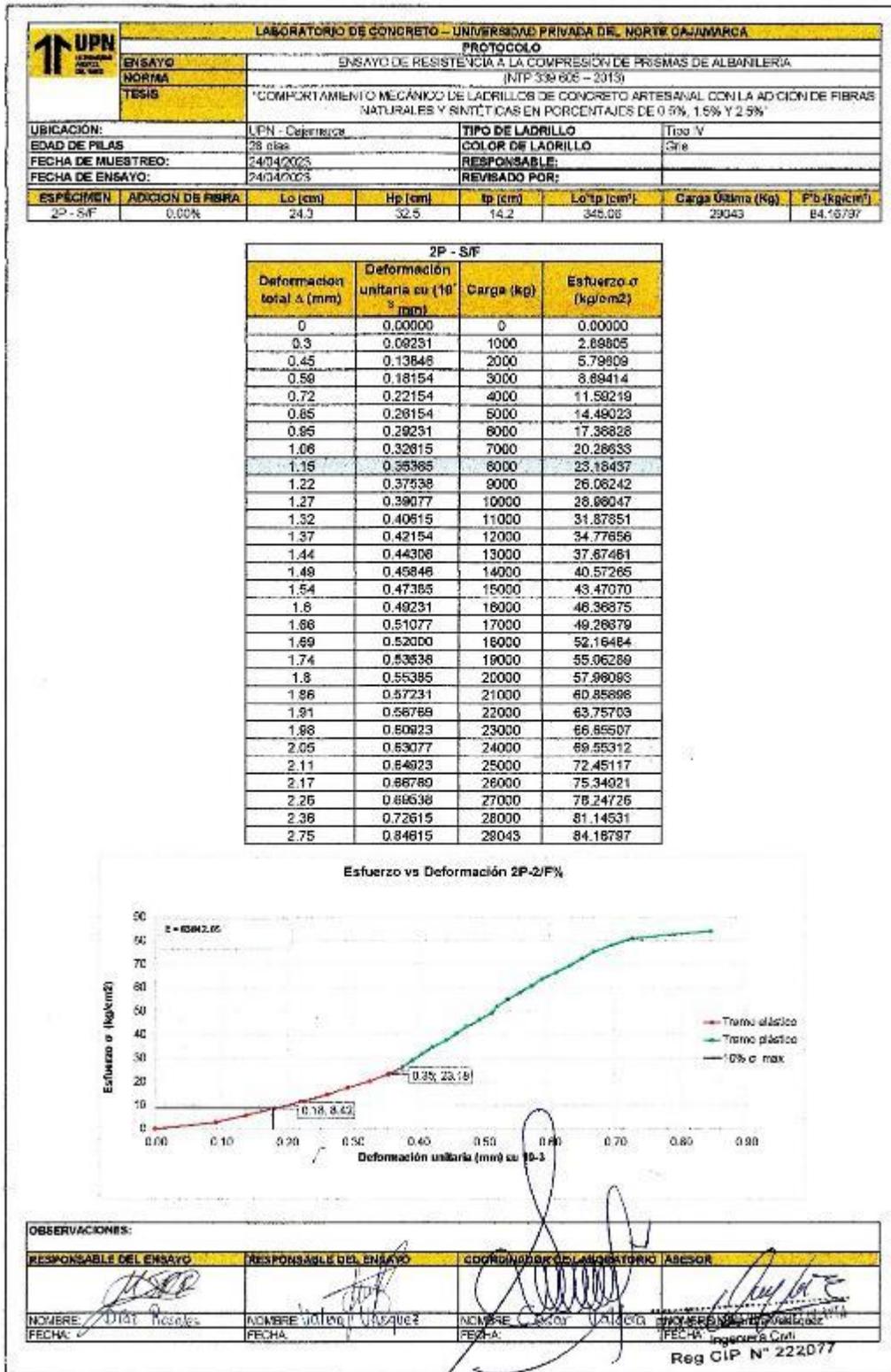


Figura 71
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P S/F

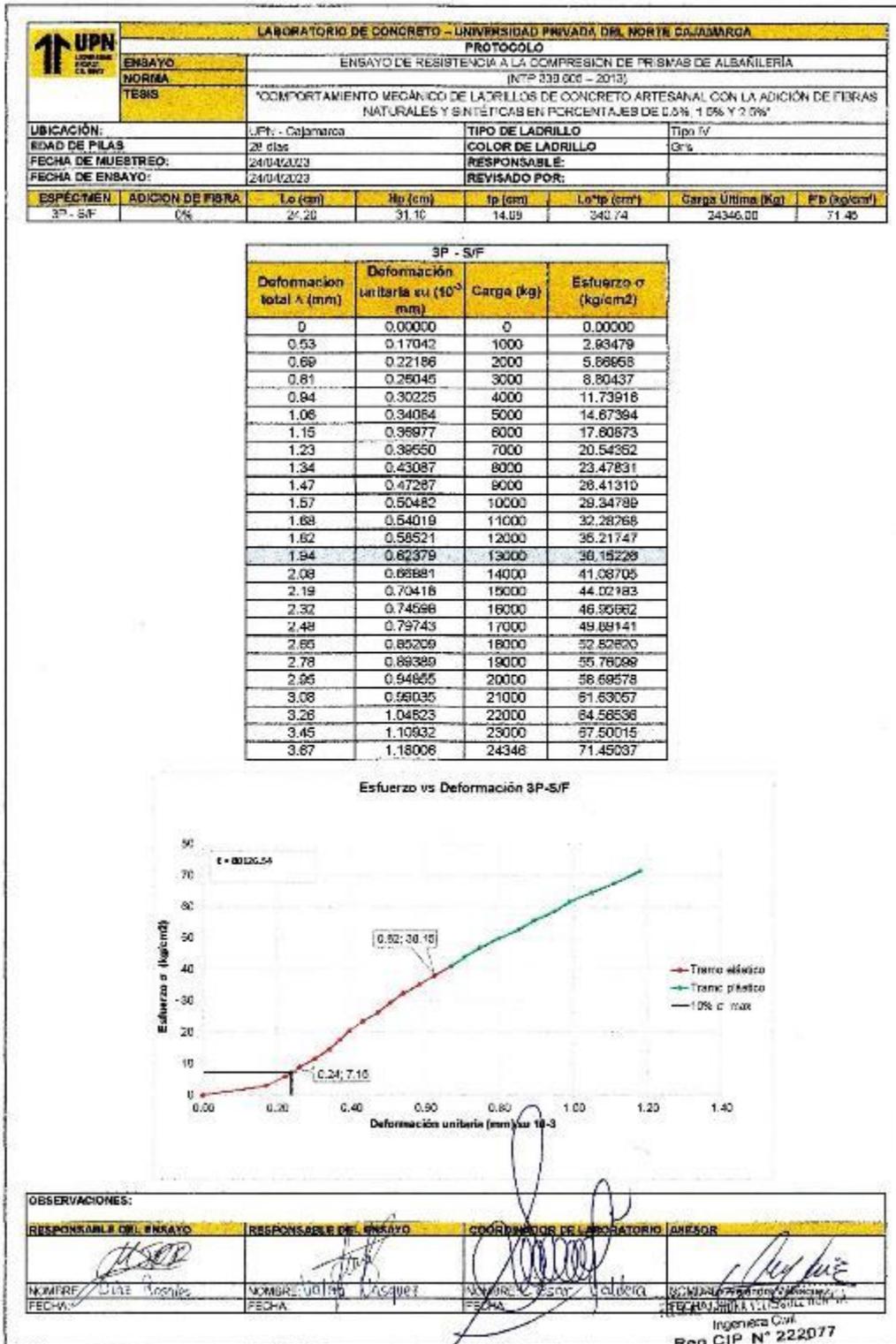


Figura 72
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 0.5%

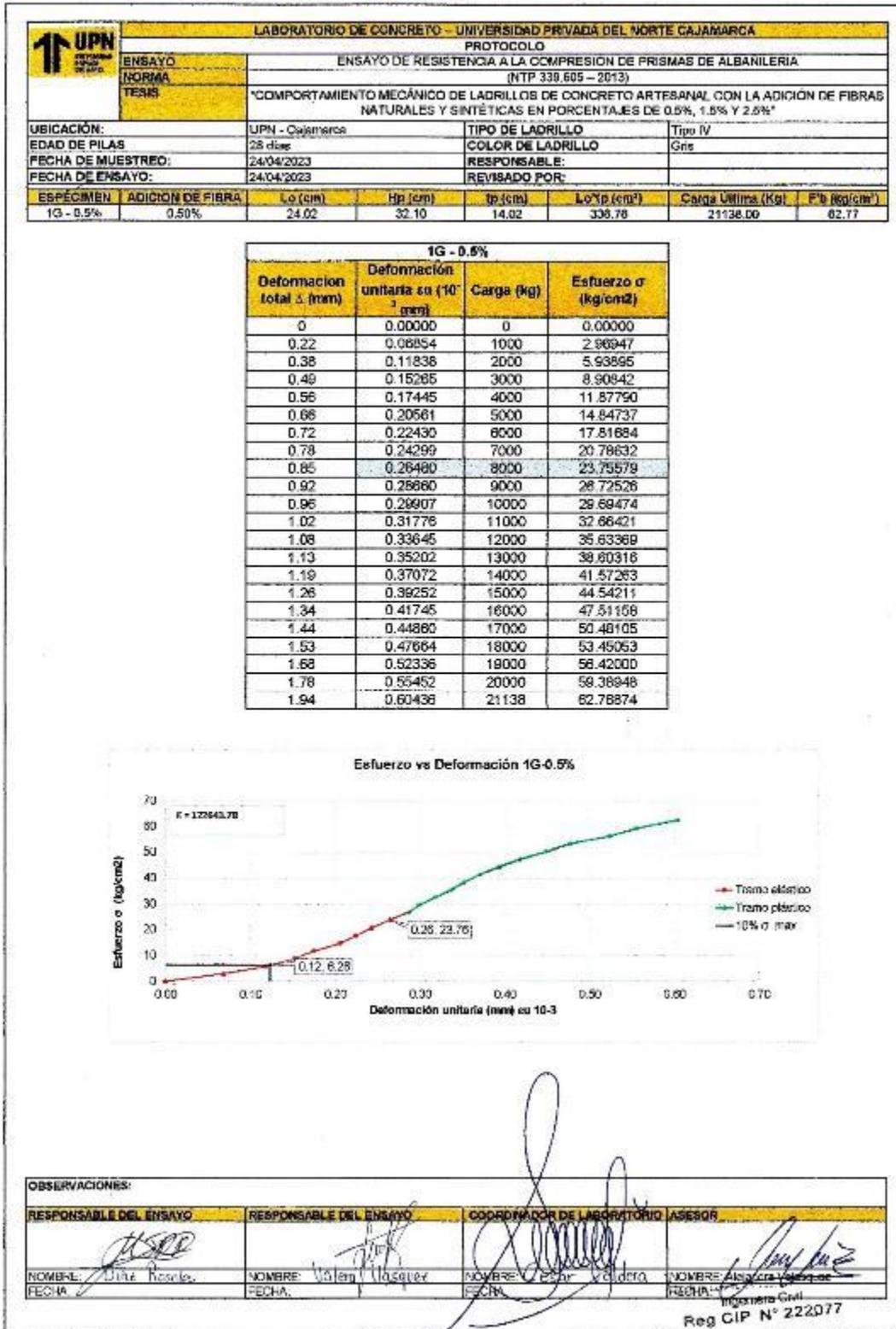


Figura 73
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 0.5%

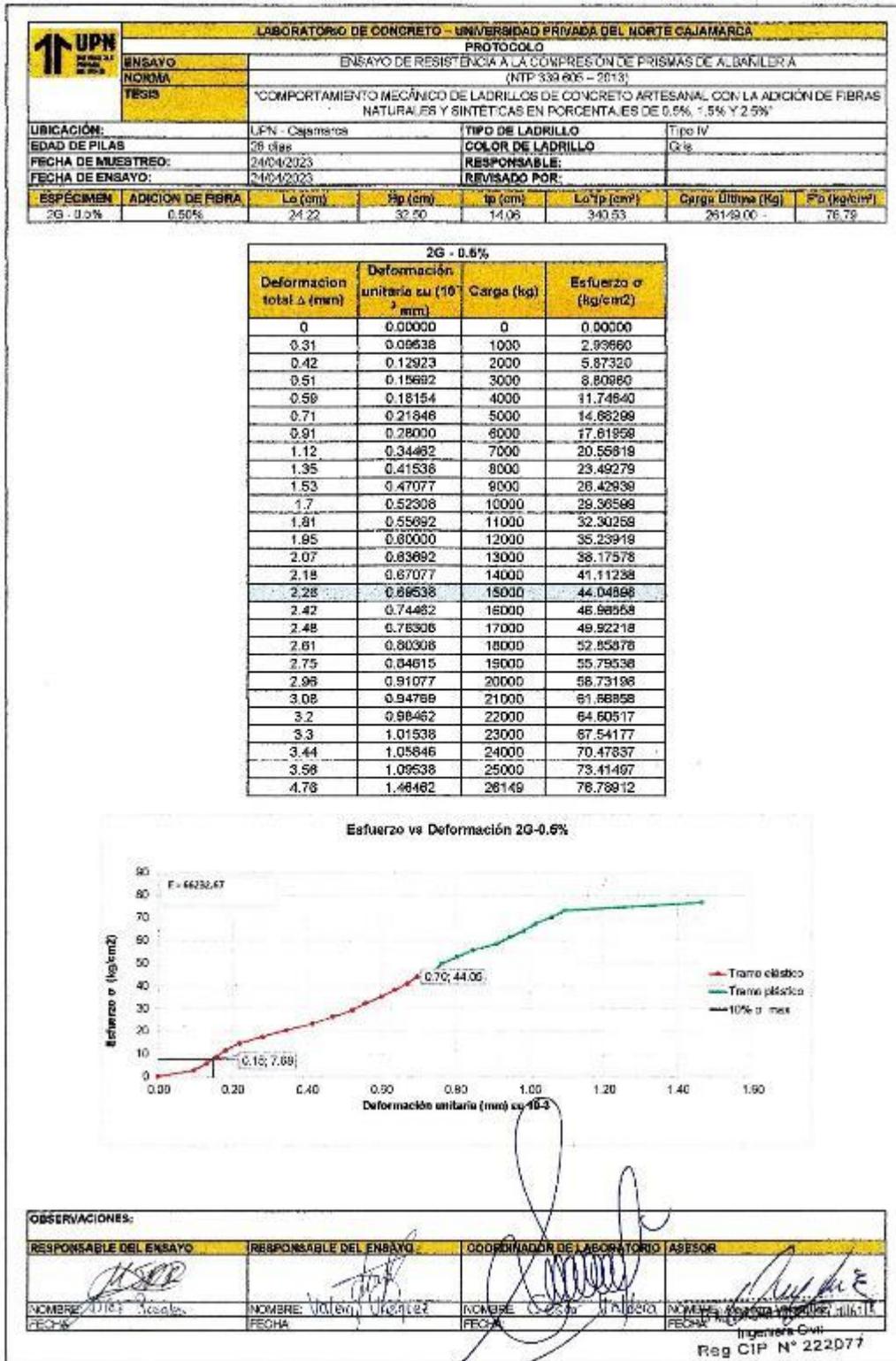


Figura 74

Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 0.5%

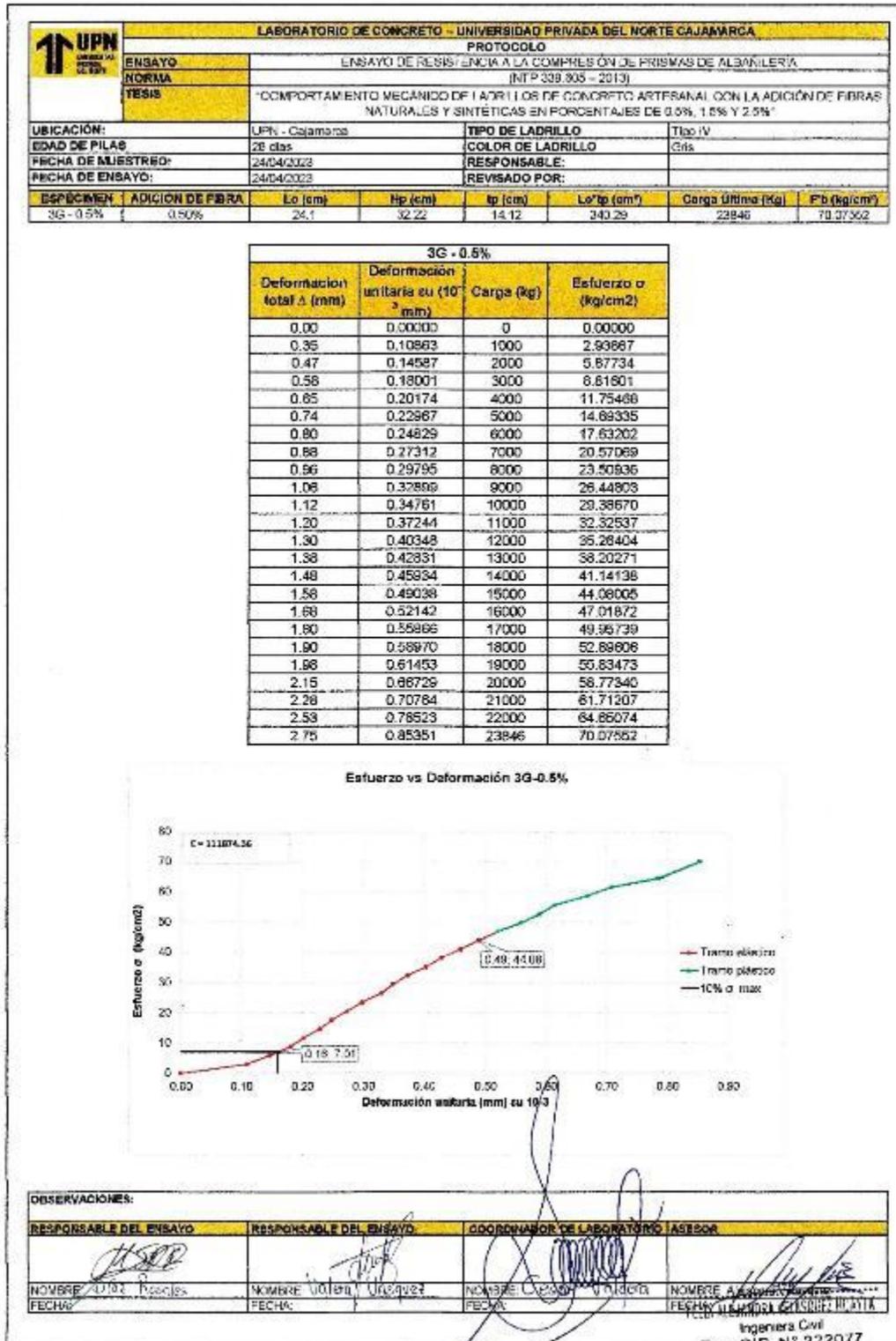


Figura 75
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 1.5%

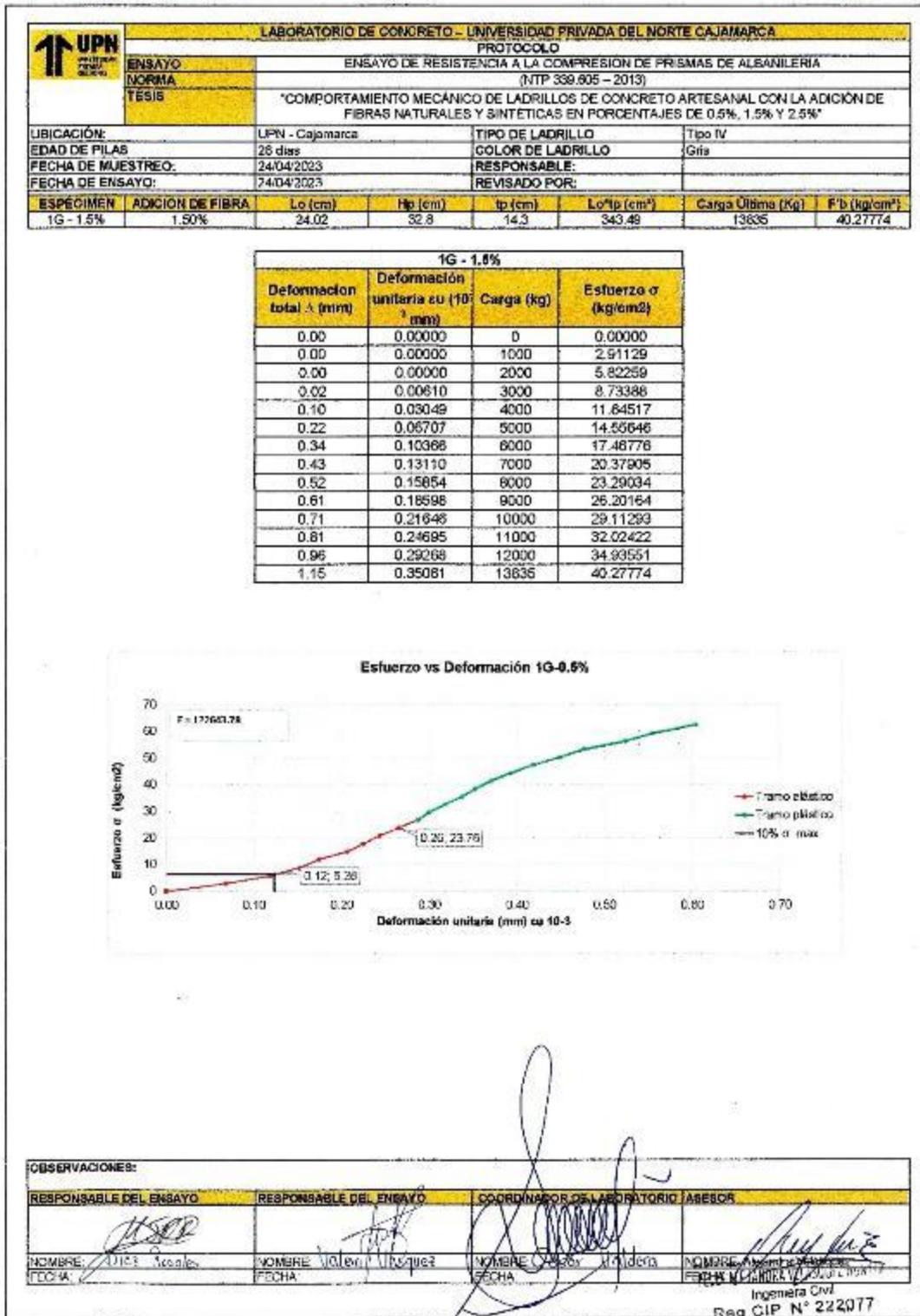


Figura 76

Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 1.5%

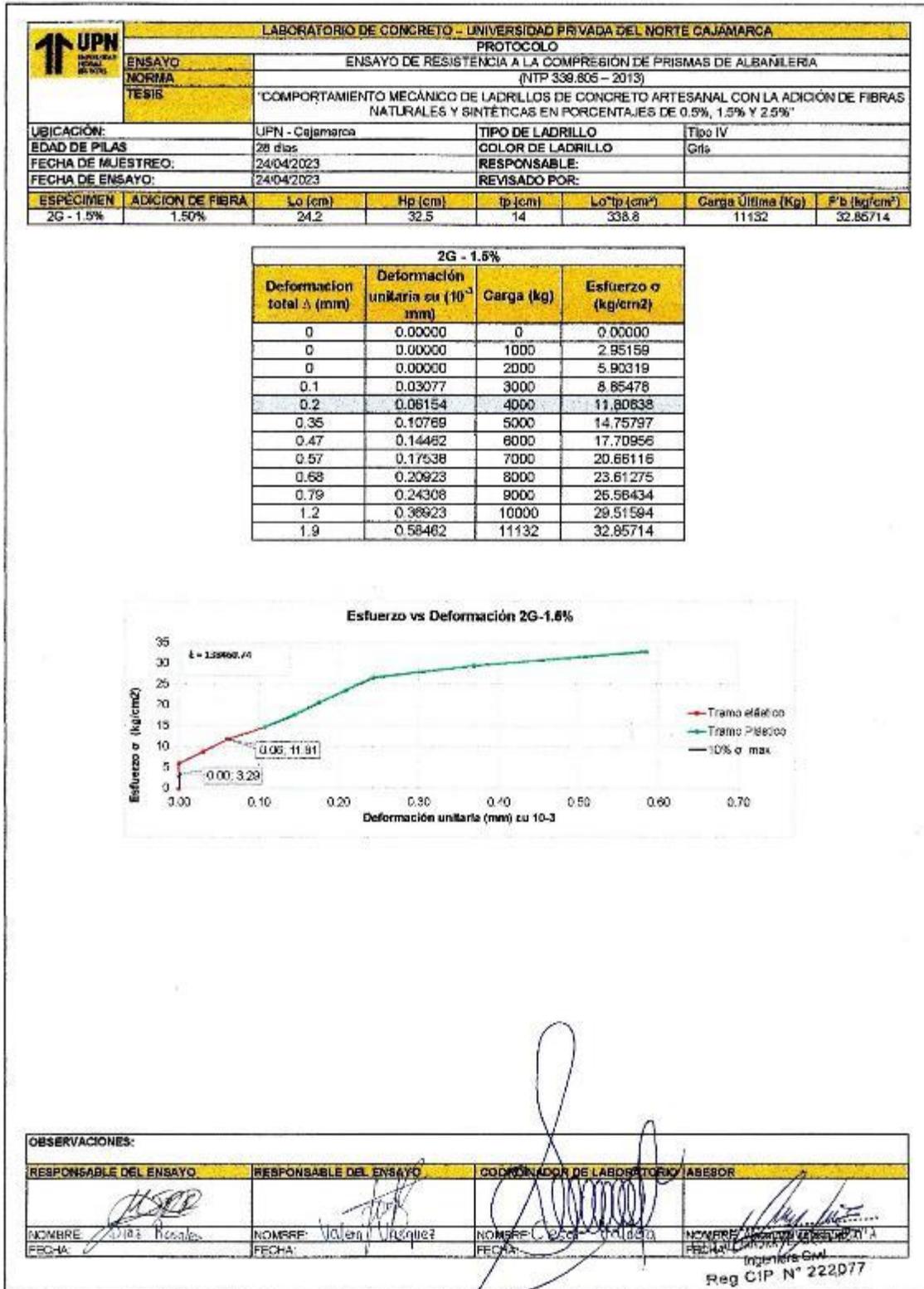


Figura 77
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 1.5%

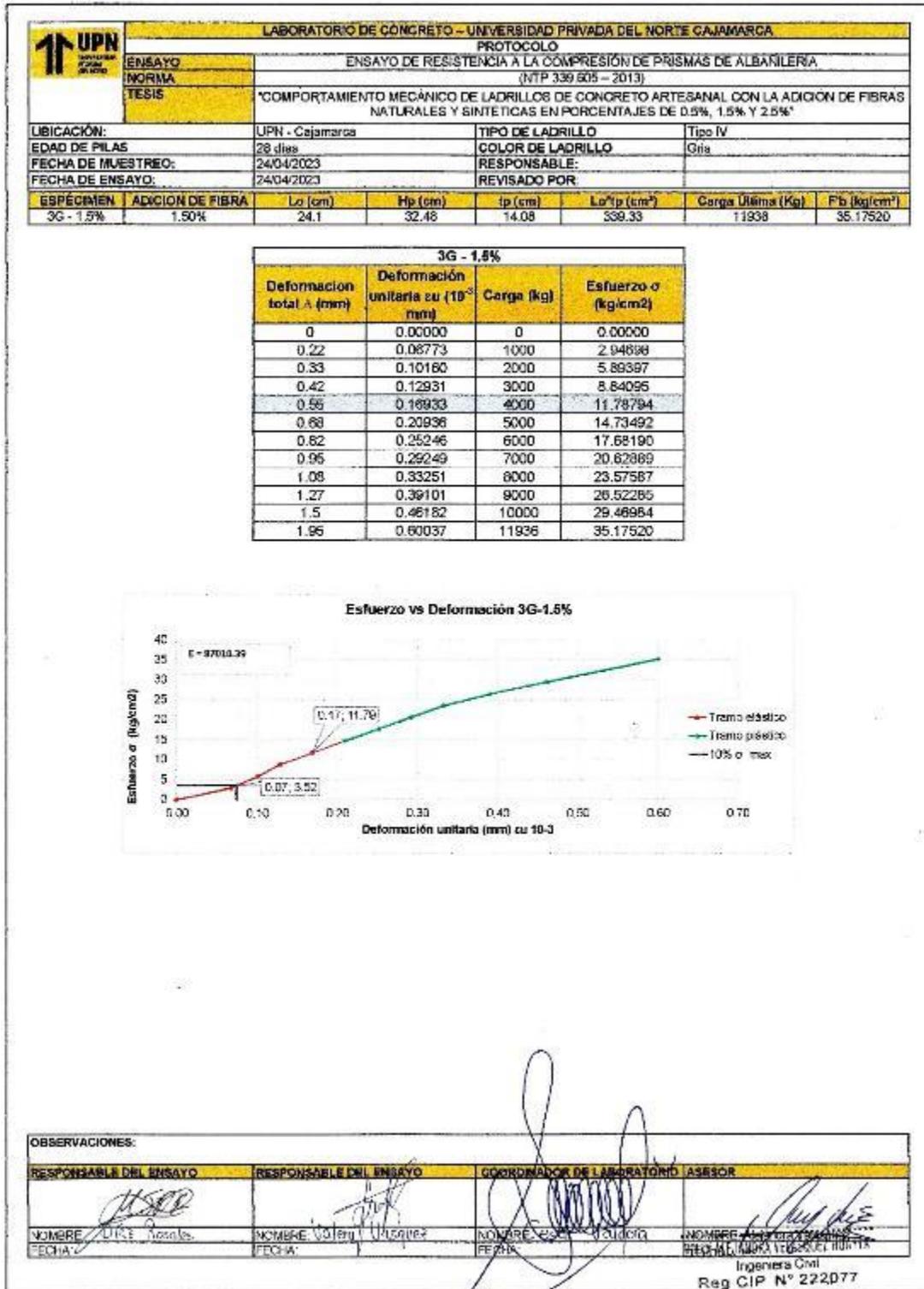


Figura 78
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1G 2.5%

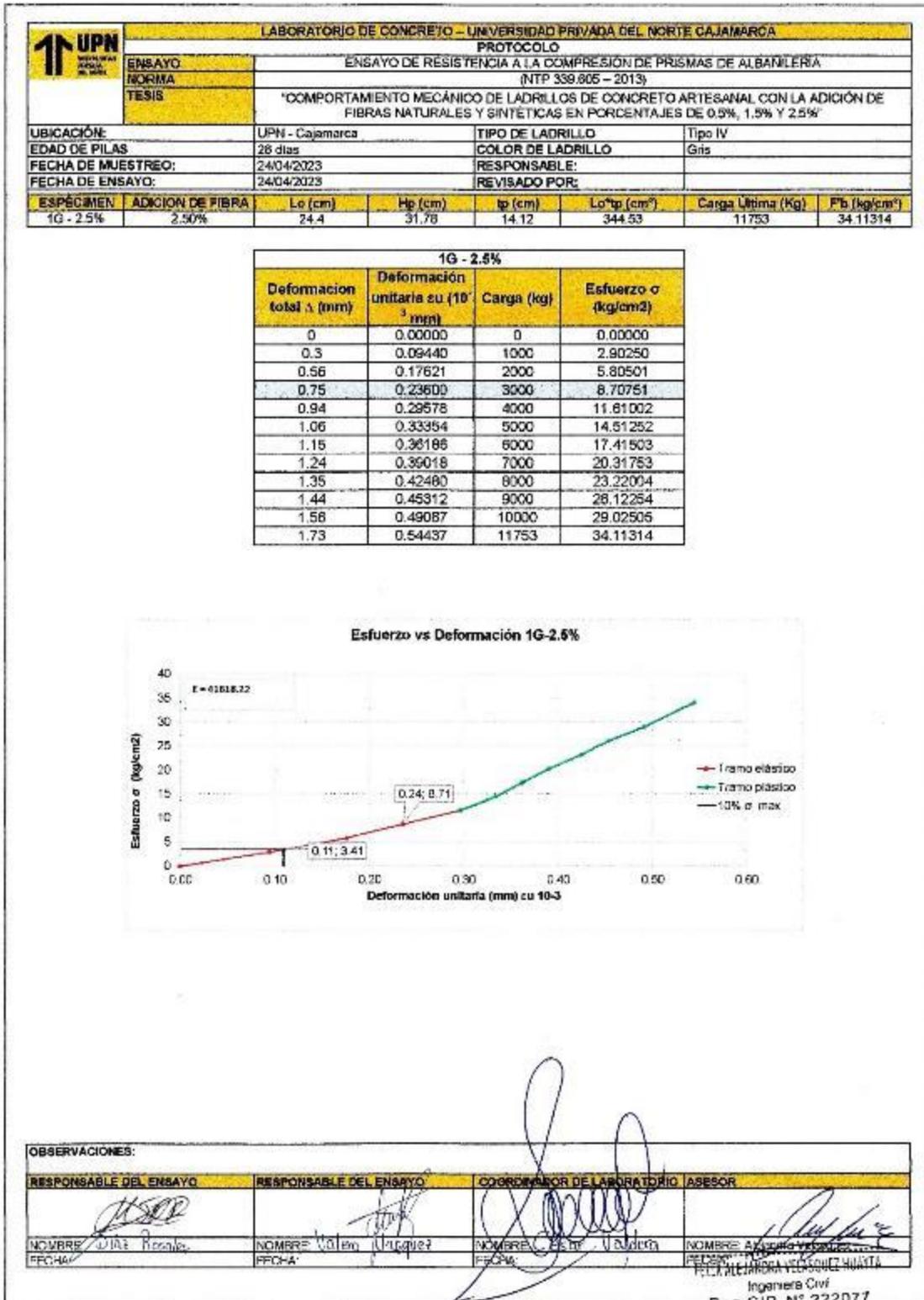


Figura 79
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2G 2.5%

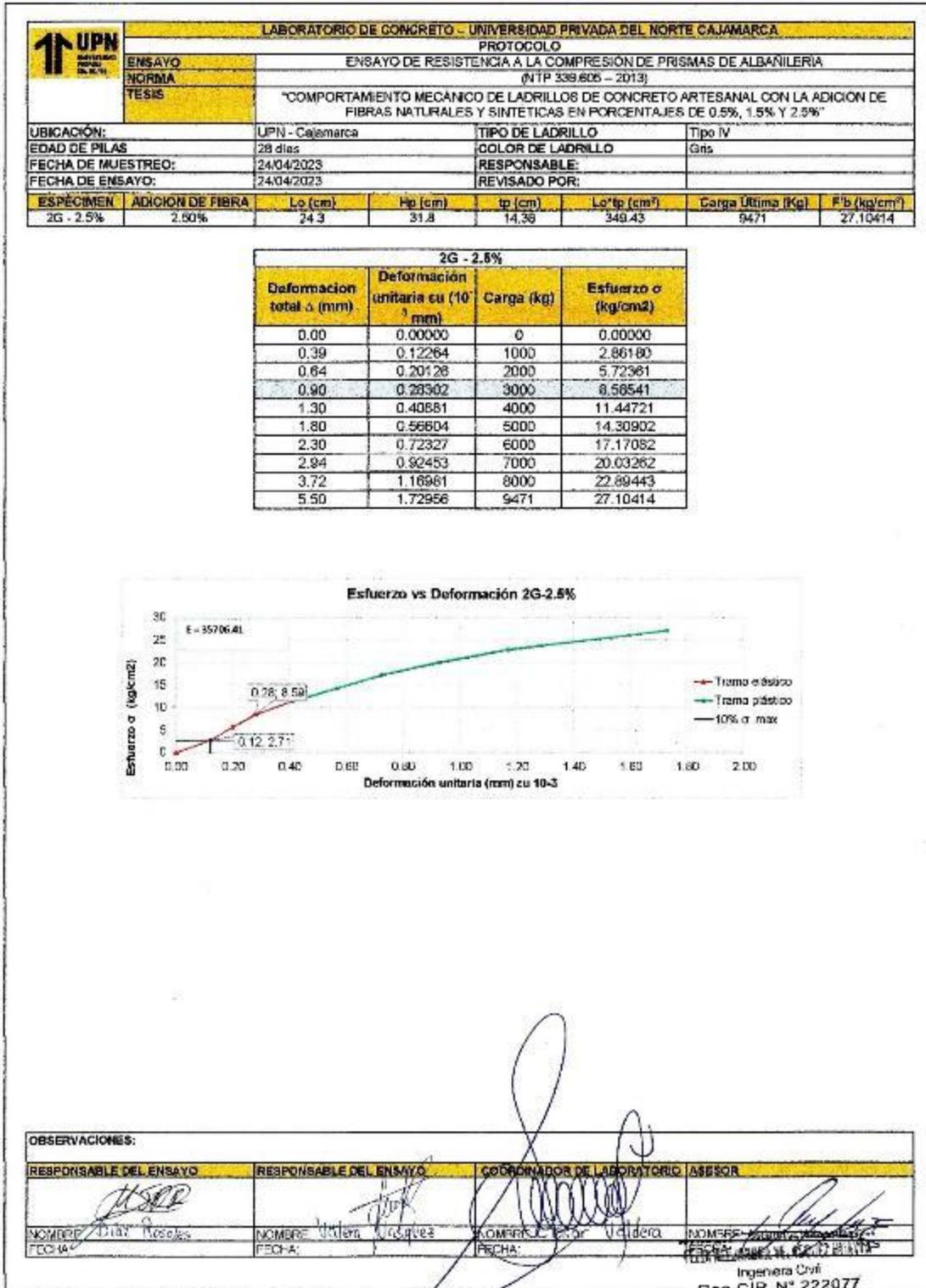


Figura 80
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3G 2.5%

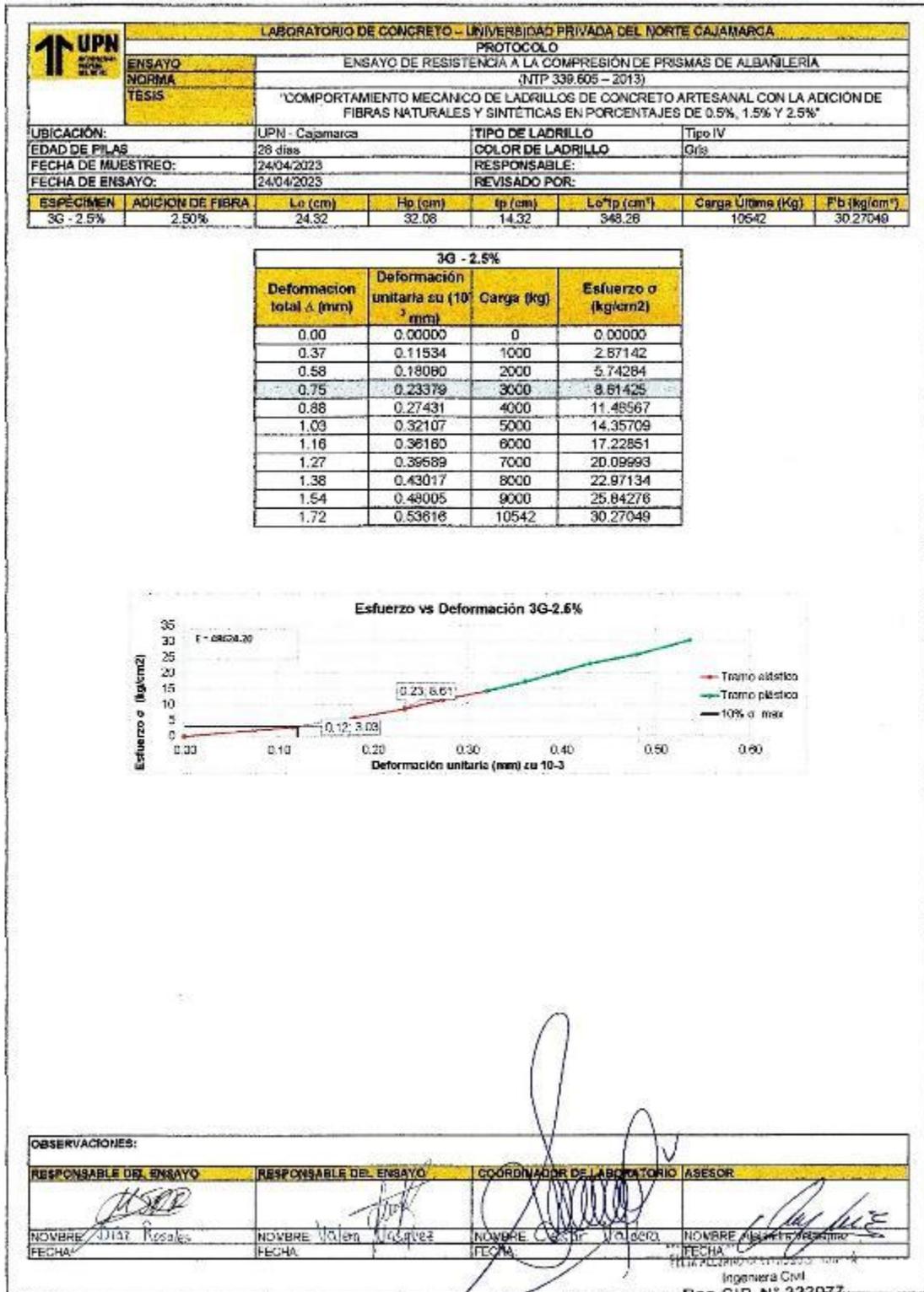


Figura 81
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 0.5%

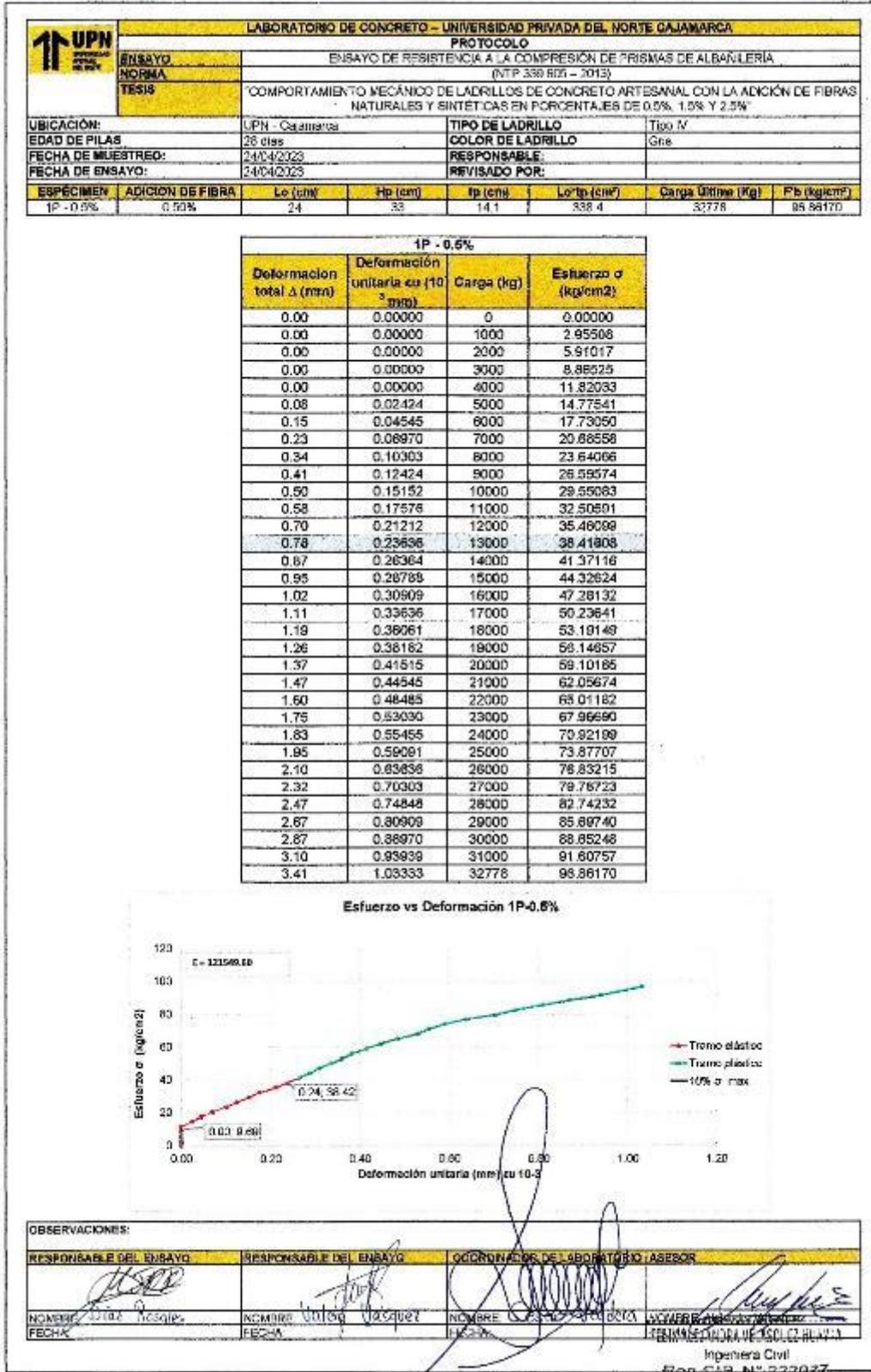


Figura 82
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 0.5%

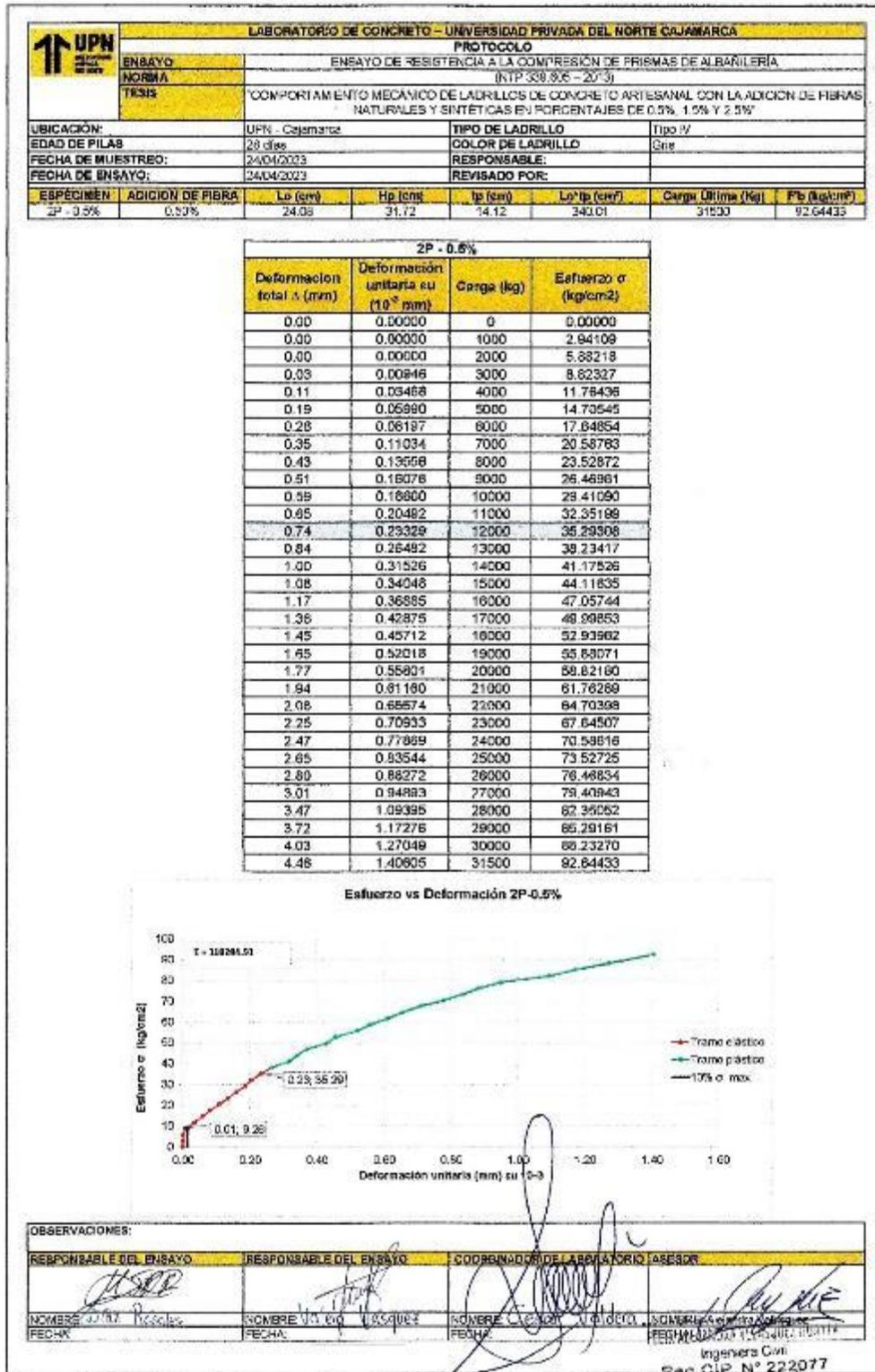


Figura 83
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 0.5%

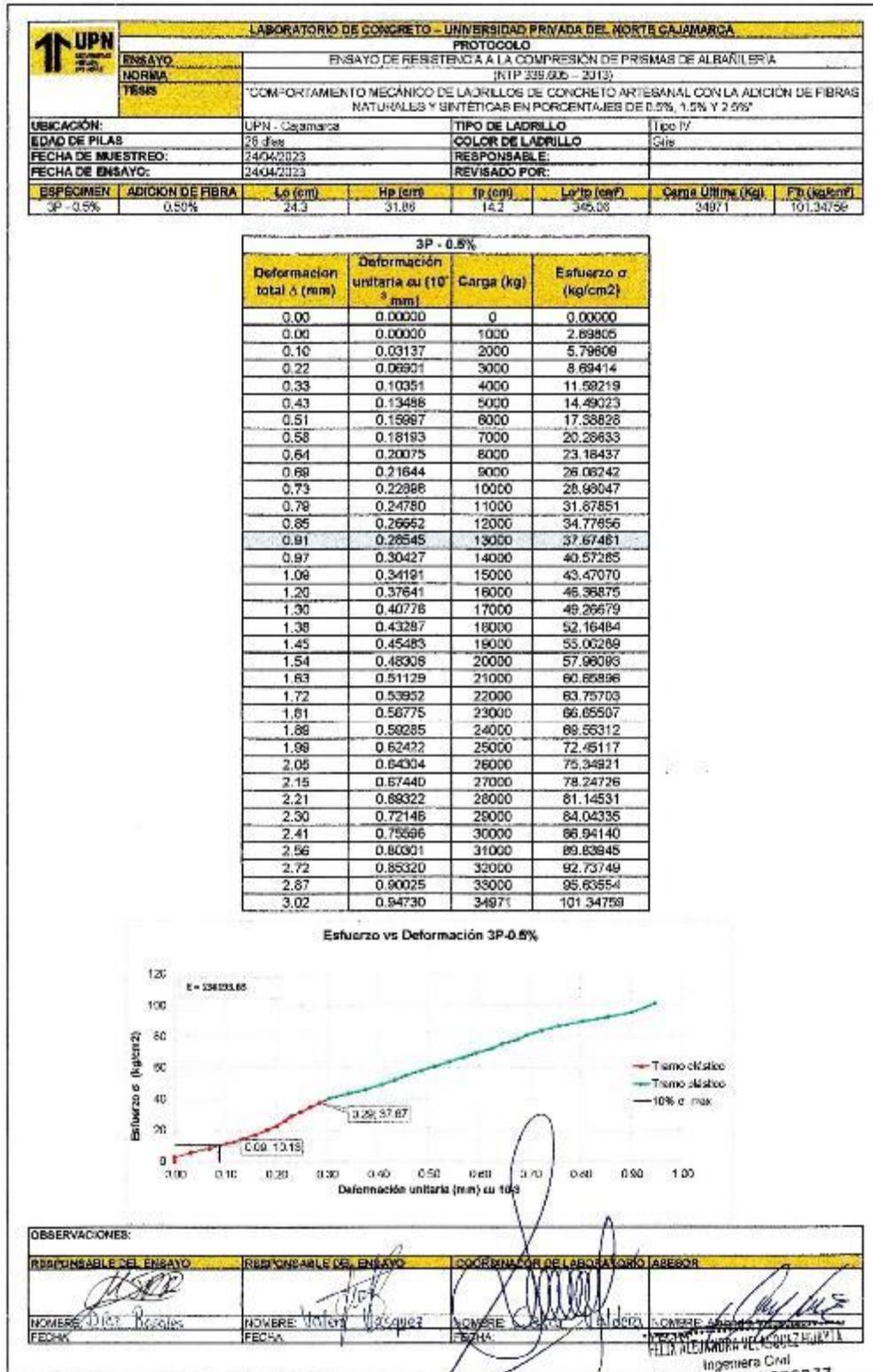


Figura 84
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 1.5%

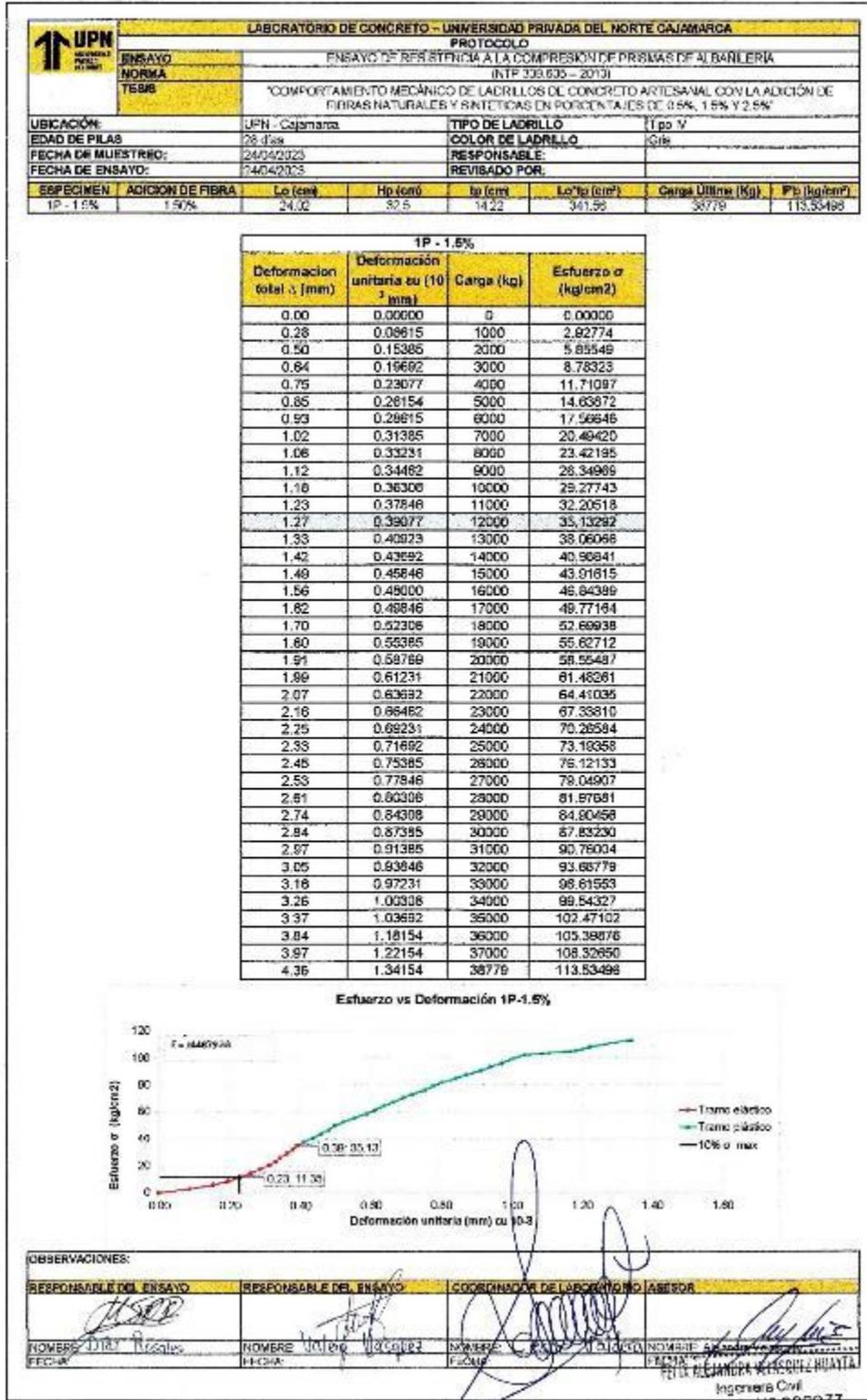
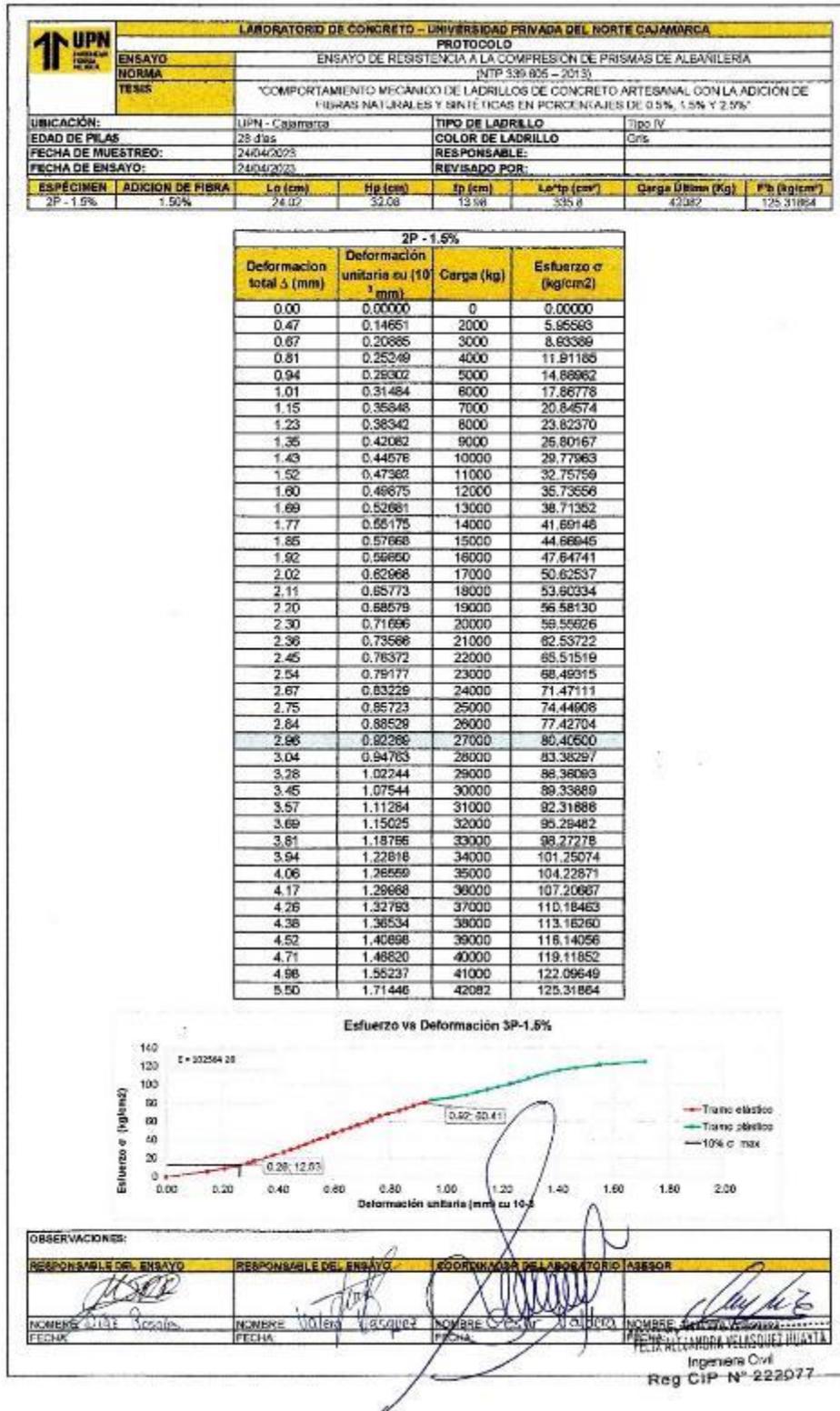


Figura 85
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 1.5%



OBSERVACIONES:			
RESPONSABLE DEL ENSAYO	RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ARESOR
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>
NOMBRE: DÍAZ ROSALES	NOMBRE: VALERA VASQUEZ	NOMBRE: [Signature]	NOMBRE: [Signature]
FECHA:	FECHA:	FECHA:	FECHA:

Ingeniero Civil
 Reg CIP N° 222077

Figura 86
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 1.5%

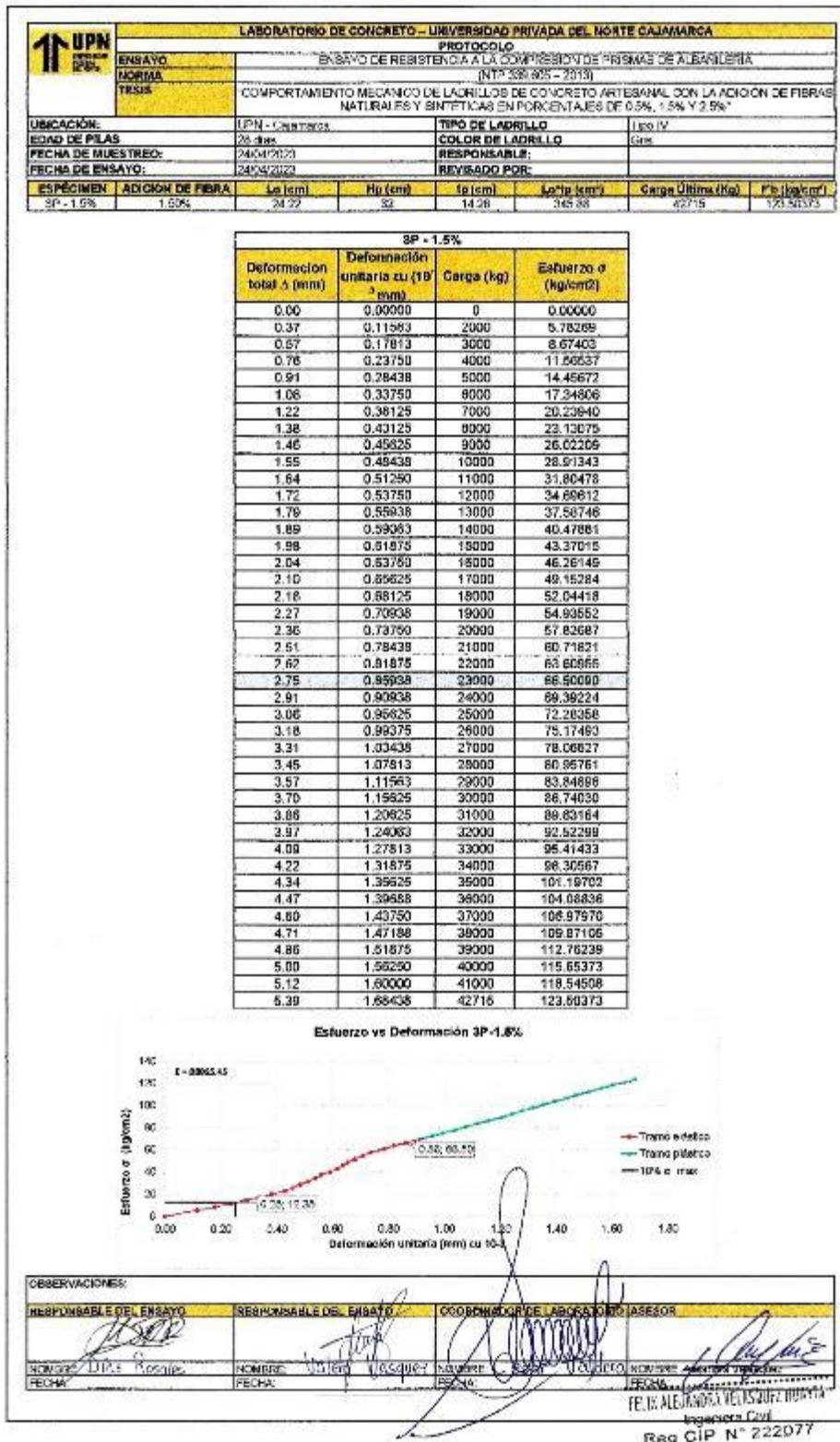


Figura 87
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 1P 2.5%

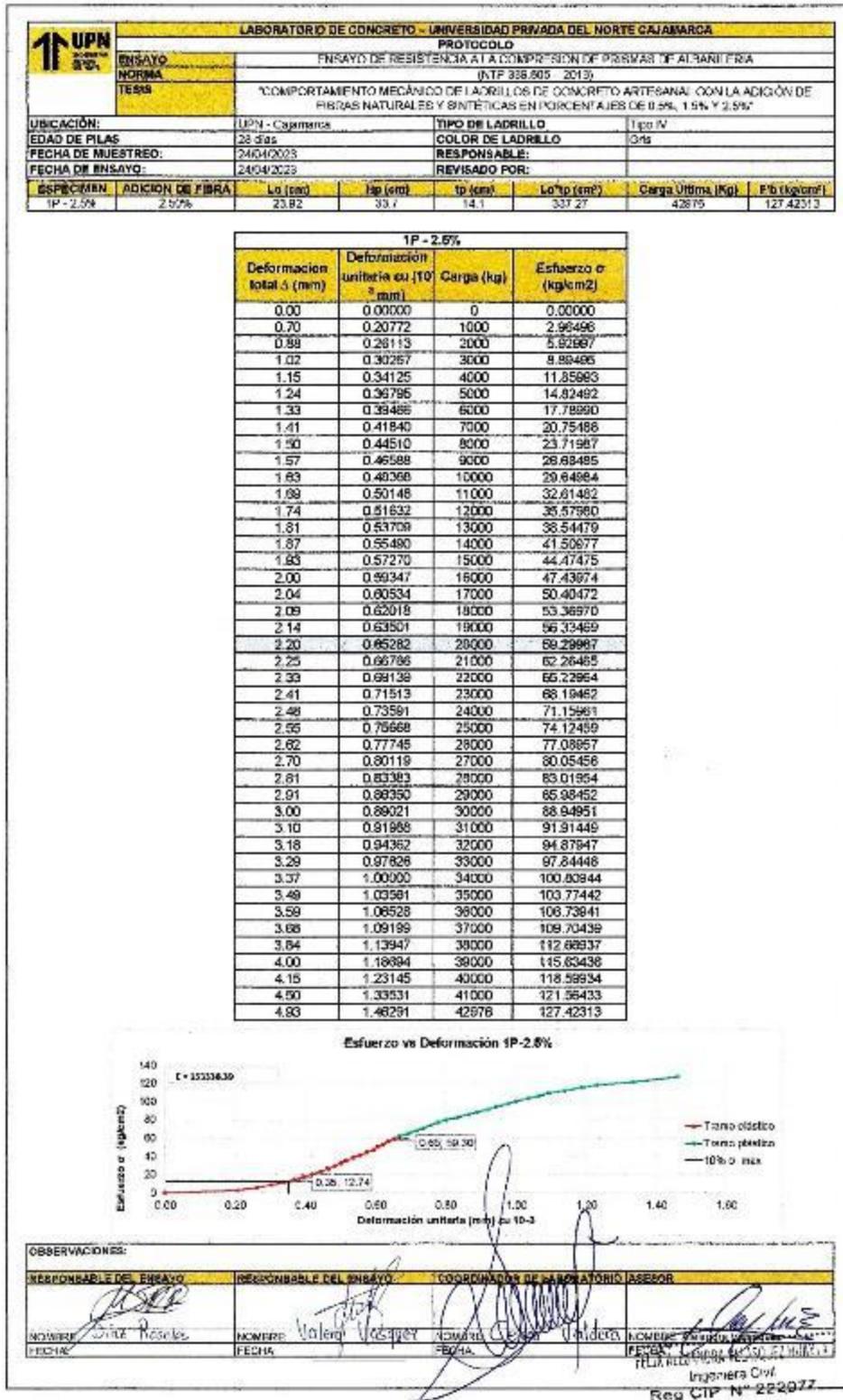


Figura 88
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 2P 2.5%

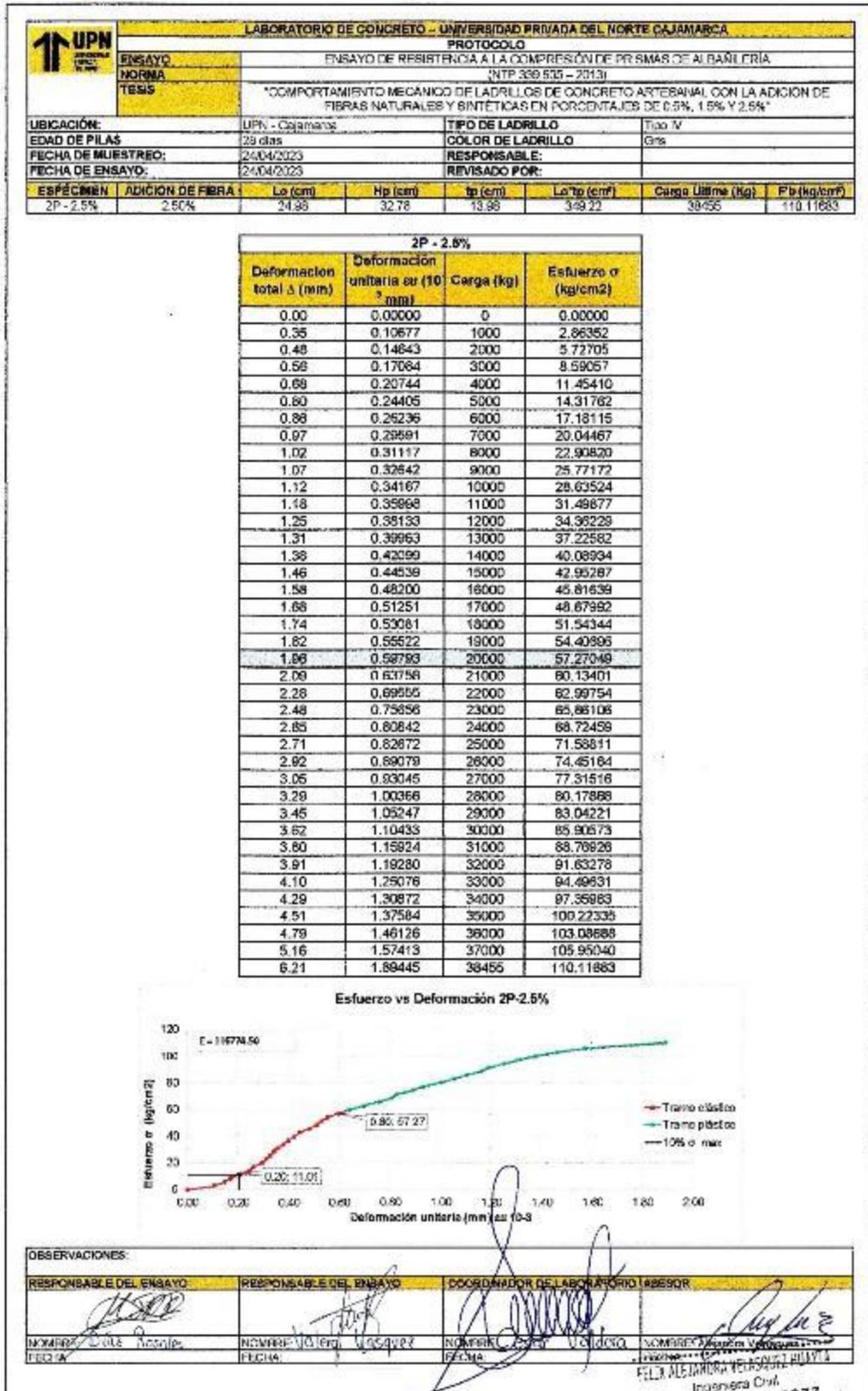


Figura 89
Protocolo de ensayo de resistencia a la compresión de pilas de albañilería - 3P 2.5%

