

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL
CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE
POLIETILENTEREFTALATO PARA LA
PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

Autores : Bach. Jean Carlos Adrianzen Flores
Bach. Claider De La Cruz Pérez

Asesor : Mg. Billy Alexis Cayatopa Calderón

JAÉN – PERÚ, ENERO, 2023



FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 14 de diciembre del año 2022, siendo las 08:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña.
Secretario : Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca.
Vocal : Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez
Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

- () Trabajo de Investigación
(**X**) Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **“RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022”**, presentado por los egresados **Jean Carlos Adrianzen Flores y Claider De la Cruz Pérez**, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (**X**) Aprobar () Desaprobar (**X**) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|---------------|---------------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, <u>15</u> | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 09:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

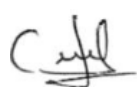
Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña
Presidente

Dr. Christiaan Zayed Apaza Panca
Secretario

Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez
Vocal

ÍNDICE

INDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1. Realidad problemática.....	15
1.1.1. Formulación del Problema.....	17
1.2. Justificación.....	17
1.3. Hipótesis.....	17
1.4. Antecedentes de la investigación	18
1.4.1. A nivel Internacional.....	18
1.4.2. A nivel Nacional.	20
1.4.3. A nivel Regional.	22
1.4.4. A nivel Local.....	24
1.5. Marco Teórico	25
1.5.1. Plástico (PET).....	25
1.5.2. Componentes del concreto.....	27
1.5.3. Propiedades del concreto.	28





1.5.4.	Unidades de albañilería.....	29
1.5.5.	Ventajas de ladrillos de concreto.....	31
1.5.6.	Usos de unidades de concreto.....	31
II.	OBJETIVOS.....	32
2.1.	Objetivo General.....	32
2.2.	Objetivos Específicos.....	32
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
3.1.	Objeto de estudio.....	33
3.2.	Descripción del Área de Estudio.....	33
3.2.1.	Ubicación de la cantera de estudio.....	33
3.3.	Materiales y métodos.....	35
3.3.1.	Población, muestra y muestreo.....	35
3.4.	Variables de estudio.....	36
3.7.1.	Materiales y equipos.....	39
3.7.2.	Ensayos realizados a los agregados.....	40
3.7.3.	Procedimiento para el plástico PET.....	41
3.7.4.	Determinación de las características físicas de los agregados.....	43
3.7.5.	Diseño de mezclas método ACI 211.....	57
3.7.6.	Procedimiento para la producción de ladrillos de concreto tipo 17.....	60

3.7.7. Características de las unidades de concreto en la muestra patrón y al incorporar fibras PET en diferentes proporciones.....	66
IV. RESULTADOS	78
4.1. Determinación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto	78
4.2. Resultados para la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET.....	78
4.3. Resultados de las características físicas de los agregados.....	79
4.3.1. Características físicas del agregado fino (arena)	79
4.3.2. Características físicas de los agregado grueso (Confitillo).....	79
4.3.3. Resultados del asentamiento del concreto	80
4.3.4. Resultados de las propiedades mecánicas en los ladrillos tipo 17	81
4.3.5. Resultados de las propiedades físicas en los ladrillos tipo 17	85
4.4. Resultados al comparar las propiedades mecánicas del concreto obtenidas al incorporar fibras PET.....	88
4.5. Análisis Estadístico	91
4.5.1. Resultado estadístico para determinar el óptimo porcentaje de fibra PET	91
V. DISCUSIÓN	94
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	98
6.1. Conclusiones	98
6.2. Recomendaciones.....	100
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	101

AGRADECIMIENTOS 106

DEDICATORIA 107

ANEXOS 108

Three handwritten signatures in black ink are positioned at the bottom of the page. The first signature on the left is a cursive name that appears to be 'Cafel'. The middle signature is more stylized and difficult to decipher, possibly 'Euphraf'. The signature on the right is also cursive and appears to be 'Cany'.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la cantera de agregados, (A) Salida de la Vía Jaén-San Ignacio, (B) Cantera Arenera Jaén SAC.....	34
Figura 2 Extracción del agregado fino (arena) y agregado grueso (confitillo) de la cantera Arenera Jaén SAC.....	35
Figura 3 Cortado de la parte superior de las botellas PET.....	42
Figura 4 Fibras PET rectangulares de 30 mm x 4 mm	42
Figura 5 Cuarteo del agregado fino (arena).....	43
Figura 6 Cuarteo del agregado grueso (confitillo).....	44
Figura 7 Colocación del agregado fino en los tamices	45
Figura 8 Peso del molde M1 contenido de agregado fino sin compactar	47
Figura 9 Peso del molde M1 más contenido de agregado fino compactado.....	48
Figura 10 Secado del agregado fino expuesta al aire caliente	50
Figura 11 Compactación del agregado con 25 golpes suaves, mediante el pisón metálico.....	50
Figura 12 Peso de la muestra seca al horno	51
Figura 13 Colocación del agregado grueso en los tamices	52
Figura 14 Peso del molde M1 más contenido de agregado grueso sin compactar	54
Figura 15 Secado del agregado grueso mediante un paño absorbente.....	56
Figura 16 Colocación del agregado grueso para el cálculo de peso sumergido en agua	56



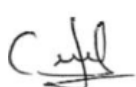


Figura 17	Elaboración de probetas incorporando 0.5 % PET.....	59
Figura 18	Probetas para comprobar la resistencia a la compresión según el diseño de mezclas.	60
Figura 19	Colocación de aceite al molde metálico	62
Figura 20	Mezclado del plástico PET con el agregado fino	63
Figura 21	Asentamiento del concreto en la muestra patrón.....	64
Figura 22	Asentamiento del concreto en la muestra 0.5 % PET	65
Figura 23	Asentamiento del concreto en la muestra de 2 % PET.....	65
Figura 24	Elaboración de ladrillos tipo 17 incorporando fibras de plástico PET.....	66
Figura 25	Peso saturado para absorción L1 Muestra Patrón.....	67
Figura 26	Peso recibido L1 Muestra Patrón para el cálculo de la Humedad.....	68
Figura 27	Colocación de las unidades de concreto al horno por 24h	69
Figura 28	Peso seco de la muestra L2 1.5 % PET	70
Figura 29	Peso sumergido de la muestra L1 Muestra Patrón	71
Figura 30	Resistencia a la compresión de las muestras L1 MP y 0.5 % PET	72
Figura 31	Resistencia a la compresión en Pilas P1 MP y P3 1 % PET	75
Figura 32	Resistencia a la flexión de las muestras L1 MP y 0.5 % PET.....	77
Figura 33	Porcentajes de resistencia a la compresión en función a la muestra patrón a los 28 días	88
Figura 34	Porcentajes de resistencia a la compresión en pilas en función de la Muestra Patrón .	89
Figura 35	Porcentajes de resistencia a la compresión en pilas en función de la Muestra Patrón .	90
Figura 36	Selección del agregado fino después del cuarteo	110
Figura 37	Selección del agregado grueso después del cuarteo	110
Figura 38	Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 mediante lavado.....	111

Figura 39	Peso del material que pasa por tamiz N°4.....	111
Figura 40	Colocación del agregado grueso a los tamices.....	112
Figura 41	Colocación del agregado grueso a la balanza.....	112
Figura 42	Medición de la temperatura del concreto.....	113
Figura 43	Peso del agregado fino para la realización de la mezcla.....	113
Figura 44	Peso del cemento para la realización de la mezcla.....	114
Figura 45	Peso del agregado grueso para la realización de la mezcla.....	114
Figura 46	Peso del cemento para la realización de la mezcla.....	115
Figura 47	Peso de las fibras PET para la realización de la mezcla.....	115
Figura 48	Colocación de las fibras PET en el agregado fino.....	116
Figura 49	Mezclado de fibras PET con agregado fino.....	116
Figura 50	Retención del agua potable con la mezcla de los componentes del concreto.....	117
Figura 51	Nivelación de la mezcla en el cono de Abrams.....	117
Figura 52	Medición del asentamiento del concreto.....	118
Figura 53	Nivelación del concreto en el molde para producir ladrillos tipo 17.....	118
Figura 54	Producción de ladrillos tipo 17.....	119
Figura 55	Curado de los ladrillos tipo 17, con agua potable.....	119
Figura 56	Elaboración de pilas con ladrillos tipo 17.....	120
Figura 57	Medición de los ladrillos tipo 17 para el cálculo de la resistencia a la compresión..	120
Figura 58	Resistencia a la compresión L4 de la muestra patrón.....	121
Figura 59	Resistencia a la compresión L3 al incorporar 0.5 % PET.....	121
Figura 60	Resistencia a la compresión L3 al incorporar 1 % PET.....	122
Figura 61	Resistencia a la compresión de ladrillos tipo 17.....	122

Figura 62 Resistencia a la compresión L1 al incorporar 1.5 % PET	123
Figura 63 Resistencia a la compresión L1 al incorporar 2 % PET	123
Figura 64 Resistencia a la compresión en pilas P2 de la muestra patrón	124
Figura 65 Resistencia a la compresión en pilas P3 al incorporar 0.5 % PET	124
Figura 66 Resistencia a la compresión en pilas P2 al incorporar 1 % PET	125
Figura 67 Resistencia a la compresión en pilas	125
Figura 68 Resistencia a la compresión en pilas P1 al incorporar 1.5 % PET	126
Figura 69 Resistencia a la compresión en pilas P4 al incorporar 2 % PET	126
Figura 70 Resistencia a la flexión L2 en la muestra patrón.....	127
Figura 71 Resistencia a la flexión L1 al incorporar 0.5 % PET	127
Figura 72 Resistencia a la flexión L2 al incorporar 1 % PET	128
Figura 73 Resistencia a la flexión L3 al incorporar 1.5 % PET	128
Figura 74 Resistencia a la flexión L4 al incorporar 2 % PET	129
Figura 75 Colocación de ladrillo L2 de la muestra patrón al horno	129
Figura 76 Peso seco al horno del ladrillo L1 al incorporar 1.5 % PET	130
Figura 77 Colocación de L1 de la muestra patrón a la balanza	130
Figura 78 Peso saturado del ladrillo L2 al incorporar 1 % PET	131
Figura 79 Peso sumergido del L3 al incorporar 0.5 % PET	131
Figura 80 Peso sumergido del L1 al incorporar 1 % PET	132
Figura 81 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la compresión...	167
Figura 82 Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la compresión.....	168
Figura 83 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la compresión en pilas	170

Figura 84 Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la compresión en pilas	171
Figura 85 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la flexión	174
Figura 86 Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la flexión	175
Figura 87 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para el porcentaje de absorción	177
Figura 88 Prueba de igualdad de varianzas para la absorción	178
Figura 89 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para el porcentaje de humedad	180
Figura 90 Prueba de igualdad de varianzas para la humedad	181
Figura 91 Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la densidad	184
Figura 92 Prueba de igualdad de varianzas para la densidad	185



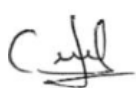
ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propiedades físicas y mecánicas del plástico PET.....	26
Tabla 2 Tipos de cemento Portland	27
Tabla 3 Requisitos de Resistencia y Absorción.....	30
Tabla 4 Coordenadas UTM de la Cantera Arenera Jaén SAC.....	34
Tabla 5 Ensayos a realizar en la investigación	36
Tabla 6 Operacionalización de variables	37
Tabla 7 Ensayos realizados a los agregados para el diseño de mezclas	40
Tabla 8 Ensayos realizados en ladrillos solidos de concreto	41
Tabla 9 Resumen de las características físicas de los agregados obtenidas en laboratorio	57
Tabla 10 Dosificación obtenida según el diseño de mezclas ACI 211, para una bolsa de cemento	58
Tabla 11 Cantidad de material para la mezcla de concreto al incorporar fibras PET.....	62
Tabla 12 Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en absorción, humedad y densidad.....	70
Tabla 13 Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la compresión	72
Tabla 14 Factores de correlación altura/espesor para la resistencia en pilas	74



Tabla 15 Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la compresión en pilas.....	74
Tabla 16 Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la flexión	76
Tabla 17 Características físicas del agregado fino obtenido en el laboratorio	79
Tabla 18 Características físicas del agregado grueso obtenido en el laboratorio	80
Tabla 19 Asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras PET.....	80
Tabla 20 Resistencia a la compresión obtenidas en laboratorio	82
Tabla 21 Resistencia a la compresión en pilas obtenidas en laboratorio.....	83
Tabla 22 Resistencia a la flexión obtenidas en laboratorio.....	84
Tabla 23 Resultados obtenidos en el ensayo de absorción	85
Tabla 24 Resultados obtenidos en el ensayo de humedad	86
Tabla 25 Resultados obtenidos en el ensayo de densidad.....	87
Tabla 26 Resultados promedios \pm el error estándar de los cinco tratamientos según los ensayos realizados	93
Tabla 27 Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la compresión.....	169
Tabla 28 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la resistencia a la compresión.....	169
Tabla 29 Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la compresión en pilas	172
Tabla 30 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la resistencia a la compresión en pilas	173
Tabla 31 Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la flexión	176
Tabla 32 Prueba de comparación múltiple de Tukey de la resistencia a la flexión	176
Tabla 33 Análisis de la variación (ANOVA) para la absorción	179

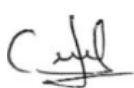
Tabla 34 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la absorción	179
Tabla 35 Análisis de la variación (ANOVA) para la humedad	182
Tabla 36 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la humedad	183
Tabla 37 Análisis de la variación (ANOVA) para la densidad.....	186
Tabla 38 Prueba de comparación múltiple de Tukey para la densidad.....	186



RESUMEN

En la presente investigación se determinó la resistencia a la compresión y flexión del concreto incorporando fibras de polietilentereftalato para la producción de ladrillos tipo 17, Jaén-2022. La metodología que se utilizó fue incorporar fibras de plástico PET de forma rectangular al concreto con dimensiones 4 mm de ancho y 30 mm de longitud, en porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% en relación al peso del cemento. Se realizó un diseño de mezclas con resistencia a la compresión de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, se verificó el asentamiento para una consistencia seca de 0''- 2'', mostrando una disminución a medida que aumenta la incorporación del plástico PET, cumpliendo el rango establecido. Las muestras se probaron a los 28 días después de mezclar el concreto. Para cada una de las muestras se determinó la resistencia a la compresión y flexión, además de ensayos complementarios como absorción, humedad y densidad. Los resultados obtenidos mostraron que la resistencia a la compresión óptima se alcanzó en 1% y a porcentajes superiores indicaron una disminución, mientras que la resistencia a la flexión se mostró directamente proporcional a medida que aumenta los porcentajes de incorporación, es decir su resistencia máxima se mostró en porcentaje de incorporación de 2%.

Palabras clave: Fibras PET, ladrillos tipo 17, concreto, compresión, flexión



ABSTRACT

In this research, the compressive and flexural strength of concrete was determined by incorporating polyethylene terephthalate fibers for the production of type 17 bricks, Jaén-2022. The methodology used was to incorporate PET plastic fibers of rectangular shape to the concrete with dimensions 4 mm wide and 30 mm long, in percentages of 0.5%, 1%, 1.5% and 2% in relation to the weight of cement. A mix design was carried out with a compressive strength of $f_c=175$ kg/cm², the slump was verified for a dry consistency of 0"- 2", showing a decrease as the incorporation of PET plastic increases, complying with the established range. The samples were tested 28 days after mixing the concrete. For each of the samples, the compressive and flexural strength was determined, in addition to complementary tests such as absorption, humidity and density. The results obtained showed that the optimum compressive strength was reached at 1% and at higher percentages indicated a decrease, while the flexural strength was shown to be directly proportional as the incorporation percentages increased, i.e., its maximum strength was shown at an incorporation percentage of 2%.

Keywords: PET fibres, type 17 bricks, concrete, compression, flexural.



I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Ante la existencia de la necesidad de la reutilización de desechos no biodegradables estamos ingresando a un mundo de sostenibilidad, donde la industria de la construcción es una de las industrias más contaminantes a nivel mundial, porque influye de manera negativa en el medio ambiente (Enshassi et al., 2014). El rápido desarrollo de la industria de la construcción genera alta demanda de estructuras de concreto de grandes dimensiones y alturas, en el cual se emplea el concreto como material de gran uso a nivel mundial, debido a su alta resistencia a la compresión, larga vida útil y bajo costo (Shahidan et al., 2018). Por lo tanto, necesita que aquellas infraestructuras sean más sostenibles y duraderas en el tiempo, es por ello que surge la necesidad de que nuestros elementos tengan mayor durabilidad y para eso es necesario la reutilización de materiales reciclables que logren mejorar las propiedades del concreto contribuyendo a reducir las emisiones de residuos al medio ambiente.

Desde el año 2013 al 2018, la producción de productos plásticos, a nivel nacional aumentó un 11.2%, con una tasa de crecimiento anual promedio del 2.2% (IEES, 2019), es decir ha sufrido un crecimiento continuo, sin embargo, es uno de los principales generadores de residuos sólidos que afecta al medio ambiente por su difícil degradación, la mejor propuesta de solución es el reciclaje. Uno de los medios potenciales para resolver este problema en la industria de la construcción es reciclar plástico (PET) y emplearlo como fibra en el concreto. (Shahidan et al., 2018), por lo tanto, se encuentra en la necesidad de buscar una manera de reducir la emisión causados por estos desechos que afecta al medio ambiente, como la reutilización de plástico PET en la producción ladrillos de concreto ecológicos.



En la región Cajamarca se estima que se generaron 390 toneladas de residuos sólidos, de los cuales cerca del 50% se registró en la propia provincia, en promedio, cada habitante genera 500 gramos de residuos como bolsas plásticas, cartones, envases y orgánicos. (SIGERSOL, 2017). El plástico PET es un componente que genera grandes contaminaciones al ambiente y es muy difícil de degradar.

En el distrito de Jaén se estima que se generan un total de 55.55 ton/día de residuos sólidos, el plástico PET representa el 1.06% del total de residuos domiciliarios. (PIGARS, 2012). Actualmente se observa la existencia de plástico polietilentereftalato (PET), que son arrojados por diferentes lugares de dicha ciudad, debido a su uso masivo por parte de la población, cada día existen más estos residuos. Una manera de mejorar el medio ambiente es reutilizar estos materiales y así contribuir con una economía circular. Una de las alternativas de las fibras PET reciclado es la utilización como material para la construcción, en la producción de ladrillos de concreto con el fin de mejorar ciertas propiedades.

A causa de ello, debido al uso masivo del plástico PET por parte de la población en sus actividades diarias, la falta de concientización, el poco conocimiento de la reutilización, la falta de políticas ecológicas y sostenibles y los malos hábitos de las personas hacen que se generen grandes cantidades de residuos, sin medir sus actos que ocasionan al medio ambiente, es por ello que se debe buscar soluciones de como minimizar este problema de gran impacto.

Como efecto debido a la contaminación producto del uso de plástico PET en la sociedad, se genera un impacto ambiental negativo que a largo plazo perjudica la salud de las personas, genera pérdidas de biodiversidad, ecosistemas y desorden en la vida diaria del ser humano. Por otra parte, el mal uso de estos desechos al no ser reutilizados y su difícil degradación forman gases que contribuye al efecto invernadero que hoy en día es un problema preocupante para la conservación de la vida en la tierra.



1.1.1. Formulación del Problema

¿Cuál será la resistencia a la compresión y flexión del concreto incorporando fibras de polietilentereftalato (PET) para la producción de ladrillos tipo 17, Jaén-2022?

1.2. Justificación

Este trabajo de investigación se justifica principalmente porque se tiene falta de conocimiento por parte de la población de sus características y propiedades sobre la reutilización de fibras de botellas plástico PET, por lo cual se buscará mejorar ciertas propiedades mecánicas del concreto en comparación al concreto normal de acuerdo a la normativa vigente. Desde la perspectiva científica, este estudio se llevará a cabo con la intención de conocer la forma de reutilizar el plástico PET para promover el desarrollo sostenible de la ciudad de Jaén y reducir las transmisiones de residuos sólidos.

Esta investigación se realizará para encontrar nuevas alternativas que logren reducir el impacto ambiental producido en la industria de la construcción, centrado en la creación e innovación de ladrillos de concreto con utilización de fibras de plástico PET. Desde el aspecto social, este estudio se llevará a cabo con el propósito de tener conocimiento de como emplear fibras de plástico PET en la producción de ladrillos debido a que estos materiales son arrojados o quemados en lugares libres, logrando mejorar la calidad de habitad de las personas.

1.3. Hipótesis

Al incorporar fibras de polietilentereftalato PET en la producción de ladrillos tipo 17, la resistencia a la flexión será directamente proporcional, mientras que la resistencia a la compresión alcanzará su punto óptimo en 1%, y a porcentajes superiores disminuirá.



1.4. Antecedentes de la investigación

1.4.1. A nivel Internacional.

Cabarcas & Colpas, (2020). En su investigación titulada “Evaluación de la resistencia a la flexión y compresión de un concreto estructural ecológico con fibras PET propuesto conforme a la norma NSR-10”, tuvo como objetivo analizar las propiedades mecánicas del concreto en estado fresco y endurecido con base a un diseño ecológico de 3000 psi con fibras de botellas PET. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó fibras PET cuyas dimensiones son de 50 x 2 mm, con porcentajes de 0.2 % y 0.35% en relación al volumen de concreto. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en 0.2 % se redujo en 9.89 %, y en 0.35 % se redujo en 6.5 %, mientras que la resistencia a la flexión se redujo en 6.24 % en base a la muestra de control. Se concluye que el uso de fibras de botellas PET recicladas en el concreto conduce a mejorar el rendimiento de varias características del concreto.

Lopes et al., (2017). En su investigación titulada “Optimization of mechanical properties in concrete reinforced with fibers from solid urban wastes (PET bottles) for the production of ecological concrete” tuvo como objetivo determinar la Optimización de propiedades mecánicas en el concreto armado con fibras de PET para la producción de concreto ecológico. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó fibras de plástico PET reciclado, con dimensiones de largo 7, 9, 10, 15, 20 y 22 mm y 3 mm de ancho constante y valores de proporciones que varían entre 0.05 % y 0.34 %, a través de 10 ensayos. Se obtuvo como resultado con la proporción al 0.06% alcanza su máxima resistencia a la compresión disminuyendo a medida que aumenta el valor de la proporción de fibra PET. Se concluye que para la longitud de plástico PET de 22 mm y una proporción de 0.06% alcanzan la óptima resistencia a la compresión y tensión.

Shahidan et al., (2018). En su investigación titulada “Concrete Incorporated with Optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber”, tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas y porcentajes óptimos de fibras recicladas (PET), incorporadas al concreto, la metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó fibras



PET rectas e irregulares, de 50 mm de largo y 5 mm de ancho, con porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2.0% según el volumen del concreto. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión pasó la resistencia base del concreto 35 N/mm^2 y el 1.0 % del concreto PET mostró el mejor valor de prueba de resistencia a la compresión, en comparación con el resto de porcentajes. Se concluye que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia a la compresión es el 1.0 % de fibras PET.

Mohammed & Mohammed, (2021). En su investigación titulada “Effect of Fiber Parameters on the Strength Properties of Concrete Reinforced with PET Waste Fibers” tuvo como objetivo determinar el efecto de los parámetros de la fibra PET en las propiedades de resistencia en el concreto. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó fibras de plástico PET de ancho 0,25 mm y longitudes de 20 mm, 35 mm y 50 mm, con espesores de 0.11 mm y 0.44 mm. Se obtuvo como resultado que la fibra PET de 0,11 mm es más grande que la fibra de 0,44 mm en las direcciones longitudinales y transversales, por consiguiente, la resistencia de la fibra no influye en la resistencia del concreto reforzado con tales fibras. La resistencia a la compresión disminuye entre el 0,5 y el 8,5% para las dos fibras (recta y deformada). Se concluye que, para la fibra de 20 mm, existe una disminución de la resistencia a la compresión, pero no significativa, para el caso de fibras de 35 mm y 50 mm, la disminución de la resistencia a la compresión es significativa.

Al-Hadithi et al., (2019). En su investigación titulada “Mechanical Properties and Impact Behavior of PET fiber reinforced Self-Compacting Concrete (SCC)”, tuvo como objetivo determinar las propiedades mecánicas y comportamiento al impacto del concreto incorporando fibras (PET). La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó diferentes proporciones de fibras PET 0,25%, 0,5%, 0,75%, 1%, 1,25%, 1,5%, 1,75% y 2%, en relación al volumen de concreto, con longitud de 30 mm, ancho de 4 mm y grosor de 0,3 mm. Se obtuvo como resultado que la adición de fibras de PET en diferentes volúmenes al SCC condujo a una mejora en la resistencia a la compresión y flexión en todas las proporciones. Se concluye que el aumento a la resistencia a la compresión y flexión óptima se obtuvo al 1,5% del volumen de fibras de PET.

Borg et al., (2016). En su investigación titulada “Early age performance and mechanical characteristics of recycled PET fibre reinforced concrete”, tuvo como objetivo evaluar el comportamiento a edad temprana y características mecánicas del concreto con la adición de fibras



PET recicladas. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó fibras PET en dos geometrías diferentes, recta y deformada, en ambos, se utilizó las longitudes de 50 mm con porcentajes de 0.5 %, 1 % y 1.5 % y de 30 mm con porcentaje de 1 %. Se obtuvo como resultado que al añadir fibras PET recicladas se reduce entre 0,5% y 8,5% la resistencia a la compresión en comparación con la mezcla patrón, y las muestras que contenían 1% de volumen de fibra PET alcanzaron la mayor resistencia a la flexión. Se concluye que al aumentar los porcentajes de volumen de fibra PET, la resistencia a la compresión en ambos perfiles disminuye y la resistencia a la flexión alcanza una carga mayor a la mezcla patrón.

1.4.2. A nivel Nacional.

Quenta, (2019). En su investigación titulada “Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno”, tuvo por objetivo evaluar el efecto de las fibras de plástico PET recicladas en las propiedades del concreto normal. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó fibras PET con dimensiones de 2 mm de ancho y 30 mm de largo en porcentajes 2 %, 4%, 6% y 8 % en relación al peso del cemento. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en los porcentajes de 2 % de fibras PET, aumenta 2.6 %, y en los porcentajes de 4 % a 8 % disminuye 6.3% a 20.4 %. La resistencia a la flexión con fibras PET en porcentajes de, 2% aumenta 16 %, con 4 % un 24 % y con un 8 % aumenta 20 %, respecto al concreto base. Se concluye que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia a la compresión es el 2 % y para la resistencia a la flexión es el 6 % de fibras PET.

Avila & Parrilla, (2021). En su investigación titulada “Influencia de las Fibras PET recicladas en la Resistencia a la Compresión del Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, tuvo por objetivo determinar la influencia de las fibras PET recicladas en la dosificación del concreto. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó fibras PET con dimensiones de 3 mm de ancho y 30 mm de largo en porcentajes de 0,5 %, 1.0 % y 1,5 % respecto al volumen del concreto. Se obtuvo como resultado que al adicionar los porcentajes de 0,5 %, 1.0 % y 1,5 % aumenta la resistencia a la compresión en 2.28 %, 3.20 % y 4.11 % respectivamente. Se concluye que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia a la compresión es 1.5 %.



Pinedo, (2019). En su investigación titulada “Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c= 210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018”, tuvo por objetivo determinar la resistencia a la compresión con la incorporación del plástico reciclado PET. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó plástico reciclado PET, triturado, en proporciones de 5%, 10% y 15%, respecto al peso del cemento. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión de la muestra patrón fue 220 Kg/cm^2 y al añadir el 5%, 10% y 15% de plástico PET fue de 191 Kg/cm^2 , 168.25 Kg/cm^2 y 151.31 Kg/cm^2 respectivamente. Se concluye que al incorporar mayor porcentaje de plástico PET se reduce la resistencia a la compresión.

Isidro, (2017). En su investigación titulada “Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto $f'c 210\text{ kg/cm}^2$ ”, tuvo por objetivo determinar la influencia de las propiedades del concreto incorporando fibras PET. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó fibras PET de 19 mm con proporciones de 0.6, 1.2, 1.8 y 2.4 kg/m^3 de concreto. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión base fue de 217.43 kg/cm^2 y la resistencia a la flexión fue de 32.24 kg/cm^2 , con la adición de fibras PET de 19 mm en todas sus proporciones no logra alcanzar la resistencia a la compresión mínima base que varía de 5.47% hasta 12.27%, según la proporción de fibra, mientras que la resistencia a la flexión logra superar en todas sus proporciones variando de 5.12% hasta un 16.75%, según su proporción de fibra. Se concluye que con la adición de plástico PET, no logra mejorar la resistencia a la compresión y si logra incrementar la resistencia a la flexión.

Ramírez, (2019) En su investigación titulada “Resistencia a flexión de un concreto sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET”, tuvo por objetivo Determinar la resistencia a la flexión de un concreto al sustituirse con proporciones de 3% y 5% de plástico PET. La metodología fue experimental, se sustituyó el agregado grueso por fragmentos de PET de forma irregular con dimensiones de $3/8''$ (9.52 mm) a $1''$ (25.40 mm) en proporciones de 3% y 5% en proporción del volumen del concreto. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la flexión de la muestra base alcanzó el valor de 35.63 kg/cm^2 , al remplazar el 3% fue de 34.63 kg/cm^2 , mientras que al remplazar 5% fue 36.25 kg/cm^2 , logrando aumentar la resistencia a la flexión en un 1.68%.



Se concluye que el óptimo porcentaje para obtener la resistencia a la flexión es el 5% de Plástico PET fragmentado.

1.4.3. A nivel Regional.

Echeverría, (2017). En su investigación titulada “Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado”, tuvo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas, al añadir plástico PET reciclado en los ladrillos de concreto. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó hojuelas de plástico PET reciclado en porcentajes de 0%, 3 %, 6 % y 9 %. Se obtuvo como resultado que al adicionar los porcentajes de hojuelas PET disminuye la resistencia a la compresión en 2.95 %, 6.86 %, 4.54 % y 6.41% para 0%, 3 %, 6 % y 9 % respectivamente. Se concluye que el ladrillo base se clasifica en las unidades de albañilería tipo IV, mientras que el resto de porcentaje en tipo III.

Ramos, (2019). En su investigación titulada “Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero”, tuvo como objetivo Comparar la resistencia mecánica del concreto $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$ reforzado con fibras de polipropileno, acero y ambas fibras, con el concreto base. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó fibras de acero “Sikafiber CHO 80/60 NB” y la fibra de polipropileno “Sikafiber PE”. Se obtuvo como resultado que al incorporar fibras de acero disminuye en 7.152% a la resistencia a compresión debido a la poca trabajabilidad, en cuanto la resistencia a la flexión y tracción se incrementa en 23.066% y 19.329% respectivamente. Se concluye que la resistencia a la flexión a mayor proporción de ambas fibras la resistencia a la compresión disminuye y la resistencia a la flexión aumenta.

Díaz, (2021). En su investigación titulada “Influencia de la incorporación de fibras de acero en la resistencia de vigas de concreto armado ante un esfuerzo cortante”, tuvo como objetivo determinar la influencia de la adición de fibras de acero con el 2 % del volumen del concreto en la resistencia de vigas ante un esfuerzo cortante. La metodología que se utilizó fue experimental donde se elaboró de 6 pórticos de concreto armado, de los cuales 3muestras se añadió fibras de acero Sika Fiber CHO 65/35 NB con una dosificación del 2 %. Se obtuvo como resultado que, al



incorporar estas fibras, se incrementa la resistencia al esfuerzo cortante en un 31.66%. Se concluye que la resistencia promedio a la compresión en vigas de concreto armado ante el esfuerzo cortante es de 31.58 kg/cm².

Chilón, (2018). En su investigación titulada “Influencia de la fibra sintética (sika® fiber force pp-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c=280$ kg/cm²”, tuvo como objetivo determinar la influencia con fibra sintética en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c=280$ kg/cm². La metodología que se utilizó fue experimental donde se utilizó una clase de fibra sintética para medir las propiedades mecánicas del concreto. Se obtuvo como resultado que, la resistencia a la compresión aumenta hasta un máximo de 17.3% para una proporción de 4 kg/m³ de fibra y la resistencia a la flexión se incrementa hasta 7% para una proporción de 2 kg/m³ de fibra. Se concluye que la resistencia a la compresión alcanza su punto óptimo con una proporción de 4kg/m³ de fibra, mientras que la resistencia a la flexión lo alcanza en un 2 kg/m³.

Pérez, (2019). En su investigación titulada “Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado” tuvo como objetivo optimizar la permeabilidad del concreto ecológico con la incorporación de nanosílice y fibras de polipropileno para pavimentos rígidos, con uso agregados de concreto reciclado. La metodología que se utilizó fue experimental, donde se añadió nanosílice y fibras de polipropileno Sika Fiber Force PP 48. Se obtuvo como resultado que, la resistencia a la compresión optima alcanzó a los 28 días con 176.07 kg/cm² y la resistencia a la flexión de 39.93 kg/cm². Se concluye que estos parámetros cumplen para ser utilizados en pavimentos tanto en estructurales e hidráulicos.



1.4.4. A nivel Local.

Díaz & Sánchez, (2019). En su investigación titulada “Incorporación del plástico PET en la fabricación de ladrillos artesanales en Jaén”, tuvo por objetivo evaluar los factores físicos mecánico del ladrillo artesanal con adición de plástico tipo PET en determinados porcentajes. La metodología que se utilizó fue experimental donde se incorporó plástico PET con hojuelas de ½” pulgada, en porcentajes de 3%, 6% y 10% de plástico PET. Se obtuvo como resultado que la muestra patrón tiene una resistencia a la compresión de $f'c = 43.67 \text{ Kg/cm}^2$, las unidades con tratamiento de PET con 3%, 6% y 10% tienen una resistencia de $f'c = 18.00 \text{ Kg/cm}^2$, $f'c = 11.04 \text{ Kg/cm}^2$ y $f'c = 9.68 \text{ Kg/cm}^2$ respectivamente. Se concluye que con la incorporación de plástico PET para la producción de ladrillo artesanal no cumple según la normativa E.070.

Esquivel & Ticliahuanca, (2019). En su investigación titulada “Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET”, tuvo por objetivo determinar la resistencia y agrietamiento por contracción del concreto al incorporar fibras PET para pavimentos rígidos. La metodología que se utilizó fue experimental donde se adicionó fibras PET en 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras dispersas, Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión del concreto aumento un 10.2% respecto de la muestra base en la proporción de 0.07% y la resistencia a la flexión se incrementó 20.0% respecto de la muestra patrón en la proporción de 0.05 % de fibras PET. Se concluye que con la incorporación de plástico PET alcanza su optima resistencia a la compresión y flexión en las proporciones de 0.007% y 0.05% respectivamente.

Bravo & Carrasco, (2019). En su investigación titulada “Elaboración de concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 con adición de polietileno HDPE”, tuvo por objetivo determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 añadiendo fibras HDPE. La metodología que se aplicó fue experimental donde se incorporó fibras PET en porcentajes de 0.03 %, 0.06%, 0.09% en relación al peso del concreto, con dimensiones de 6.5 mm a 9.0 mm. Se obtuvo como resultado un incremento de la resistencia a la compresión en 4.91 %, 11.19% y 11.62% con adición de fibra al 0.03%, 0.06 % y 0.09 % respectivamente. Se concluye que con la incorporación de polietileno HDPE alcanza su optima resistencia a la compresión en la adición de fibras en 0.09%.

Rimay, (2017). En su investigación titulada “Diseño de concreto fibroreforzado de $f'c=250\text{kg/cm}^2$ con fibra vegetal en la ciudad de Jaén”, tuvo por objetivo determinar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto reforzado con fibras vegetales. La metodología que se utilizó fue experimental donde se diseñó un concreto $f'c= 250\text{kg/cm}^2$ y concretos adicionados de 10 kg/m^3 , 20 kg/m^3 y 30 kg/m^3 de cascarilla de arroz, reemplazando el agregado fino por la cascarilla de arroz. Se obtuvo como resultado que el concreto elaborado con 10kg/m^3 de cascarilla de arroz disminuyó en un 0.47% respecto a la muestra base. Se concluye que la resistencia a compresión al aumentar la proporción de esta fibra disminuye su resistencia.

Vasquez & Girón, (2019). En su investigación titulada “Análisis de la resistencia del concreto con adición de vidrio pulverizado”, tuvo por objetivo Evaluar la resistencia a la compresión axial del concreto con distintas adiciones de vidrio pulverizado. La metodología que se aplicó fue experimental donde se añadió vidrio pulverizado pasante por la malla N°100 en porcentajes de 4%, 6% y 8% en relación al peso del cemento. Se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión aumenta en cuanto se le incrementa la adición de vidrio pulverizado, encontrándose la más significativa la con incorporación de 8% en el que se incrementó en un 17.45% respecto a la muestra patrón. Se concluye que la resistencia a la compresión alcanza su punto óptimo en la incorporación de 8% de vidrio pulverizado.

1.5. Marco Teórico

1.5.1. Plástico (PET).

El tereftalato de polietileno PET es un tipo de plástico de los más importantes y utilizados a nivel mundial, el componente principal son las botellas de gaseosas y de agua mineral, siendo el tipo de plástico de desecho más común. La mayoría de los materiales de PET se desechan solo en vertederos, mientras que el consumo anual es de más de 0,3 millones de unidades. (Al-Hadithi et al., 2019)



1.5.1.1. Propiedades físicas y mecánicas del PET

Tabla 1

Propiedades físicas y mecánicas del plástico PET

Propiedades mecánicas	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1.38
Absorción de agua, 24h	%	0.10
Resistencia a la tensión última, 23 °C	g/cm ²	8.09×10^5
Módulo de tensión, 23 °C	g/cm ²	2.8×10^7
Alargamiento a la rotura, 23 °C	%	70
Resistencia a la flexión, 23 °C	g/cm ²	1.05×10^6
Módulo de flexión, 23 °C	g/cm ²	2.8×10^7

Nota. Fuente: Adaptado de (Ávila et al., 2013)

1.5.1.2. Métodos principales de reciclado para plásticos PET en el concreto.

A. Método N.º 1:

Consiste fundamentalmente en triturar el plástico PET en pequeñas partículas y luego usarlo como sustituto de una parte del agregado para producir concreto. Sin embargo, al aumentar la proporción de PET reducirá gradualmente las propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión y a la flexión. (Ge et al., 2015)

B. Método N.º 2:

Consiste en utilizar fibras de plástico PET recicladas en el concreto para mejorar su ductilidad, reduciendo el agrietamiento. Sin embargo, este método solo puede reciclar una mínima cantidad de residuos PET. (Ge et al., 2015)

C. Método N.º 3:

Consiste en utilizar resina de poliéster insaturado hecha de PET despolimerizado para hacer un polímero o un mortero de concreto. Sin embargo, existe un costo muy elevado. Las propiedades del mortero polimérico o del concreto son muy sensibles a la temperatura. (Ge et al., 2015)

1.5.2. Componentes del concreto.

1.5.2.1. Concreto.

Es un material de construcción que generalmente se fabrica con una mezcla de agua, cemento y agregados. Puede considerarse una piedra de conglomerado artificial que posee características similares a las de una roca, incluyendo buena resistencia a la compresión y poca resistencia a las tensiones de tracción (Foti, 2019).

1.5.2.2. Cemento.

El cemento se obtiene de la pulverización del clinker el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos. Está constituido por los siguientes componentes silicato tricálcico, silicato dicálcico, aluminato tricálcico, aluminato-ferrito tetracálcico, entre otros tipos de componentes menores. (Harmsen, 2002)

A. Tipos de cemento portland

La NTP 334.009 establece cinco tipos de cemento portland, de las cuales se muestran a continuación.

Tabla 2

Tipos de cemento Portland

Tipos de cemento	Características
Tipo I	Empleado en uso general
Tipo II y Tipo II(MH)	Moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación
Tipo III	Cuando se requiera altas resistencias iniciales
Tipo IV	Para usar cuando se requiera bajo calor de hidratación
Tipo V	Para usar cuando se necesite alta resistencia a sulfatos

Nota. Fuente: Adaptada de (NTP 334.009, 2013)

1.5.2.3. Agregados.

“Es un grupo de partículas de origen natural o artificial, que se pueden procesar y el tamaño está dentro del rango especificado por NTP”. (NTP 400.011, 2013)

A. Agregado grueso.

“Es aquel agregado que se retiene en el tamiz estándar de 4.75 mm (No. 4) luego de la desintegración natural o mecánica de la roca, y cumple con el rango especificado en la NTP.” (NTP 400.037, 2018)

B. Agregado fino.

Proviene de la descomposición original o artificial, que logre pasar el tamiz de 9.5 mm (3/8 pulg) y se retiene en el tamiz N° 200, esta debe cumplir con los límites de la NTP. (NTP 400.037, 2018)

1.5.2.4. Agua empleada en el concreto.

En el proceso de preparación y curado del concreto, el agua a utilizar debe ser potable o también agua limpia sin ningún tipo de sustancias peligrosas que afecten la composición de la misma para evitar daños al concreto y al acero que contenga. (RNE, 2009)

1.5.3. Propiedades del concreto.

1.5.3.1. Resistencia a la Compresión.

Es definida como el promedio de la resistencia de como mínimo dos probetas tomadas de la misma muestra probadas a los 28 días. El procedimiento se describe en detalle en las normas ASTM-C-192M-95 y C-39-96. (Harmsen, 2002)

Este parámetro se obtiene probando un cilindro estándar con un diámetro de 6 pulgadas (15 cm) y una altura de 12 pulgadas (30 cm). La muestra debe mantenerse en el molde durante 24 horas después de la colada, y luego debe curarse bajo agua hasta que se pruebe. El procedimiento



estándar requiere que las muestras tengan una vida útil de 28 días para las pruebas, pero este período se puede cambiar si se especifica. (Harmsen, 2002)

1.5.3.2. Resistencia a la Flexión.

La resistencia a la flexión es definida como la tensión máxima que un material puede soportar antes de fallar bajo carga o la fuerza requerida para propagarse a través de defectos preexistentes. (Bonilla et al., 2017)

1.5.4. Unidades de albañilería.

1.5.4.1. Ladrillos de concreto.

- **Ladrillo de concreto:** “Es una unidad de albañilería con extensiones modulares producido con cemento portland, agua y agregados, que puede ser manejar con una sola mano”. (NTP 399.601, 2015, p. 3)
- **Ladrillo sólido (macizo):** “Es una unidad de albañilería que tiene área neta, en todos los planos paralelos a la superficie de la base e igual al 75 Vo del área bruta medida en el mismo plano”. (NTP 399.601, 2015, p. 4)
- **Resistencia a la compresión:** “Es el resultado de comparar la carga de rotura a compresión de un ladrillo y el área bruta”. (NTP 399.601, 2015, p. 4)
- **Resistencia a la compresión nominal:** “Es el valor de referencia especificado en la Norma Técnica Peruana como resistencia al área bruta y utilizado en la denominación del ladrillo”. (NTP 399.601, 2015, p. 4)

1.5.4.2. Clasificación de ladrillos de concreto.

Los ladrillos de concreto están clasificados en cuatro tipos, como lo menciona la NTP:

- **Tipo 24:** “Se emplea en el enchape arquitectónico y en muros exteriores sin revestimiento, también donde se necesita alta resistencia a la compresión y penetración de la humedad” (NTP 399.601, 2015, p. 4)
- **Tipo 17:** “Es de uso general, con moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío, además de la penetración de la humedad” (NTP 399.601, 2015, p. 4)
- **Tipo 14:** “Es utilizada de forma general, con moderada resistencia a la compresión”. (NTP 399.601, 2015, p. 4)
- **Tipo 10:** “Es utilizada de forma general, en el cual se emplea de moderada resistencia a la compresión”. (NTP 399.601, 2015, p. 5)

Tabla 3*Requisitos de Resistencia y Absorción*

Tipo	Resistencia a la Compresión, Min, Kg/cm ² , Respecto al Área Bruta Promedio		Absorción del Agua, Max., % (Promedio 3 Unidades)
	Promedio de 3 Unidades	Unidad Individual	
24	245	215	8
17	174	143	10
14	143	102	12
10	102	82	12

Nota. Fuente: Adaptado de (NTP 399.601, 2015)

1.5.5. Ventajas de ladrillos de concreto

Según UNICON, (2022) prefabricados menciona como ventajas de las unidades de concreto son los siguientes:

- ❖ Similitud dimensional y mínimo o nulo alabeo.
- ❖ Absorción dentro del rango especificado en la normativa.
- ❖ Bajo porcentaje de desperdicios al ser manipulado, ya que es un material de alta dureza.
- ❖ Elevada resistencia al fuego y buen aislamiento acústico.
- ❖ Bajo uso del mortero en el asentado.
- ❖ Resistencia a la penetración a la humedad.

1.5.6. Usos de unidades de concreto

“Muros portantes de albañilería confinada, muros de albañilería arriostrada como tabiques, cercos y parapetos”. (UNICON, 2022)



II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto incorporando fibras de polietilentereftalato para la producción de ladrillos tipo 17, Jaen-2022.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET para su utilización
- Determinar el asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras de plástico PET
- Evaluar las propiedades mecánicas del concreto adicionando 0.5%, 1%, 1.5%, 2% fibras PET, en relación del peso del cemento.
- Comparar las propiedades mecánicas del concreto obtenidas al incorporar fibras PET.
- Determinar el óptimo porcentaje de fibra PET



III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Objeto de estudio

Este trabajo de investigación se realizó para que la población conozca las características y propiedades sobre la reutilización de fibras de plástico PET. La investigación se realizó para encontrar nuevas alternativas que logren reducir el impacto ambiental producido en la industria de la construcción, centrado en la creación e innovación de ladrillos de concreto con utilización de fibras de plástico PET

3.2. Descripción del Área de Estudio

3.2.1. Ubicación de la cantera de estudio

Para el presente estudio se utilizó agregados de la cantera “Arenera Jaén SAC”, tanto para el agregado fino (arena), como el agregado grueso (confitillo), para la producción de ladrillos de concreto Tipo 17.

La cantera Arenera Jaén SAC está ubicada en la vía Jaén –san Ignacio, a 9 km dese la salida de la ciudad de jaén.



Tabla 4

Coordenadas UTM de la Cantera Arenera Jaén SAC

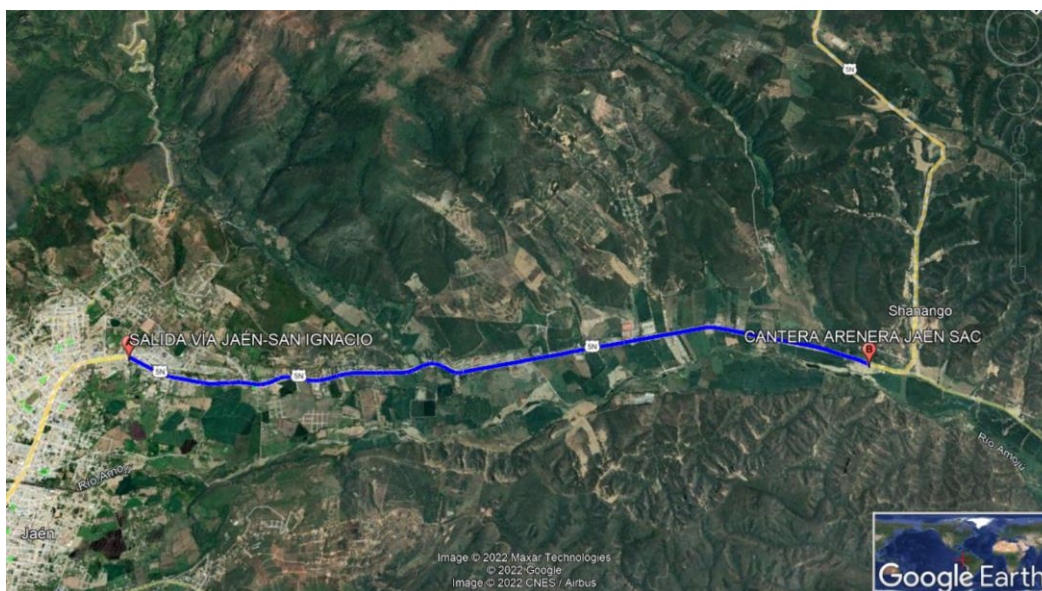
CORDENADAS UTM: Zona 17 M	
Norte	9374629.00
Este	749579.00
Altura	547 m.s.n.m

Nota. Fuente: Google Earth

r

Figura 1

Ubicación de la cantera de agregados, (A) Salida de la Vía Jaén-San Ignacio, (B) Cantera Arenera Jaén SAC



Nota: Adaptada de Google Earth

En la figura 2 se muestra el procedimiento de extracción de agregados fino (arena) y el agregado grueso (confitillo) siguiendo el procedimiento de la norma NTP 400.010 “AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras”, utilizados en esta investigación.

Figura 2

Extracción del agregado fino (arena) y agregado grueso (confitillo) de la cantera Arenera Jaén SAC



3.3. Materiales y métodos

3.3.1. Población, muestra y muestreo

3.3.1.1. Población.

Según Díaz, (2016) la población de una investigación está formada por elementos como personas, objetos y organismos que participan del fenómeno que fue delimitado en el análisis del problema de investigación. En la presente investigación, la población fue la cantidad de ladrillos que se elaborarán con la adición de fibras PET en diferentes porcentajes.

3.3.1.2. Muestra.

Para Díaz, (2016) la muestra es la porción o parte de la población de interés que refleje las mismas características de la población. Por conveniencia en esta investigación se realizó 80 ensayos debido a que la Norma Técnica Peruana NTP 399.601 especifica que se realizaran 3 ensayos como mínimo.

Tabla 5*Ensayos a realizar en la investigación*

ENSAYOS A REALIZAR				
% de fibras PET	Absorción, Humedad y Densidad	Resistencia a la Compresión	Resistencia a la Compresión en pilas	Resistencia a la Flexión
Patrón	4	4	4	4
0.5 %	4	4	4	4
1 %	4	4	4	4
1.5 %	4	4	4	4
2 %	4	4	4	4
Total	20	20	20	20

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.3.1.3.Muestreo.

En esta investigación el muestreo fue de tipo no probabilístico por conveniencia, ya que nos permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los sujetos para el investigador. (Morphol, 2017)

3.4. Variables de estudio

Las variables de estudio de la presente investigación se describen en independiente y dependiente tal cual se muestra a continuación.

3.4.1. Variable independiente.

- Fibras polientilertereftalato (PET)

3.4.2. Variable dependiente.

- Ladrillos tipo 17

3.4.3. Operacionalización de variables.

Tabla 6

Operacionalización de variables

Variable		Dimensiones	Indicadores	Unidad	Técnica de Recolección de datos	Instrumento de Recolección de datos
Tipo	Descripción					
Independiente	Fibras polientilente reftalato (PET)	Características físicas	Longitud 30 mm	mm	Observación	Ficha de recolección de datos
			Ancho 4 mm			
			0.5 %	%		
			1%			
			1.5%			
		2%				
Dependiente	Ladrillos tipo 17	Propiedades físicas y mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²	Observación	Ficha de recolección de datos
			Resistencia a la flexión	Kg/cm ²		
			Resistencia a la Compresión en pilas	Kg/cm ²		
			Absorción, humedad y densidad	%		

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.5.Métodos.

A. Según su finalidad

Es una investigación básica o pura, porque realiza formulaciones hipotéticas de aplicación posterior (Gomes Bastar, 2012), mediante procedimientos se logró determinar las propiedades

mecánicas como la resistencia a la compresión y flexión para la producción de ladrillos de concreto tipo 17.

B. Según su diseño

Esta es una investigación experimental porque se utiliza procedimientos basados en objetivos para probar hipótesis, resolver problemas y sacar conclusiones. (Gomes Bastar, 2012). Es considerada experimental, puesto que se manipulo la variable independiente incorporando Fibras polientilentereftalato (PET) con porcentajes de 0.5 %, 1%, 1.5% y 2% en relación del peso del cemento para ver el efecto en la variable dependiente que fue producir ladrillos tipo 17, estudiando los indicadores de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión en pilas, absorción, humedad y densidad.

C. Según su alcance

La investigación es descriptiva, ya que utiliza realidades del fenómeno u objeto de estudio (Gomes Bastar, 2012), en la investigación se comparó las resistencias obtenidas con la muestra patrón y así verificó si cumple con la resistencia base.

D. Según su enfoque

Es una investigación cuantitativa, porque las variables se desprenden de la hipótesis (Gomes Bastar, 2012), además evalúa la utilización de fibras de plástico PET, y generar un desarrollo sostenible.

3.6.Técnicas.

A. La investigación:

Se efectuó mediante la recolección de datos verdaderos de bibliografías como trabajos, libros, revistas científicas, normas técnicas, etc. con el fin de realizar correctamente el trabajo de investigación actual.

B. Observación:

Se aplicó el sentido de la vista mediante observación con fin de comprender los sucesos que puedan suceder durante el proceso del trabajo de investigación.



C. La experimentación:

Se realizó mediante ensayos de normas actuales, se añadirá las fibras PET con dimensiones de 30 mm de longitud y 4 mm de ancho, en diferentes proporciones al concreto para la fabricación de ladrillos de concreto, para esto se efectuará ensayos, estudio de datos, y elaboración resultados.

3.7.Procedimiento

3.7.1. Materiales y equipos

A. Materiales

- Cemento portland tipo I (Pacasmayo)
- Agregados de la cantera Arenera Jaén SAC
- Agua potable
- Fibras rectangulares PET (4 mm x 30 mm)

B. Equipos y herramientas

- Tamices ASTM (3/4", 1/2", 3/8", N°4, 8, 16, 30, 50, 100)
- Molde para probetas
- Molde triple metálico para ladrillo
- Cono de Abrams
- Balanza con aproximación de 0.1 g.
- Herramientas manuales
- Nivel de ingeniero.
- Horno con capacidad de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Prensa hidráulica para ensayo de resistencia a la compresión y flexión.
- Vernier.
- Wincha
- Cilindro

3.7.2. Ensayos realizados a los agregados

Para realizar el diseño de mezclas con resistencia requerida de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ en la investigación, se determinó las características de los materiales, tanto para agregado fino y agregado grueso, del cual para su determinación se siguió una serie de normas que se muestran a continuación.

Tabla 7

Ensayos realizados a los agregados para el diseño de mezclas

Agregado	Ensayos	Referencias normativas		
		ASTM	NTP	MTC
Agregado Fino	Análisis granulométrico para agregado fino	C 136	400.012	E 204
	Humedad natural	C 566	339.185	E 215
	Peso unitario suelto y compactado	C 29	400.017	E 203
	Peso específico y absorción	C 128	400.022	E 205
Agregado Grueso	Análisis granulométrico para agregado grueso	C 136	400.012	E 204
	Humedad natural	C 566	339.185	E 215
	Peso unitario suelto y compactado	C 29	400.017	E 203
	Peso específico y absorción	C 127	400.021	E 206

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8*Ensayos realizados en ladrillos solidos de concreto*

Ensayos en ladrillos de concreto	Referencias normativas	
	ASTM	NTP
Resistencia a la compresión	C 55- C 140	399.601- 399.604
Resistencia a la compresión en pilas	C 140	399.604 – 399.605
Resistencia a la flexión	C 293	339.079
Absorción	C 140	399.604
Contenido de humedad	C 140	399.604
Densidad	C140	399.604

Nota. Fuente: Elaboración propia

3.7.3. Procedimiento para el plástico PET

Se obtuvo botellas de plástico PET de diferentes tamaños en perfecto estado a través del reciclaje, luego se retiró las tapas y etiquetas, para desinfectarlas con hipoclorito sódico o lejía, combinado con agua y así eliminar cualquier componente que afecte al concreto.

Figura 3

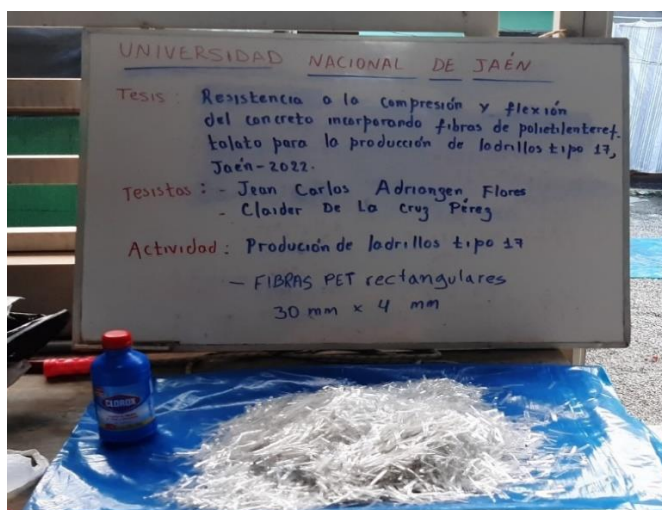
Cortado de la parte superior de las botellas PET



Se realizó el cortado de las botellas de plástico de la parte superior e inferior para facilitar y homogenizar el proceso de obtención de las fibras rectangulares, luego se midió y cortó con una longitud 30 mm y ancho de 4 mm, hasta que se logró la cantidad necesaria.

Figura 4

Fibras PET rectangulares de 30 mm x 4 mm



Carl
Euph
Cruz

3.7.4. Determinación de las características físicas de los agregados

3.7.4.1. Obtención en laboratorio de muestras representativas en agregados (cuarteo)

3.7.4.1.1. Procedimiento según la (NTP 339.089, 2014) - Cuarteo manual

- La muestra de los agregados se colocó sobre una superficie dura, limpia y horizontal con el fin de evitar pérdidas de material o la adición de sustancias extrañas.
- Luego se mezcló hasta formar una pila en forma de cono, por cuatro repeticiones seguidas. Cada palanada extraída de la base se depositó en la parte superior del cono, de manera que el material quedó uniformemente.
- Se aplanó y se extendió la pila cónica de agregados hasta formar una base circular, con diámetro y aspersion uniforme.
- Se procedió a dividir el material en cuatro partes iguales, de las cuales se separaron dos cuartos diagonalmente opuestos.

Figura 5

Cuarteo del agregado fino (arena)







Figura 6

Cuarteo del agregado grueso (confitillo)



3.7.4.2. Agregado fino

3.7.4.2.1. Granulometría (NTP 400.012, 2018)

- Se secó la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas
- Se escogió un grupo de tamices de tamaños apropiados para suministrar la información requerida, estas fueron: 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200.
- Los tamices se ordenaron de forma decreciente por tamaño de abertura y luego se colocó la muestra.
- Si en el lapso de 1 minuto no pasaba más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz, la operación de tamizado se daba por concluida.

Figura 7

Colocación del agregado fino en los tamices



3.7.4.2.2. Contenido de humedad del agregado fino (NTP 339.185, 2013)

Para encontrar el contenido de humedad del agregado se siguió el siguiente procedimiento

- A través del método cuarteo, se adquirió una muestra representativa, para luego pesar el agregado evitando la pérdida de humedad y del material.
- Se agregó la muestra de agregado húmedo en un recipiente adecuado, para después llevarlo al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, por un periodo de 24 horas
- Se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente, este procedimiento se siguió hasta conseguir un peso constante.
- Finalmente se pesó el recipiente con la mezcla y se registró su valor.

Para encontrar el porcentaje de contenido de humedad se utilizó la siguiente fórmula

$$P\% = \left(\frac{W - D}{D} \right) 100$$

Cajal *Suppl* *Ampl*

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra (%)

W = Masa de la muestra húmeda (gr)

D = Masa de la muestra seca (gr)

3.7.4.2.3. Peso unitario suelto del agregado fino (NTP 400.017, 2011)

- Se determinó su peso y volumen del molde cilíndrico
- Se llenó sin compactar el molde el agregado fino
- Cuando se encontraba el molde lleno, se niveló la superficie utilizando la varilla de acero.
- Se pesó y anotó el molde con la muestra de arena.
- Se calculó los resultados mediante la fórmula siguiente.

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

Donde:

M = Peso unitario suelto del agregado, kg/m³

G = Masa del recipiente más contenido sin compactar, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

Peso del molde M1 contenido de agregado fino sin compactar

Figura 8

Peso del molde M1 contenido de agregado fino sin compactar



3.7.4.2.4. *Peso unitario compactado del agregado fino (NTP 400.017, 2011)*

- Se determinó su peso y volumen del molde cilíndrico
- Se colocó el agregado fino en tres capas de espesor igualitario, en cada capa se apisono con 25 golpes en forma helicoidal usando la varilla de acero de diámetro 5/8”.
- Cuando se llenó la última capa en el molde se procedió a nivelar la superficie con la varilla.
- se pesó el molde con la arena compactada y se registró su valor
- Se obtuvo los resultados mediante la formula siguiente.

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

Donde:

M = Peso unitario suelto del agregado, kg/m³

G = Masa del recipiente más contenido compactado, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

[Handwritten signatures]

Figura 9

Peso del molde MI más contenido de agregado fino compactado



3.7.4.2.5. *Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022, 2013)*

- Se colocó la muestra obtenida del cuarteo a un recipiente adecuado y se secó en el horno hasta una masa constante a una temperatura $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se dejó enfriar a temperatura apropiada de manipulación.
- Se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
- Se decantó la muestra evitando pérdida de finos y se extendió en una superficie plana para un secado natural expuesta al aire caliente.
- Se agregó una cantidad de agregado en un molde cónico, y se compactó con 25 golpes suaves con el pisón metálico, se alzó el cono verticalmente, y se comprobó que se encontrara en estado saturado superficialmente seco.
- Se agregó agua hasta la tercera parte de la capacidad del envase, y se registró el peso del picnómetro más el agua.

Cajal *Supplif* *Amay*

- Se procedió a pesar la muestra 500 gr, luego se colocó la muestra saturada superficialmente seca en el picnómetro.
- Se procedió a eliminar las burbujas de aire moviendo el envase en su eje durante 15 min.
- Se determinó el peso total del picnómetro, agregado fino y agua.
- Se retiró el agregado del picnómetro, y se secó en el horno para posteriormente pesarlo.
- Se hallaron resultados con las siguientes formulas.

$$P_{e.m} = \frac{W_0}{V - V_a}$$

$$P_{e.s} = \frac{500}{V - V_a}$$

$$P_{e.a} = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - V_0)}$$

$$Ab(\%) = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

Donde:

$P_{e.m}$ = Peso Específico de masa

$P_{e.s}$ = Peso Específico de masa superficialmente seco

$P_{e.a}$ = Peso Específico aparente

$Ab(\%)$ = Porcentaje de Absorción

W_0 = Peso en el aire de la muestra secada

V = Volumen del frasco

V_a = Peso del agua añadida al frasco

Figura 10

Secado del agregado fino expuesta al aire caliente

**Figura 11**

Compactación del agregado con 25 golpes suaves, mediante el pisón metálico



Cajal Cajal Cajal

Figura 12

Peso de la muestra seca al horno



3.7.4.3. Agregado grueso

3.7.4.3.1. Granulometría (NTP 400.012, 2018)

- Se secó la muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, hasta obtener un peso constante.
- Se escogió un grupo de tamices de tamaños apropiados de tal forma que cumplió con las especificaciones del agregado, estas fueron: 1'', 3/4'', 1/2'' 3/8'', N°4.
- Los tamices fueron ordenados de manera decreciente por tamaño de abertura y luego se colocó la muestra sobre el tamiz de 1''.
- Se efectuó el tamizado de forma manual por un tiempo de 10 minutos, de tal forma que después de terminado no paso más del 1% de la cantidad en peso retenido en cada tamiz.
- Si en el lapso de 1 minuto no pasaba más del 1% en peso del material retenido sobre el tamiz, la operación de tamizado se daba por concluida.

Figura 13

Colocación del agregado grueso en los tamices



3.7.4.3.2. Contenido de humedad del agregado grueso (NTP 339.185, 2013)

Para encontrar el contenido de humedad del agregado se siguió el siguiente procedimiento

- A través del método cuarteo, se adquirió una muestra representativa, para luego pesar el agregado evitando la pérdida de humedad y del material.
- Se agregó la muestra de agregado húmedo en un recipiente adecuado, para después llevarlo al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, por un periodo de 24 horas
- Se retiró la muestra del horno y se dejó enfriar a temperatura ambiente, este procedimiento se siguió hasta conseguir un peso constante.
- Finalmente se pesó el recipiente con la mezcla y se registró su valor. Para encontrar el porcentaje de contenido de humedad del agregado grueso se utilizó la siguiente fórmula

$$P\% = \left(\frac{W - D}{D} \right) 100$$

Cajal

Cajal

Cajal

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra (%)

W = Masa de la muestra húmeda (gr)

D = Masa de la muestra seca (gr)

3.7.4.3.3. *Peso unitario suelto del agregado grueso (NTP 400.017, 2011)*

- Se determinó su peso y volumen del molde cilíndrico
- Se llenó sin compactar el molde el agregado grueso
- Cuando se encontraba el molde lleno, se niveló la superficie utilizando la varilla de acero.
- Se pesó y anotó el molde con la muestra del agregado grueso.
- Se calculó los resultados mediante la formula siguiente.

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

Donde:

M = Peso unitario suelto del agregado, kg/m³

G = Masa del recipiente más contenido sin compactar, kg

T = Masa del recipiente, kg

V = Volumen del recipiente, m³

Figura 14

Peso del molde M1 más contenido de agregado grueso sin compactar



3.7.4.3.4. *Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021, 2018)*

- Se lavó y colocó la muestra en un recipiente adecuado y seco en el horno hasta una masa constante a una temperatura $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se dejó enfriar a temperatura apropiada de manipulación.
- Se sumergió el agregado en agua a temperatura ambiente durante un período de $24\text{ h} \pm 4\text{ h}$.
- Se retiró la muestra sumergida en agua, se secó sobre un paño absorbente grande hasta eliminarse las partículas visibles de agua.
- Se determinó el peso de la muestra de ensayo en la condición de superficie saturada seca.
- Se colocó la muestra saturada seca superficialmente en un contenedor, luego se puso en un alambre de suspensión dentro un tanque con agua y se determinó su peso aparente sumergido en agua.
- Se llevó la muestra al horno a una temperatura $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 horas, se dejó enfriar por 3 horas hasta alcanzar una temperatura manipulable, y luego se determinó y registró su peso.
- Se hallaron resultados con las siguientes formulas.

$$P_{e.m} = \frac{A}{B - C}$$

$$P_{e.s} = \frac{B}{B - C}$$

$$P_{e.a} = \frac{A}{A - C}$$

$$Ab(\%) = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

$P_{e.m}$ = Peso Específico de masa

$P_{e.s}$ = Peso Específico de masa superficialmente seco

$P_{e.a}$ = Peso Específico aparente

$Ab(\%)$ = Porcentaje de Absorción

A = Peso en aire de la muestra secada

B = Peso en aire de la muestra de superficie saturada seca

C = Peso aparente de la muestra saturada en agua

Figura 15

Secado del agregado grueso mediante un paño absorbente



Figura 16

Colocación del agregado grueso para el cálculo de peso sumergido en agua



Caril *Caril* *Caril*

3.7.5. Diseño de mezclas método ACI 211

El procedimiento que se sigue para determinar el diseño de mezclas con $f'c=175$ kg/cm², se realizó de acuerdo a los ensayos obtenidos en laboratorio siguiendo el método ACI 211, para el diseño se utilizó el cemento Pacasmayo Tipo I, el procedimiento se muestra a continuación:

- Elección de la resistencia Compresión
- Definición del asentamiento
- Selección Tamaño Máximo Tamaño Máximo Nominal
- Cantidad de agua de mesclado y contenido de aire
- Selección de la relación agua/cemento
- Contenido de cantidad de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso
- Estimación del contenido de agregado fino
- Ajuste por humedad de los agregados
- Ajuste del diseño de mezcla

Tabla 9

Resumen de las características físicas de los agregados obtenidas en laboratorio

TIPO	FINO	GRUESO
Humedad (%)	1.09	0.85
Peso Específico de Masa	2.59	2.70
Absorción (%):	1.09	2.26
Módulo de Fineza	3.82	
Peso Seco Compactado (Kg/m ³):	1824	1590
T Máximo Nominal (Pulg.)		0.375

Nota. Fuente: Elaboración propia

Tabla 10

Dosificación obtenida según el diseño de mezclas ACI 211, para una bolsa de cemento

Materiales	Dosificación
Cemento	42.5 kg
Agua Efectiva	31.31 Lt
Agregado fino (Arena)	185.73 Kg
Agregado grueso (Confitillo)	119.65 Kg

Nota. Fuente: Elaboración propia

Para comprobar la resistencia a la compresión $f'_c=175$ kg/cm² del diseño de mezclas se elaboró 9 probetas, distribuidas en muestra patrón, 0.5% PET y 2% PET; de lo cual se obtuvo que cumplía con la resistencia a la compresión establecida en el diseño de mezclas a los 21 días de rotura. Para ello se siguió el siguiente procedimiento:

- Se pesó los agregados y se midió la cantidad de agua necesaria de acuerdo al diseño de mezclas obtenido.
- Se colocó los agregados (arena y confitillo) y la cantidad requerida de cemento portland tipo I sobre un plástico ubicado en una superficie plana, y se mezcló bien por tres repeticiones.
- Se agregó agua y se procedió a mezclar hasta obtener una mezcla homogénea.
- Se agregó el concreto en estado fresco a los moldes de probetas, la compactación de las probetas se realizó en tres capas, con una varilla lisa aplicando 25 golpes a cada capa, luego de compactar cada capa se golpeó ligeramente con un martillo de goma por 10 repeticiones aproximadamente, para liberar burbujas de aire que estaban atrapadas.
- Luego de 24 horas se quitó los moldes de las probetas, se colocó la información necesaria a cada una para su identificación.
- Se curó las probetas colocándolo en barril con agua potable, en donde cubrían totalmente los lados de la probeta.

- Se colocó las probetas en barril con agua potable, en donde cubría todos sus lados y se dejó curar por un periodo en días establecido.
- Luego de 21 días transcurridos se retiró las probetas del tanque de agua, para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.
- Se realizó el mismo proceso al incorporar 0.5% y 2% de fibras PET, para 3 probetas de cada proporción.

Figura 17

Elaboración de probetas incorporando 0.5 % PET



Cajal

Cajal

Cajal

Figura 18

Probetas para comprobar la resistencia a la compresión según el diseño de mezclas



3.7.6. Procedimiento para la producción de ladrillos de concreto tipo 17

3.7.6.1. Mezclado y moldeado

- Se determinó las proporciones de los materiales en peso, corregidos por su contenido de humedad, obtenido en el diseño de mezclas.
- Se pesó en una balanza de aproximación 0.1g, los materiales que componen el concreto: agregado fino (arena), agregado grueso (confitillo), la cantidad de cemento y se midió el volumen de agua potable requerido en litros.
- Para la muestra patrón, se realizó de la siguiente manera: Se agregó sobre una superficie plana arena, en seguida confitillo, luego el cemento portland tipo I, todos estos debidamente pesados y se procedió a mezclar por tres repeticiones, en seguida se agregó la cantidad de agua requerida en un hoyo formado en el centro de la mezcla. Se removió y mezcló con una pala y plancha de mano todos estos componentes hasta obtener una mezcla uniforme.

- Se realizó el ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams, aplicando el procedimiento estipulado en la NTP 339.035, detallado en el apartado 3.7.6.2
- Se procedió a colocar la mezcla en el molde metálico de ladrillos aceitado, se compactó con una varilla metálica y un martillo de goma, se niveló de acuerdo al molde.
- Para la incorporación del 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de fibras rectangulares PET, se realizó de la siguiente forma: Se agregó sobre una superficie plana el agregado fino (arena), en seguida se agregó la cantidad requerida de las fibras rectangulares PET con dimensiones de 4 mm x 30 mm, según el porcentaje de incorporación en relación del peso del cemento, luego se mezclaron hasta uniformizarlos. A esto se le vació el confitillo, luego el cemento portland tipo I, todos estos debidamente pesados y se procedió a mezclar por tres repeticiones hasta obtener una mejor mezcla, en seguida se agregó la cantidad de agua requerida en un hoyo formado en el centro de la mezcla. Se removió y mezcló con una pala y plancha de mano, todos estos componentes hasta obtener una mezcla uniforme.
- Se realizó el ensayo de asentamiento mediante el cono de Abrams para cada uno de los porcentajes utilizados en la investigación, siguiendo el procedimiento de la NTP 339.035, detallado en el apartado 3.7.6.2.
- Se procedió a colocar la mezcla en el molde metálico de ladrillos aceitado, se compactó con una varilla metálica y un martillo de goma, se niveló de acuerdo al molde.
- Se colocó la mezcla en el molde metálico de ladrillos aceitado, se compactó con una varilla metálica y un martillo de goma y se niveló de acuerdo al molde.
- Todas las unidades de concreto producidas, se trasladó a un área libre, se levantó cuidadosamente el molde, de forma vertical con finalidad de no deformarlo, apoyándose de sus hazas ubicadas en sus extremos.

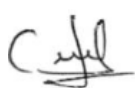


Tabla 11*Cantidad de material para la mezcla de concreto al incorporar fibras PET*

Agregado fino (arena)	Agregado grueso (confitillo)	Cemento (Portland Tipo I)	Relación agua cemento (a / c)	% fibras PET	Fibras PET
Kg/m3	Kg/m3	Kg/m3		%	Kg/m3
1121	737.62	262	0.79	0	0.00
1121	737.62	262	0.79	0.5	1.31
1121	737.62	262	0.79	1	2.62
1121	737.62	262	0.79	1.5	3.93
1121	737.62	262	0.79	2	5.24

Nota. Fuente: Elaboración propia**Figura 19***Colocación de aceite al molde metálico*





Figura 20

Mezclado del plástico PET con el agregado fino

**3.7.6.2. Asentamiento del concreto**

Para determinar el asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras de plástico PET, se siguió el procedimiento de la Norma Técnica Peruana (NTP 339.035, 2015), con la finalidad de comprobar su consistencia establecida según el diseño de mezclas.

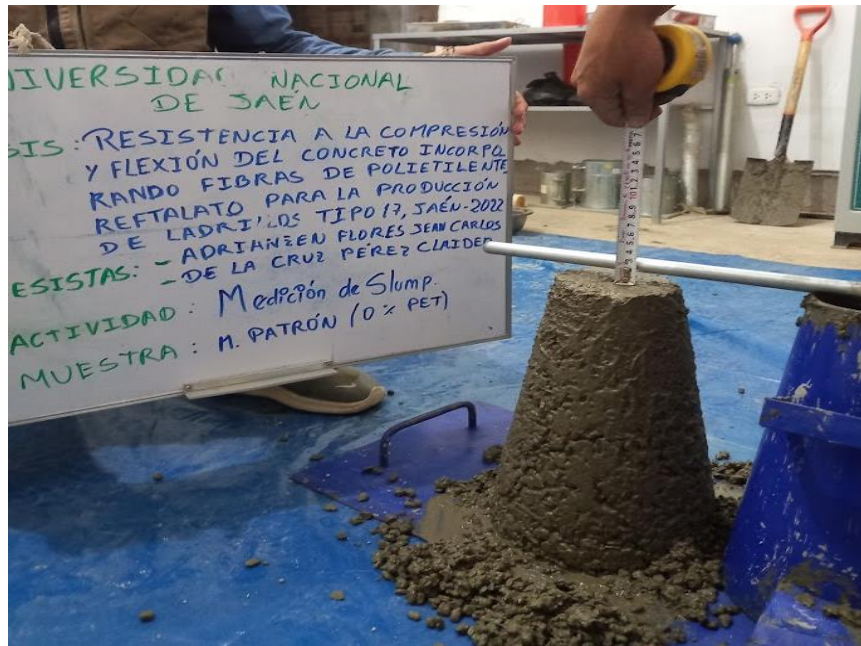
- Se humedeció el molde y se ubicó en una superficie plana, se fijó firmemente y se comenzó a vaciar el concreto dentro del molde en estado fresco, el llenado se realizó en tres capas, cada capa se compactó aplicando 25 golpes con una barra compactadora.
- Una vez compactada la última capa, se enrasó con la varilla metálica hasta nivelar el concreto sobre el borde superior del molde, se eliminó el concreto sobrante del alrededor del cono para evitar interferencias con el movimiento del concreto que se asienta.

Cajal *Supplif* *Amey*

- Se levantó el molde cuidadosamente en dirección vertical con un movimiento firme.
- Se midió el asentamiento establecido por la diferencia entre la altura del cono y el centro desplazado de la cara superior del cono deformado compuesta por concreto.

Figura 21

Asentamiento del concreto en la muestra patrón



Cajal *Guillem* *Carroll*

Figura 22

Asentamiento del concreto en la muestra 0.5 % PET

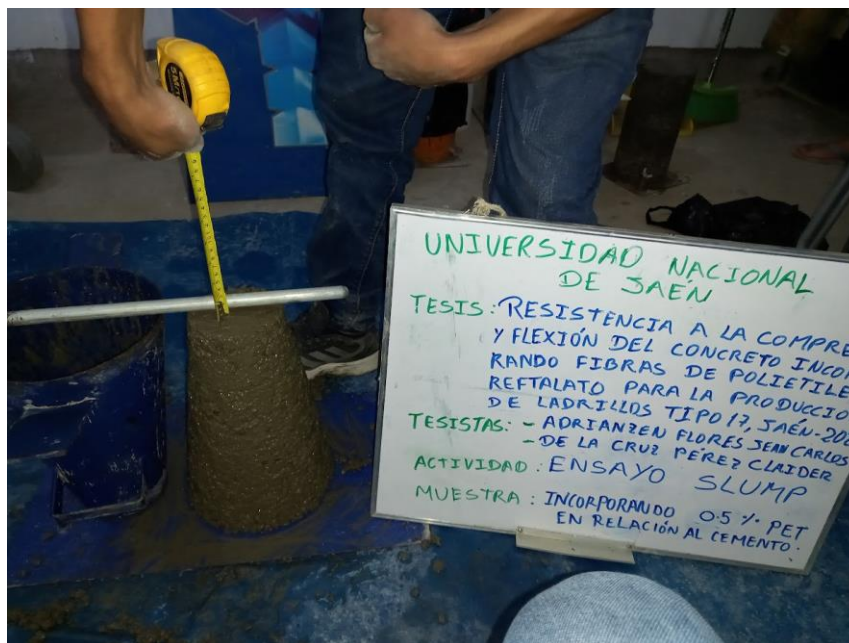


Figura 23

Asentamiento del concreto en la muestra de 2 % PET







3.7.6.3. Curado de las unidades de concreto

- Luego de un periodo de 24 horas de la elaboración de los ladrillos, se identificó correctamente con un marcador según su código respectivo para su identificación posterior.
- Para minimizar la filtración y evaporación del agua, se realizó con plástico una especie de reservorio, se colocó las unidades de concreto, se llenó con agua hasta una cierta altura con la finalidad que tape todas sus caras de las muestras.
- Transcurridos 28 días desde su elaboración de cada muestra se retiró del curado. Luego se usó en la elaboración de pilas y los restantes transportó al laboratorio para ser ensayados.

Figura 24

Elaboración de ladrillos tipo 17 incorporando fibras de plástico PET



3.7.7. Características de las unidades de concreto en la muestra patrón y al incorporar fibras PET en diferentes proporciones

Los ladrillos de concreto en la muestra patrón y con la incorporación de fibras PET han sido ensayadas en laboratorio a edad de 28 días, de acuerdo a las normas (NTP 399.601, 2015) y (NTP 399.604, 2015)

Cajal *Suppl* *Amey*

3.7.7.1. Absorción

Se seleccionó 4 unidades de concreto para cada proporción y se llevó al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas, hasta alcanzar un peso constante (P_{se}), se llevó las unidades de concreto aun barril con agua potable y se sumergió por un periodo de 24 horas, se retiró y se midió el peso saturado (P_{sa}). Finalmente, cada ladrillo se sumergió dentro de un sesto en agua sostenido por un alambre de suspensión dentro un tanque y se determinó su peso sumergido en agua (P_{su}). Se siguió las siguientes fórmulas para hallar la absorción:

$$\text{Abs. (kg/m}^3\text{)} = \frac{P_{sa} - P_{se}}{P_{sa} - P_{su}} \times 1000$$

$$\text{Abs. (\%)} = \frac{P_{sa} - P_{se}}{P_{se}} \times 100$$

Donde:

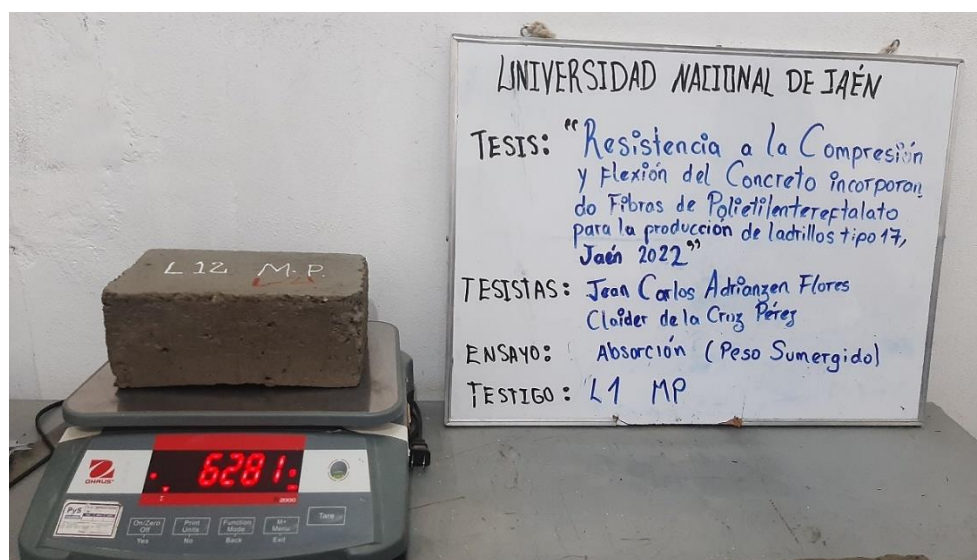
P_{sa} = Peso saturado de la muestra (kg)

P_{su} = Peso sumergido de la muestra (kg)

P_{se} = Peso seco al horno (kg)

Figura 25

Peso saturado para absorción L1 Muestra Patrón



Three handwritten signatures are visible at the bottom of the page.

3.7.7.2. Contenido de humedad

Para obtener un peso inicial, se pesó las unidades en estado natural luego de haber transcurrido 28 días de edad, se puso al horno cada muestra a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas, hasta lograr un peso constante seco, luego se sumergió por 24 horas dentro de agua potable, transcurrido ese tiempo se sacó y se registró su peso. Finalmente se encontró el contenido de humedad de cada muestra mediante la siguiente formula:

$$W(\%) = \frac{P_{in} - P_{se}}{P_{sa} - P_{se}} \times 100$$

Donde:

W = Contenido de humedad de la muestra (%)

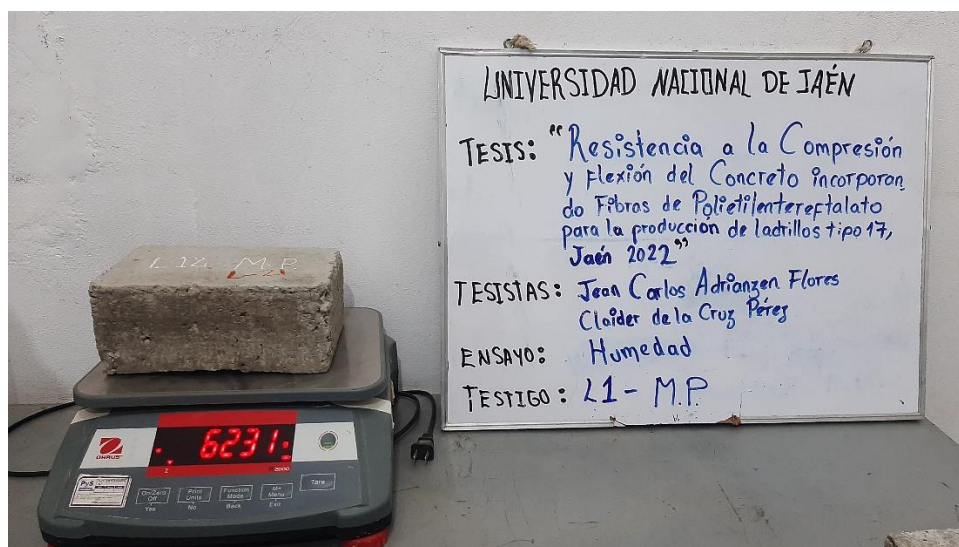
P_{in} = Peso inicial de la muestra (kg)

P_{se} = Peso seco al horno (kg)

P_{sa} = Peso saturado de la muestra (kg)

Figura 26

Peso recibido L1 Muestra Patrón para el cálculo de la Humedad



Three handwritten signatures are visible at the bottom of the page.

3.7.7.3.Densidad

Las unidades seleccionadas de concreto se llevaron al horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ por un tiempo de 24 horas, hasta alcanzar un peso constante (P_{se}), se llevó las unidades de concreto aun barril con agua potable y se sumergió por un periodo de 24 horas, se retiró y se midió el peso saturado (P_{sa}). Finalmente, cada ladrillo se sumergió dentro de un sesto en agua sostenido por un alambre de suspensión dentro un tanque y se determinó su peso sumergido en agua (P_{su}). Para encontrar la densidad de los ladrillos se utilizó la siguiente formula:

$$D \text{ (kg/m}^3\text{)} = \frac{P_{se}}{P_{sa} - P_{su}} \times 1000$$

Donde:

D = Densidad de la muestra (kg/m^3)

P_{se} = Peso seco al horno (kg)

P_{sa} = Peso saturado de la muestra (kg)

P_{su} = Peso sumergido de la muestra (kg)

Figura 27

Colocación de las unidades de concreto al horno por 24h



Handwritten signatures of the authors or researchers.

Tabla 12

Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en absorción, humedad y densidad

% de fibras PET	Edad de curado	Cantidad de ladrillos para absorción, humedad y densidad
Patrón	28	4
0.5 %	28	4
1 %	28	4
1.5 %	28	4
2 %	28	4
Total		20

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Peso seco de la muestra L2 1.5 % PET

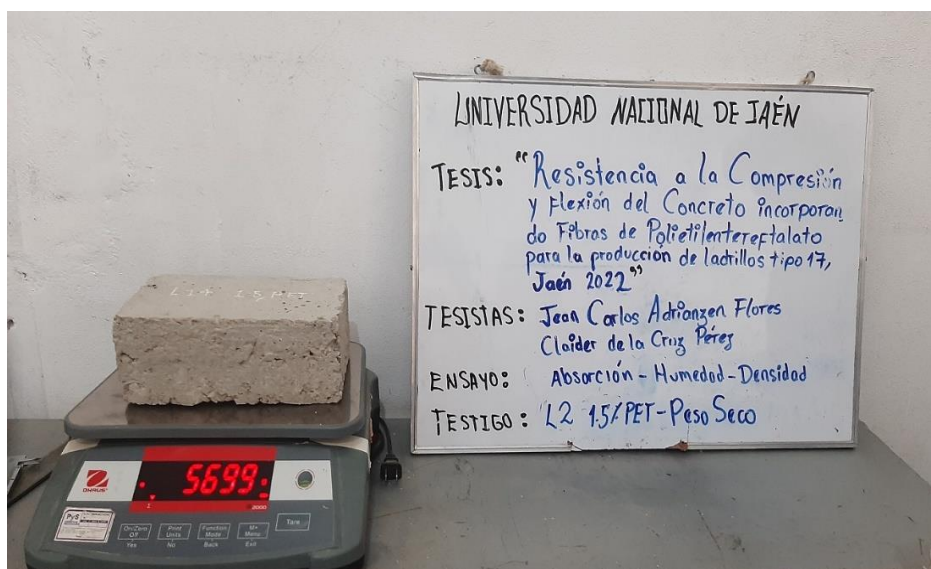
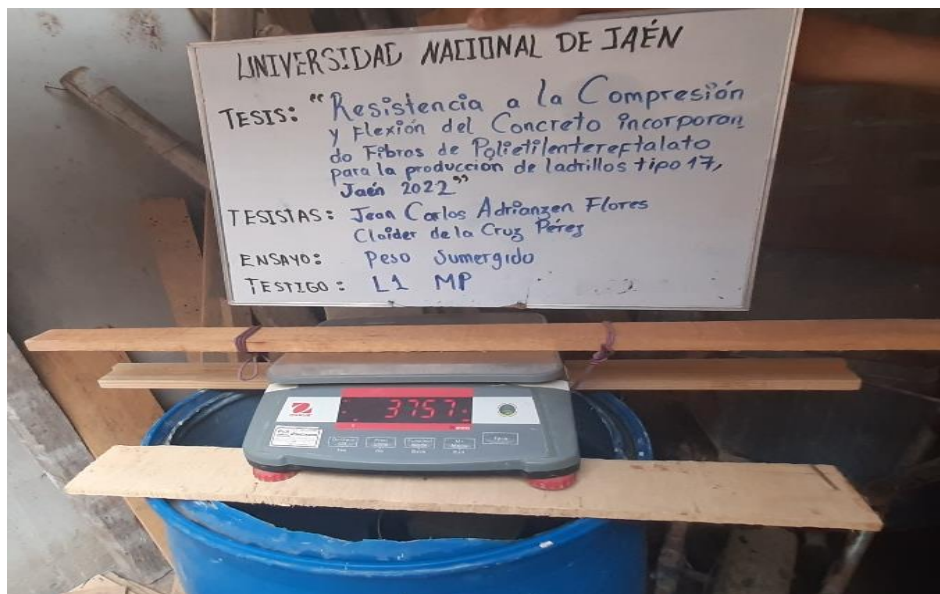






Figura 29

Peso sumergido de la muestra L1 Muestra Patrón



3.7.7.4. Resistencia a la compresión

Para calcular la resistencia a la compresión las unidades de concreto tipo 17, se siguió el procedimiento mencionado en la Norma Técnica Peruana (NTP 399.601, 2015) y (NTP 399.604, 2015)

El ensayo se realizó en estado seco de las muestras a una edad de 28 días, la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto (f'_b), se determinó mediante la relación de la carga de rotura de la muestra (kg) y el área bruta (cm^2), se calculó la resistencia de cuatro muestras para cada proporción, mediante la siguiente fórmula:

$$f'_b = \frac{P_{\max}}{A_g}$$

Donde:

f'_b = Resistencia a la compresión en ladrillos (kg/cm^2)

P_{\max} = Carga máxima (kg)

A_g = Área bruta de la muestra (cm^2)

Caril *Caril* *Caril*

Tabla 13

Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la compresión

% de fibras PET	Edad de curado	Cantidad de unidades de concreto
Patrón	28	4
0.5 %	28	4
1 %	28	4
1.5 %	28	4
2 %	28	4
Total		20

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Resistencia a la compresión de las muestras L1 MP y 0.5 % PET



3.7.7.5. Resistencia a la compresión en pilas de unidades concreto

Para realizar el ensayo de resistencia en pilas de ladrillos de concreto se siguió el procedimiento estipulado en la Norma Técnica Peruana (NTP 399.605, 2013)

Se elaboraron cuatro pilas de tres hiladas para cada porcentaje incluida la muestra patrón, debido a la absorción de las unidades se procedió a mojarlas con agua potable antes de su asentado. Se utilizó un mortero de un diseño de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, las juntas horizontales se realizaron con un espesor entre 1 cm y 1.5 cm según lo especificado en la E.070. Para el correcto asentado de las unidades de concreto se utilizó un nivel de mano y plomada. Para su curado se roseó agua tres veces diario hasta que cumplió su edad requerida.

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de pilas a 28 días de edad, previo al ensayo fueron refrendas con cemento y yeso formando una capa sobre las superficie superior e inferior de las pilas. Se determinó las dimensiones de las pilas, ancho, largo y alto, en todas sus direcciones y se calculó sus promedios. Luego se determinó la resistencia de la compresión axial al dividir la carga máxima aplicada en la muestra entre el área neta de contacto, utilizando la siguiente fórmula.

$$f'm = \frac{P_{\max}}{A_g}$$

Donde:

$f'm$ = Resistencia a la compresión axial en pilas

P_{\max} = Carga máxima (kg)

A_g = Área bruta de la muestra (cm^2)

Para calcular la resistencia a la compresión en pilas de concreto se multiplicó su resistencia $f'm$ por el factor de correlación de acuerdo a la tabla 14, luego se determinó el valor del factor de correlación a través de la interpolación lineal de los valores mostrados en la siguiente tabla.



Tabla 14

Factores de correlación altura/espesor para la resistencia en pilas

h_p/t_p	1.3	1.5	2.0	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

Nota. h_p/t_p : Relación de altura y la menor dimensión lateral de la pila. Fuente: (NTP 399.605, 2013)

Tabla 15

Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la compresión en pilas.

% de fibras PET	Edad de curado	Cantidad de pilas elaboradas
Patrón	28	4
0.5 %	28	4
1 %	28	4
1.5 %	28	4
2 %	28	4
Total		20

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Resistencia a la compresión en Pilas P1 MP y P3 1 % PET



3.7.7.6. Resistencia a la flexión

Para realizar el ensayo de resistencia a la flexión en unidades de concreto, se siguió el procedimiento según la (NTP 339.079, 2012), mostrado a continuación.

Se realizó la demarcación transversal en la parte central de la muestra y luego la demarcación en los extremos dejando la longitud adecuada de acuerdo al tramo entre apoyos que requirió para ser ensayado la muestra. Se aplicó una velocidad constante hasta el punto de rotura entre el rango de 9.18 kg/cm^2 y 12.24 kg/cm^2 . Luego de la rotura de las unidades de concreto, se midió el ancho promedio en la sección de falla y la altura promedio del ladrillo en la sección de falla, finalmente se registró sus datos y se determinó la resistencia a la flexión o módulo de rotura mediante la siguiente expresión:

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Donde:

M_r = Resistencia a la flexión o módulo de rotura en (kg/cm^2)

(Handwritten signatures)

P = Carga máxima de rotura (kg)

L = longitud del tramo entre apoyos (cm)

b = Ancho promedio en la sección de falla (cm)

h = Altura promedio del ladrillo en la sección de falla (cm)

Tabla 16

Cantidad de unidades de concreto al incorporar fibras PET ensayadas en la resistencia a la flexión

% de fibras PET	Edad de curado	Cantidad de unidades de concreto
Patrón	28	4
0.5 %	28	4
1 %	28	4
1.5 %	28	4
2 %	28	4
Total		20

Nota. Fuente: Elaboración propia

Figura 32

Resistencia a la flexión de las muestras L1 MP y 0.5 % PET



Cajal

Cajal

Cajal

IV. RESULTADOS

4.1. Determinación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto

Al determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto en ladrillos tipo 17, se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en todos los tratamientos de incorporación de fibra PET (0.5%, 1%, 1.5% y 2%), muestran un valor mayor a la obtenida en la muestra patrón (178.95 kg/cm²), la mejor resistencia se registró con incorporación de 1% de fibras PET con resistencia a la compresión de 208.99 kg/cm², los restantes tratamientos son aceptables puesto que registraron un valor por encima de la muestra base. Por otra parte, la resistencia a la flexión mostro resultados más favorables ya que a media que se le incorporo mayor porcentaje de fibra PET su resistencia aumentó (muestra patrón = 41.96 kg/cm² y con 2% de incorporación de fibras PET alcanzo una resistencia máxima de 58.36 kg/cm² en comparación con el resto de porcentajes), es decir su resistencia a la flexión mostro ser directamente proporcional. Los resultados obtenidos para la resistencia a la compresión para cada tratamiento se muestran en la tabla 20 y tabla 21 y los resultados obtenidos para la resistencia a la flexión se muestran en la tabla 22.

4.2. Resultados para la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET

Para obtener la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET, se realizó una revisión de investigaciones, se optó por fibras de forma rectangular con dimensiones de 4 mm de ancho y 30 mm de longitud, basándose en su hallazgo de Al-Hadithi et al., (2019), en el que concluyeron que con estas dimensiones de fibras PET mejoran las propiedades mecánicas del concreto siendo más flexibles para obtenerlas, además Foti, (2019), menciona que la forma y dimensión de las fibras PET, generalmente tienen un ancho de algunos milímetros y un largo de algunos centímetros, distribuidas uniformemente en la matriz del concreto; por otra parte para Banthia &



Gupta, (2006) concluye que el plástico PET de 30 mm de longitud mejora la resistencia a la compresión en comparación con el PET que mide 10 mm y 20 mm de longitud, respectivamente.

4.3. Resultados de las características físicas de los agregados

4.3.1. Características físicas del agregado fino (arena)

En la tabla 17 se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio del agregado fino (arena), que fue extraído de la cantera Arenera Jaén SAC, cuyos valores cumplen con los requisitos de gradación y calidad según lo estipulado en la norma (NTP 400.037, 2014).

Tabla 17

Características físicas del agregado fino obtenido en el laboratorio

TIPO	FINO
Humedad (%)	1.09
Peso Específico de Masa	2.59
Absorción (%):	1.09
Módulo de Fineza	3.82
Peso Seco Compactado (Kg/m3):	1824

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Características físicas del agregado grueso (Confitillo)

En la tabla 18 se muestra los resultados obtenidos en el laboratorio del agregado grueso (confitillo), que fue extraído de la cantera Arenera Jaén SAC, cuyos valores cumplen con los requisitos de gradación y calidad según lo estipulado en la norma (NTP 400.037, 2014).

Tabla 18

Características físicas del agregado grueso obtenido en el laboratorio

TIPO	GRUESO
Humedad (%)	0.85
Peso Específico de Masa	2.70
Absorción (%):	2.26
Peso Seco Compactado (Kg/m ³):	1590
T Máximo Nominal (Pulg.)	0.375

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Resultados del asentamiento del concreto

En la tabla 19 se muestra los resultados obtenidos del asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones (Muestra Patrón, 0.5%, 1%, 1.5% y 2%) de fibras PET, siguiendo el procedimiento de la norma (NTP 339.035, 2015) para una consistencia seca.

Tabla 19

Asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras PET

Proporciones de fibras de plástico PET	Consistencia seca Asentamiento permisible	Asentamiento
Muestra patrón	0'' – 2''	0.79''
0.5 %	0'' – 2''	0.59''
1 %	0'' – 2''	0.53''
1.5 %	0'' – 2''	0.45''
2 %	0'' – 2''	0.39''

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.4. Resultados de las propiedades mecánicas en los ladrillos tipo 17

Las propiedades mecánicas del estudio realizado fueron la resistencia a la compresión, resistencia a compresión en pilas y resistencia a la flexión, siguiendo los procedimientos de la Normas Técnicas Peruanas NTP 399.601, NTP 399.604, NTP 399.605 y NTP 339.079.

4.3.4.1. Resistencia a la compresión

En la tabla 20 se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión en ladrillos de concreto tipo 17, al incorporar 0% (muestra patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de fibras rectangulares PET, con dimensiones de 4 mm x 30 mm a una edad de 28 días, mediante el procedimiento estipulado en las normas NTP 399.601 y NTP 399.604.

+



Tabla 20*Resistencia a la compresión obtenidas en laboratorio*

Proporción	Edad (días)	Resistencia a la compresión f'_b (kg/cm²)	Promedio f'_b (kg/cm²)
Muestra patrón	28	183.96	178.95
		184.58	
		163.52	
		183.72	
		180.25	
0.5% PET	28	199.48	187.84
		183.67	
		187.97	
		210.48	
		205.36	
1.0% PET	28	207.88	208.99
		212.25	
		186.38	
		176.41	
		190.15	
1.5% PET	28	189.19	185.53
		189.04	
		179.99	
		183.48	
		170.25	
2% PET	28	180.69	180.69
		183.48	
		170.25	

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.4.2. Resistencia a la compresión en pilas

En la tabla 21 se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la compresión en pilas de ladrillos de concreto tipo 17, al incorporar fibras rectangulares PET al 0% (muestra

patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, con dimensiones de 4 mm x 30 mm a una edad de 28 días, mediante el procedimiento especificado en las normas NTP 399.604 y NTP 399.605.

Tabla 21

Resistencia a la compresión en pilas obtenidas en laboratorio

Proporción	Edad (días)	Resistencia a la	
		compresión en pilas f'm (kg/cm ²)	Promedio f'm (kg/cm ²)
Muestra patrón	28	126.20	128.77
		168.82	
		101.75	
		118.32	
		148.6	
0.5% PET	28	132.22	140.02
		141.23	
		138.01	
		166.25	
		194.89	
1.0% PET	28	185.41	183.84
		188.79	
		159.91	
		118.55	
		141.09	
1.5% PET	28	110.42	132.49
		101.54	
		127.33	
		142.82	
		144.79	
2% PET	28		129.12

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.4.3. Resistencia a la flexión

En la tabla 22 se muestran los resultados obtenidos de la resistencia a la flexión en ladrillos de concreto tipo 17, al incorporar fibras rectangulares PET al 0% (muestra patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, mediante el procedimiento especificado en la norma NTP 339.079.

Tabla 22

Resistencia a la flexión obtenidas en laboratorio

Proporción	Edad (días)	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)
Muestra patrón	28	40.15	41.96
		47.32	
		36.22	
		44.14	
		48.60	
0.5% PET	28	31.91	42.06
		46.82	
		40.93	
		41.52	
		53.92	
1.0% PET	28	38.89	47.76
		56.71	
		50.42	
		50.27	
		55.83	
1.5% PET	28	44.75	50.32
		64.11	
		47.27	
		55.07	
		66.99	
2% PET	28	47.27	58.36
		55.07	
		66.99	
		47.27	
		55.07	

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.5. Resultados de las propiedades físicas en los ladrillos tipo 17

4.3.5.1. Absorción

En la tabla 23 se muestran los resultados obtenidos de absorción en ladrillos de concreto tipo 17, al incorporar fibras rectangulares PET al 0% (muestra patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, mediante el procedimiento especificado en la norma NTP 399.604.

Tabla 23

Resultados obtenidos en el ensayo de absorción

Proporción	Edad (días)	Absorción (%)	Promedio (%)
Muestra patrón	28	6.04	5.38
		5.71	
		5.46	
		4.32	
		4.90	
0.5% PET	28	6.46	5.71
		5.48	
		6.02	
		4.16	
		4.18	
1.0% PET	28	5.38	4.49
		4.22	
		6.62	
		6.44	
		6.33	
1.5% PET	28	7.08	6.62
		4.97	
		6.17	
		6.17	
		6.84	

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2. Contenido de humedad

En la tabla 24 se muestran los resultados obtenidos del contenido de humedad en ladrillos de concreto tipo 17, en el que se incorporó fibras rectangulares PET al 0% (muestra patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, mediante el procedimiento especificado en la norma NTP 399.604.

Tabla 24

Resultados obtenidos en el ensayo de humedad

Proporción	Edad (días)	Humedad (%)	Promedio (%)
Muestra patrón	28	77.65	76.54
		72.32	
		78.34	
		77.82	
		67.23	
0.5% PET	28	78.09	78.48
		85.45	
		83.15	
		77.78	
		82.47	
1.0% PET	28	87.46	83.10
		84.71	
		86.87	
		87.19	
		89.38	
1.5% PET	28	87.11	87.64
		83.97	
		87.78	
		80.28	
		91.43	
2% PET	28	87.78	85.87
		80.28	
		91.43	
		87.78	
		80.28	

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.3.5.3.Densidad

En la tabla 25 se muestran los resultados obtenidos de la densidad en ladrillos de concreto tipo 17, en el que se incorporó fibras rectangulares PET al 0% (muestra patrón), 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, mediante el procedimiento especificado en la norma NTP 399.604.

Tabla 25

Resultados obtenidos en el ensayo de densidad

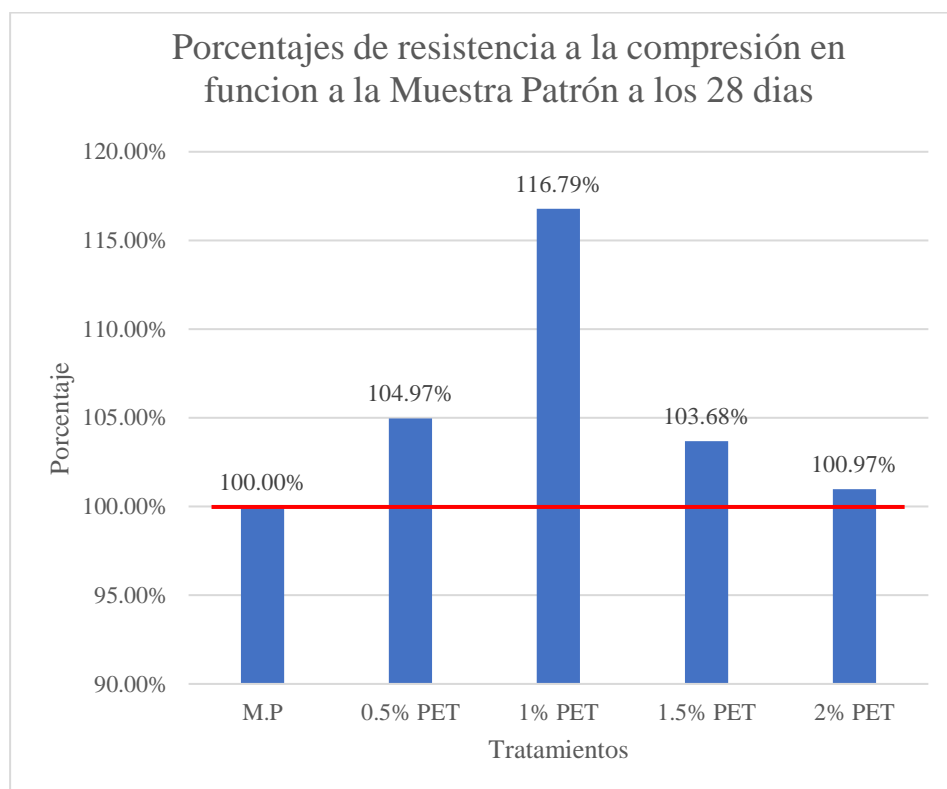
Proporción	Edad (días)	Densidad (Kg/m³)	Promedio (Kg/m³)
		2345.743	
Muestra patrón	28	2373.688	2377.322
		2371.393	
		2418.463	
		2243.043	
		2218.021	
0.5% PET	28	2231.089	2234.945
		2247.626	
		2264.849	
		2210.972	
		2305.882	
1.0% PET	28	2260.674	2260.594
		2138.790	
		2138.462	
		2083.049	
		2128.644	
1.5% PET	28	2227.325	2122.236
		2193.697	
		2177.139	
		2133.485	
2% PET	28		2182.912

Nota. Fuente: Elaboración propia

4.4. Resultados al comparar las propiedades mecánicas del concreto obtenidas al incorporar fibras PET.

Figura 33

Porcentajes de resistencia a la compresión en función a la muestra patrón a los 28 días

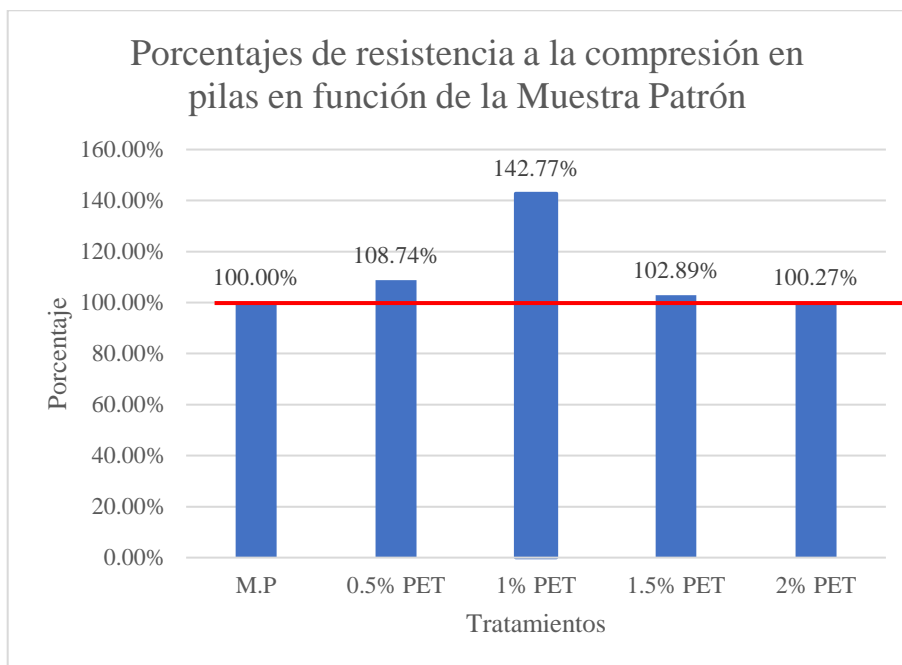


Nota. Se muestra los resultados en porcentajes de la resistencia a la compresión en función a la muestra patrón luego de 28 días. Fuente: Elaboración propia

En la figura 33 se muestra los resultados en porcentajes de resistencia a la compresión en ladrillos tipo 17, se obtuvo como resultado que los tratamientos de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET, tuvo un incremento en todos sus tratamientos en función de la muestra patrón de 4.97%, 16.79%, 3.68%, 0.97% respectivamente, evidenciándose que en el tratamiento de 1% de incorporación de PET presenta mejores resultados a comparación de los otros tratamientos.

Figura 34

Porcentajes de resistencia a la compresión en pilas en función de la Muestra Patrón

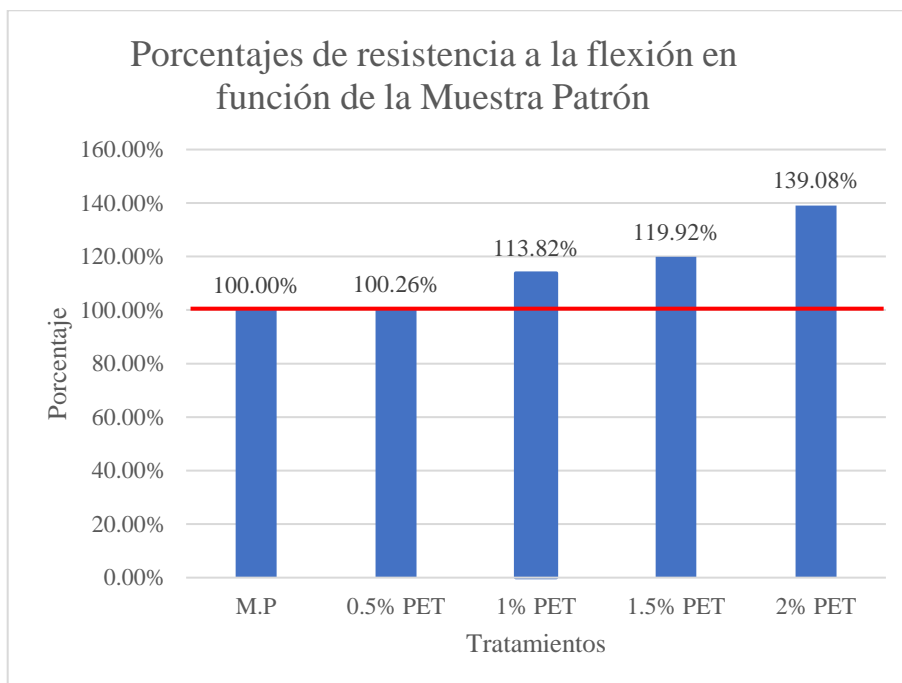


Nota. Se muestra los resultados en porcentajes de la resistencia a la compresión en pilas en función a la muestra patrón luego de 28 días. Fuente: Elaboración propia

En la figura 34 se muestra los resultados en porcentajes de resistencia a la compresión en pilas a base de ladrillos tipo 17, se obtuvo como resultado que los tratamientos de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET, tuvo un incremento en todos los tratamientos en función de la muestra patrón de 8.74%, 42.77%, 2.89%, 0.27% respectivamente, evidenciándose que en el tratamiento de 1% de incorporación de PET presenta mejores resultados en la resistencia a la compresión en pilas en comparación de los demás tratamientos.

Figura 35

Porcentajes de resistencia a la compresión en pilas en función de la Muestra Patrón



Nota. Se muestra los resultados en porcentajes de la resistencia a la flexión en función a la muestra patrón luego de 28 días. Fuente: Elaboración propia

En la figura 35 se muestra los resultados en porcentajes de resistencia a la flexión en ladrillos tipo 17, se obtuvo como resultado que los tratamientos de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET, tuvo un incremento en todos los tratamientos en función de la muestra patrón de 0.26%, 13.82%, 19.92%, 39.08% respectivamente, evidenciándose que en el tratamiento de 2% de incorporación de PET presenta mejores resultados en la resistencia a la flexión en comparación a los demás tratamientos.

4.5. Análisis Estadístico

El análisis estadístico se realizó con la finalidad de comprobar si los datos obtenidos en cada uno de los ensayos realizados en la presente investigación son estadísticamente significativos. Se realizó con un nivel de significancia de 0.05% y un nivel de confianza del 95%, utilizando el software Minitab 19.

4.5.1. Resultado estadístico para determinar el óptimo porcentaje de fibra PET

En la tabla 26 se muestra el promedio más menos el error estándar de los cinco tratamientos por variable respuesta, las cuales varían según el porcentaje de fibra de polietilentereftalato.

- Se evidenció que al incorporar fibras de polietilentereftalato la resistencia a la compresión alcanzó su punto óptimo en 1% con un promedio de 208.99 ± 1.51 kg/cm² y a porcentajes superiores la resistencia a la compresión disminuyó. Por otra parte, se observó que los resultados de los tratamientos con incorporación de PET en proporciones de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% pasan la resistencia patrón de diseño, por lo tanto, todos se clasifican como ladrillos tipo 17 según lo especificado en la NTP 399.601.
- Para la resistencia a la compresión en pilas se observó que el valor óptimo se encuentra en un porcentaje de 1% PET con un promedio de 183.83 ± 6.18 kg/cm².
- Para la resistencia a la flexión se observó que el mayor valor se presenta para un 2% de incorporación de fibras PET con un promedio de 58.36 ± 4.48 kg/cm², esto indica que al aumentar el porcentaje de fibras PET existe mayor resistencia a la flexión.
- Para la absorción se observó que el mayor valor se presenta para un 2% de incorporación de fibras PET con un promedio de 6.038 ± 0.389 % y un 1.5% de fibras PET con un promedio de 6.617 ± 0.165 % evidenciando que a mayor porcentaje PET hay mayor porcentaje de absorción. Por otra parte, todos los tratamientos incluidos la muestra patrón están por debajo de la absorción máxima del 10% especificado en la NTP 399.601 para un ladrillo de concreto tipo 17, es decir cumple con la normatividad.



- Para el contenido de humedad se observó que el mayor valor se presenta para 1.5% PET con un promedio de 87.638 ± 0.585 % y el valor mínimo para la muestra patrón con un promedio de 76.53 ± 1.41 %.
- Para la densidad se observó que el mayor valor se presenta para la muestra patrón con un promedio de 2377.3 ± 15.1 kg/m³ y el valor mínimo para los tratamientos con 1.5% y 2% PET con promedios de 2121 ± 13.2 kg/m³ y 2182.9 ± 19.5 kg/m³ respectivamente, evidenciando que a mayor porcentaje PET hay menor densidad.



Tabla 26

Resultados promedios \pm el error estándar de los cinco tratamientos según los ensayos realizados

Características	M.P	0.5% PET	1% PET	1.5% PET	2% PET
Resistencia a la compresión f^b (kg/cm ²)	178.95 ^b \pm 5.14	187.84 ^b \pm 4.19	208.99 ^a \pm 1.51	185.53 ^b \pm 3.14	180.69 ^b \pm 3.95
Resistencia a la compresión en pilas f^m (kg/cm ²)	128.8 ^b \pm 14.3	140.01 ^b \pm 3.42	183.83 ^a \pm 6.18	132.5 ^b \pm 11.2	129.12 ^b \pm 9.99
Resistencia a la flexión (kg/cm ²)	41.96 ^b \pm 2.41	42.07 ^b \pm 3.76	47.76 ^{ab} \pm 4.43	50.32 ^{ab} \pm 2.26	58.36 ^a \pm 4.48
Absorción (%)	5.383 ^{ab} \pm 0.374	5.715 ^{ab} \pm 0.338	4.485 ^b \pm 0.299	6.617 ^a \pm 0.165	6.038 ^a \pm 0.389
Humedad (%)	76.53 ^b \pm 1.41	78.48 ^{ab} \pm 4.05	83.1 ^{ab} \pm 2.05	87.638 ^a \pm 0.585	85.87 ^{ab} \pm 2.41
Densidad (Kg/m ³)	2377.3 ^a \pm 15.1	2234.9 ^{bc} \pm 6.63	2260.6 ^b \pm 19.4	2121.7 ^d \pm 13.2	2182.9 ^{cd} \pm 19.5

Nota: Los datos fueron obtenidos, mediante ensayos en el laboratorio Universal Engineering S.R

V. DISCUSIÓN

Según el objetivo general determinar la resistencia a la compresión y flexión del concreto incorporando fibras de polietilentereftalato para la producción de ladrillos tipo 17, Jaén-2022, se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en ladrillos tipo 17 para la muestra patrón, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET alcanzaron un promedio de 178.95, 187.84, 208.99, 185.53, 180.69 kg/cm² respectivamente, datos mostrados en la tabla 20, mientras que la resistencia a la flexión promedio fue de 41.96, 42.06, 47.76, 50.32, 58.36 kg/cm², evidenciado en la tabla 22. Datos que al ser comparados con Shahidan et al., (2018), en su investigación titulada “Concrete Incorporated with Optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber” obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión pasó la resistencia base del concreto 35 N/mm², logrando una mejor resistencia a la compresión en 1% de incorporación de fibras PET. Por otra parte, para Reátegui & Darcincho, (2018), determinaron las propiedades mecánicas del concreto endurecido remplazando 0.4%, 0.5% y 0.6% del volumen del agregado fino logrando resultados favorables en resistencia a la compresión con un incremento de resistencia de 12.33% y a la resistencia a la flexión un aumento de 25%.

Según el primer objetivo específico identificar la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET para su utilización, en la investigación se utilizó fibras de plástico PET de forma rectangular, de ancho 4 mm y longitud de 30 mm. Al-Hadithi et al., (2019), en su investigación titulada “Mechanical Properties and Impact Behavior of PET fiber reinforced Self-Compacting Concrete (SCC)”, utilizó fibras PET con dimensiones de longitud 30 mm y ancho 4 mm, lo cual fue recomendado para futuras investigaciones por su fácil adición al concreto y las propiedades que brinda al concreto, con estos resultados se demuestra que estas dimensiones son



recomendables para agregar a las unidades de concreto. Para Avila & Parrilla, (2021), utilizaron fibras rectangulares con dimensiones 3 mm de ancho y 30 mm de largo, lo cual comprobó que estas medidas se encuentran dentro del rango de fibras PET que mejoran las características de resistencia del concreto. Además, Banthia & Gupta, (2006) concluye que las fibras de plástico PET de 30 mm de longitud mejora la resistencia a la compresión en comparación con el PET que mide 10 mm y 20 mm de longitud, respectivamente.

Según el segundo objetivo específico determinar el asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras de plástico PET, según tabla 19 de resultados obtenidos, se muestra que al incorporar plástico PET al concreto en diferentes proporciones se encuentran dentro del rango de consistencia de diseño, para ladrillos de concreto se consideró un asentamiento de 0'' a 2'' es decir consistencia seca, logrando obtener el máximo valor de asentamiento para la muestra patrón con 0.79'' y un mínimo valor de 0.39'' para el 2% de incorporación de PET, datos que al ser comparados con Echeverría, (2017), en su investigación titulada "Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado", consideraron una consistencia seca, obteniendo como asentamiento del concreto dentro del rango 0'' a 2'' para todas sus dosificaciones. Con estos resultados se afirma que se encuentran dentro del rango especificado para una consistencia seca en el método de diseño de mezclas ACI 211. Para Meza et al., (2021) obtuvo como resultado que las muestras de control tenían un valor de asentamiento de 472 mm, que es un 22 % superior a la media de los lotes con fibras de PET recicladas, también para Shahidan et al., (2018) obtuvo como resultado que a mayor porcentaje de incorporación de fibras PET, disminuye su asentamiento del concreto, es decir es menos trabajable, además Alani et al., (2020), determinó que la fluidez de las fibras PET son inferiores a la mezcla de control debido al entrecruzamiento y formación de grupos de fibras PET en el centro de dirección de flujo lo que genera la obstrucción de la capacidad de flujo del concreto.

Según el tercer objetivo específico evaluar las propiedades mecánicas del concreto adicionando 0.5%, 1%, 1.5%, 2% fibras PET, en relación del peso del cemento, en la investigación se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en ladrillos tipo 17 para la muestra patrón, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET alcanzaron un promedio de 178.95, 187.84, 208.99, 185.53, 180.69 kg/cm² respectivamente, mostrado en la tabla 20, mientras que la



resistencia a la flexión promedio fue de 41.96, 42.06, 47.76, 50.32, 58.36 kg/cm², evidenciado en la tabla 22. Datos que al ser comparados con Quenta, (2019), en su investigación titulada “Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en la resistencia del concreto normal” obtuvo como resultado que para una incorporación de concreto de 2 % de PET alcanza su máxima resistencia a la compresión obteniendo un aumento de 2,6 %. Para Al-Hadithi et al., (2019), en su investigación titulada “Mechanical Properties and Impact Behavior of PET fiber reinforced Self-Compacting Concrete (SCC)”, mostró que la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión tienen un efecto positivo en todas sus proporciones con respecto a la muestra patrón. Con estos resultados se demuestra que la incorporación de fibras PET al concreto mejoran la resistencia a la compresión y flexión con respecto a la muestra patrón. Además, Avila & Parrilla, (2021) obtuvieron como resultado que al adicionar los porcentajes de 0,5 %, 1.0 % y 1,5 % aumenta la resistencia a la compresión en 2.28 %, 3.20 % y 4.11 % respectivamente.

Según el cuarto objetivo específico comparar las propiedades mecánicas del concreto obtenidas al incorporar fibras PET. se obtuvo como resultado que al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibras PET, se incrementó en todos sus tratamientos la resistencia a la compresión en 4.97%, 16.79%, 3.68%, 0.97% respectivamente en función de la muestra patrón, como se muestra en la figura 31. Para la resistencia a la flexión en ladrillos tipo 17, se obtuvo como resultado que los tratamientos de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET, tuvo un incremento de 0.26%, 13.82%, 19.92%, 39.08% respectivamente en todos los tratamientos en función de la muestra patrón, evidenciado en la figura 35. Resultados que al ser comparados con lo encontrado por Avila & Parrilla, (2021), en su investigación titulada “Influencia de las Fibras PET recicladas en la Resistencia a la Compresión del Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, obtuvo como resultado que al adicionar los porcentajes de 0,5 %, 1.0 % y 1,5 % aumenta la resistencia a la compresión en 2.28 %, 3.20 % y 4.11 % respectivamente. Para Al-Hadithi et al., (2019), en su investigación titulada “Mechanical Properties and Impact Behavior of PET fiber reinforced Self-Compacting Concrete (SCC)”, obtuvo como resultado que la adición de fibras de PET en diferentes volúmenes al SCC condujo a una mejora en la resistencia a la compresión y flexión en todas las proporciones. Sin embargo, para Quenta, (2019). En su investigación titulada “Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno”, obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en los porcentajes de 2 % de fibras PET, aumenta 2.6 %, y en los



porcentajes de 4 % a 8 % disminuye 6.3% a 20.4 %. La resistencia a la flexión con fibras PET en porcentajes de, 2% aumenta 16 %, con 4 % un 24 % y con un 8 % aumenta 20 %, respecto al concreto base. Con estos resultados se demuestra que la resistencia a la compresión alcanza su máxima resistencia entre 1% y 1.5%, a medida que aumenta el porcentaje de Fibras PET, disminuye su resistencia, por otra parte, la resistencia a la flexión se demostró que en todos los tratamientos de incorporación de PET su resistencia es directamente proporcional. Además, Shahidan et al., (2018). obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión pasó la resistencia base del concreto 35 N/mm² y el 1.0 % del concreto PET mostró el mejor valor de prueba de resistencia a la compresión, en comparación con el resto de porcentajes.

Según el quinto objetivo específico determinar el óptimo porcentaje de fibra PET, en la investigación al incorporar fibras rectangulares PET al concreto con dimensiones de 4 mm de ancho y 30 mm de largo, en porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, se obtuvo que el óptimo porcentaje de resistencia a la compresión fue en el 1%, tanto para unidades de concreto y en pilas; mientras que para la resistencia a la flexión el óptimo porcentaje se obtuvo en el 2% de incorporación de fibras PET. Resultados que al ser comparados guardan relación por Shahidan et al., (2018). En su investigación titulada “Concrete Incorporated with Optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber”, que concluyó que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia a la compresión es el 1 % de fibras PET. Para Al-Hadithi et al., (2019). En su investigación titulada “Mechanical Properties and Impact Behavior of PET fiber reinforced Self-Compacting Concrete (SCC)”, concluyó que el aumento a la resistencia a la compresión y flexión optima se obtuvo al 1,5% del volumen de fibras de PET. Con esto se demuestra que la resistencia a la compresión optima se encuentra entre el rango de 0.5% a 1.5% de incorporación de PET, esto depende de muchos factores como las dimensiones con lo que se incorpora el PET, por otro lado, la resistencia a la flexión se demuestra que a mayor porcentaje su resistencia aumenta. Además, Avila & Parrilla, (2021), concluyó que el porcentaje óptimo para mejorar la resistencia a la compresión es 1.5 %. Sin embargo, para Shamsudin et al., (2021), concluyó que la resistencia a la compresión óptima fue en 0.5%, mientras que la resistencia óptima a la flexión se encontró en 1% de incorporación de fibras PET.



VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- La resistencia a la compresión y flexión en ladrillos de concreto con incorporación de fibras PET es mayor a la resistencia a la compresión y flexión en comparación de la muestra patrón. Con esto se demuestra que las fibras de plástico PET mejoran las propiedades mecánicas del concreto.
- Se identificó la óptima longitud, ancho y forma del plástico PET, mediante revisión de investigaciones, se optó por fibras de forma rectangular con dimensiones de 4 mm de ancho y 30 mm de longitud, que fueron utilizados como incorporación al concreto en diferentes proporciones para la producción de ladrillos tipo 17.
- Se determinó el asentamiento del concreto incorporando diferentes proporciones de fibras de plástico PET, mostrando un resultado de asentamiento para la muestra patrón de 0.79'' y en 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación fibras PET se obtuvo como resultado un asentamiento de 0.59'', 0.53'', 0.45'' y 0.39'' respectivamente, en todos los tratamientos cumplieron con el asentamiento de diseño, es decir que se ubicaron en el rango de 0'' a 2'' (consistencia seca), se concluye que a mayor incorporación de fibras de plástico PET reduce su asentamiento.
- Se evaluó las propiedades mecánicas del concreto y se obtuvo como resultado que la resistencia a la compresión en ladrillos tipo 17 para la muestra patrón, 0.5%, 1%, 1.5% y 2% de incorporación de fibras PET alcanzaron un promedio de 178.95, 187.84, 208.99, 185.53, 180.69 kg/cm² respectivamente, mientras que la resistencia a la flexión promedio

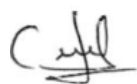


fue de 41.96, 42.06, 47.76, 50.32, 58.36 kg/cm² respectivamente. Se concluyó que en todos los tratamientos incluida la muestra patrón cumplen la resistencia a la compresión según lo especificado en la NTP 399.601 para un ladrillo de concreto tipo 17.

- Se comparó las propiedades mecánicas del concreto obtenidas al incorporar fibras PET, obteniendo como resultado que al comparar los tratamientos de 0.5%, 1%, 1.5% y 2% fibras PET con respecto a la muestra patrón, se incrementó en todos sus tratamientos en la resistencia a la compresión un 4.97%, 16.79%, 3.68%, 0.97% respectivamente, mientras que la resistencia a la flexión en ladrillos tipo 17, se incrementó un 0.26%, 13.82%, 19.92%, 39.08% respectivamente en todos los tratamientos en función de la muestra patrón. Se concluyó que todos los tratamientos superan la muestra patrón y la resistencia a la compresión mínima especificada en la NTP 699.601 para un ladrillo tipo 17.
- Se determinó el óptimo porcentaje de fibra PET, al incorporar fibras rectangulares PET al concreto con dimensiones de 4 mm de ancho y 30 mm de largo, en porcentajes de 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, obteniendo como óptimo porcentaje de resistencia a la compresión en el 1%, tanto para unidades de concreto y en pilas; mientras que para la resistencia a la flexión el óptimo porcentaje se obtuvo en el 2% de incorporación de fibras PET.
- Como ensayos complementarios para ladrillos tipo 17, se determinó las propiedades físicas como la absorción, el contenido de humedad y densidad, obteniendo como resultado que la absorción presenta un mayor valor para un 2% de incorporación de fibras PET con un promedio de 6.038% y un 1.5% de fibras PET con un promedio de 6.617%, para el contenido de humedad se observó que el mayor valor se presenta para 1.5% PET con un promedio de 87.638% y el valor mínimo para la muestra patrón con un promedio de 76.53% y la densidad se observó que el mayor valor se presenta para la muestra patrón con un promedio de 2377.3 kg/m³ y el valor mínimo para los tratamientos con 1.5% y 2% PET con promedios de 2121 kg/m³ y 2182.9 kg/m³ respectivamente.

6.2.Recomendaciones

- Para investigaciones futuras, se recomienda incorporar al concreto fibras de plástico PET con diferentes formas y dimensiones, para evaluar su comportamiento en la resistencia a la compresión y flexión.
- Se recomienda limitar la incorporación de fibras PET hasta un porcentaje adecuado, ya que se sabe que a mayor proporción esta disminuye su resistencia a la compresión.
- Si se requiere de un concreto de consistencia fluida, se recomienda utilizar algún aditivo plastificante, puesto que se sabe que las fibras PET disminuyen la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- Como se conoce que las fibras PET mejoran considerablemente la resistencia a la flexión, se recomienda utilizarlo en pavimentos rígidos, por lo que mejoran su resistencia y su adherencia.
- Se recomienda utilizar ladrillos tipo 17 en muros portantes de albañilería confinada, muros de albañilería arriostrada como cercos, parapetos y tabiques, ya que presenta moderada resistencia a la compresión, resistencia a la acción del frío y resistencia a la penetración de la humedad.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alani, A. H., Bunnori, N. M., Noaman, A. T., & Majid, T. A. (2020). Mechanical characteristics of PET fibre-reinforced green ultra-high performance composite concrete. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 26(7), 2797-2818. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/19648189.2020.1772117>
- Al-Hadithi, A. I., Noaman, A. T., & Mosleh, K. W. (2019). Mechanical properties and impact behavior of PET fiber reinforced self-compacting concrete (SCC). *Composite Structures*, 224(111021). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2019.111021>
- Ávila Cordova, L., Martínez Barrera, G., Barrera Díaz, C., Ureña Nuñez, F., & Loza Yañez, A. (2013). Effects on Mechanical Properties of Recycled PET in Cement-Based Composites. *International Journal of Polymer Science*, 2013, 1-6. <https://doi.org/https://doi.org/10.1155/2013/763276>
- Avila, G., & Parrilla, Y. (2021). *Influencia de las Fibras PET Recicladas en la Resistencia a la Compresión del Concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en Tumbes [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65734>
- Banthia, N., & Gupta, R. (2006). Influence of polypropylene fiber geometry on plastic shrinkage cracking in concrete. *Cement and Concrete Research*, 36(7), 1263-1267. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2006.01.010>.
- Bonilla, E., Aguilar Padilla, A. V., Flores, P. M., Sandoval, Z., Cavazos, E., & Torres, P. (2017). Evaluación de la resistencia a la flexión de tres resinas compuestas. *Revista de operatoria Dental y Biomateriales*, 1(3), 33-36. <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2017/09/EVALUACION-DE-LA-RESISTENCIA.pdf>
- Borg, R. P., Baldacchino, O., & Ferrara, L. (2016). Early age performance and mechanical characteristics of recycled PET fibre reinforced concrete. *Construction and Building Materials*, 108, 29-47.
- Bravo Monteza, I. A., & Carrasco Lopez, K. R. (2019). *Elaboración de concreto $f_c 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de polietileno HDPE [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaen]*. Repositorio UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/249>
- Cabarcas Caipa, L. M., & Colpas Macias, J. D. (2020). *Evaluación de la resistencia a la flexión y compresión de un concreto estructural ecológico con fibras PET propuesto conforme a la norma*

- NSR-10 [Tesis de pregrado, Universidad de la Costa]. Repositorio CUC. <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/7835>
- Chilón Quispe, S. N. (2018). *Influencia de la fibra sintética (sika® fiber force pp-48) en el comportamiento mecánico de un concreto autocompactante con $f'c=280$ kg/cm²* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1835>
- Dagnino S, J. (2014). Analisis de Varianza. *Revista chilena de anestesia*, 43(4), 306-310. <http://revistachilenadeanestesia.cl/PII/revchilanestv43n04.07.pdf>
- Díaz de León, N. T. (2016). *uaemex.mx*. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/63099/secme26877.pdf?sequence=1>
- Díaz Tafur, V. H. (2021). *Influencia de la incorporación de fibras de acero en la resistencia de vigas de concreto armado ante un esfuerzo cortante* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/4629>
- Díaz, A., & Sánchez, L. (2019). *Incorporación del plástico PET en la fabricación de ladrillos artesanales en Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio UNJ. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/247>
- Echeverría, E. (2017). *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado* [Tesis de pregrado, Universidad nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1501>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Scielo*, 234.
- Esquivel Delgado, P., & Ticliahuana Mendoza, M. (2019). *Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaen]. Repositorio UNJ. <http://m.repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/227>
- Foti, D. (2019). Recycled waste PET for sustainable fiber-reinforced concrete. *Department of Civil Engineering Sciences and Architecture, Polytechnic University of Bari, Italy*, 387-410. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102676-2.00018-9>
- Ge, Z., Yue, H., & Sun, R. (2015). Properties of mortar produced with recycled clay brick aggregate and PET. *Construction and Building Materials*, 93, 851-856. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.05.081>
- Gomes Bastar, S. (2012). *Metodología de la Investigación*. Red Tercer Milenio S.C. <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/2019>
- Harmsen, T. E. (2002). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima: Fondo editorial. <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/disen-de-estructuras-de-concreto-harmsen.pdf>
- IEES. (2019). https://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-PI%20C3%A1sticos_2019.pdf

- Isidro Perca, G. (2017). *Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm2 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio UNA. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3842>
- Lopes Pereira, E., De Oliveira Junior, A. L., & Gomes Fineza, A. (2017). Optimization of mechanical properties in concrete reinforced with fibers from solid urban wastes (PET bottles) for the production of ecological concrete. *Construction and Building Materials*, 149, 837-848. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.05.148>
- Meza, A., Pujadas, P., Meza, L. M., Pardo-Bosch, F., & Lopez-carreño, f. D. (2021). Mechanical Optimization of Concrete with Recycled PET Fibres Based on a Statistical-Experimental Study. *Materials*, 14(2), 240. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ma14020240>
- Mohammed , I. I., & Mohammed, A. A. (2021). Efect of Fiber Parameters on the Strength Properties of Concrete. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*, 45(3), 1493–1509. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40996-021-00663-2>
- Morphol, J. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *Scielo*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- NTP 334.009. (2013). *CEMENTOS. CementosPortland. Requisitos* (Quinta ed.). Lima: INDECOPI.
- NTP 339.035. (2015). *HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland* (Cuarta ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 339.079. (2012). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas apoyadas con cargas en el centro del tramo* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.089. (2014). *SUELOS. Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo)* (Segunda ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 339.185. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado* (Segunda ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 399.601. (2015). *Unidades de Albañilería. Ladrillos de concreto*. (Segunda ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 399.604. (2015). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto* (Primera ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 399.605. (2013). *UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de ensayo para determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería* (Segunda ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.011. (2013). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos)* (Segunda ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 400.012. (2018). *AGREGADOS. Análisis granulométrico fino, grueso y global* (Tercera ed.). Lima, Perú: INACAL.

- NTP 400.017. (2011). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.021. (2018). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso fino* (Tercera ed.). Lima, Perú: INACAL.
- NTP 400.022. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y la absorción del agregado fino* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- NTP 400.037. (2018). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos* (Cuarta ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Pérez Tirado, A. J. (2019). *Optimización de la permeabilidad del concreto ecológico con adición de nanosílice y fibra de polipropileno para pavimentos rígidos, utilizando agregados de concreto reciclado* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2993>
- PIGARS. (Octubre de 2012). *SIAR*. <https://siar.regioncajamarca.gob.pe/documentos/plan-integral-gestion-ambiental-residuos-solidos-pigars-jaen>
- Pinedo Pérez , J. R. (2019). *Estudio de resistencia a la compresión del concreto $F'c = 210\text{kg/cm}^2$, con la adición de plástico reciclado (PET), en la ciudad de Tarapoto, 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. Repositorio UNSM. <http://hdl.handle.net/11458/3458>
- Quenta, D. (2019). *Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio UNAP. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12551>
- Ramírez Castillo, A. (2019). *Resistencia a flexión de un concreto sustituyendo el agregado grueso con 3% y 5% de plástico PET* [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Repositorio USP. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/12416>
- Ramos Fernández , N. D. (2019). *Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2875>
- Reátegui, G., & Darcincho , E. (2018). *Influencia de las fibras plásticas PET en las propiedades mecánicas del concreto endurecido, Lima - 2018* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/25176>
- Rimay Vásquez , E. (2017). *Diseño de concreto fibroreforzado de $f'c = 250\text{kg/cm}^2$ con fibra vegetal en la ciudad de Jaén* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio UNC. <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1072>

- RNE. (2009). *E.060 Concreto Armado*.
http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Shahidan, S., Ranle, N. A., Zuki, S. M., Khalid, F. S., Ridzuan, A. M., & Nazri, F. M. (2018). Concrete Incorporated with Optimum Percentages of Recycled Polyethylene Terephthalate (PET) Bottle Fiber. *International Journal of Integrated Engineering*, 10(1), 1-8.
<https://doi.org/https://doi.org/10.30880/ijie.2018.10.01.001>
- Shamsudin, M., Hamid, N., & Mohd Fauzi, M. (2021). Compressive and Flexural Strength of Concrete Containing Recycled Polyethylene Terephthalate (PET). *Key Engineering Materials*, 879, 13-21.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.879.13>
- SIGERSOL. (2017). *MINAN*. <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/panel>
- UNICON. (2022). *construproductos*. <https://construproductos.com/producto/ladrillos-de-concreto-lKU6f>
- Vasquez Silva, Y. F., & Girón Gavidia, Y. C. (2019). *Análisis de la resistencia del concreto con adición de vidrio pulverizado [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Jaén]*. Repositorio UNJ.
<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/244>



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Jaén, alma mater del desarrollo intelectual y profesional, esperanza de la nación. A la Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil por permitirnos ser profesionales y cumplir con nuestros metas.

A mis queridos amigos y compañeros de estudios con quienes compartimos cinco años y que de alguna manera contribuyeron a la culminación de nuestra carrera profesional.

A nuestra familia quienes nos brindaron su apoyo incondicional y nos motivaron a seguir adelante a pesar de las dificultades que nos pasaron en el camino. Por todo ello gracias.



DEDICATORIA

A Dios porque fue nuestro guía a lo largo del proceso de elaboración de este proyecto de investigación, que con su bendición y fuerza nos motivó para no rendirse en el proceso.

Jean Carlos Adrianzen Flores y Claider De La Cruz Pérez

A mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona con buenos valores. En especial, a mis padres y abuelos, que siempre estuvieron ahí para darme su apoyo con un abrazo reconfortante para renovar energías, siendo los promotores de mi sueño. A mis hermanos y tías, que me dieron consejos para no rendirme y seguir adelante.

Jean Carlos Adrianzen Flores

A mis queridos padres quienes con amor, esfuerzo y dedicación me enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener, es el que se aprende por sí mismo. A mis hermanos(as), por sus constantes ánimos que me dan para lograr cumplir mis objetivos y a toda mi familia quienes me brindaron apoyo incondicional para seguir adelante y no rendirme.

Claider De La Cruz Pérez

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature on the left is 'Jean Carlos Adrianzen Flores', the middle one is 'Claider De La Cruz Pérez', and the one on the right is a cursive signature, likely 'Claider De La Cruz Pérez'.

ANEXOS

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature on the left is 'C. J. ...', the middle one is 'E. J. ...', and the one on the right is 'P. ...'. Each signature is written in a cursive, flowing style.

ANEXO 1
PANEL
FOTOGRAFÍCO



Figura 36

Selección del agregado fino después del cuarteo



Figura 37

Selección del agregado grueso después del cuarteo



Caril Euffel Caril

Figura 38

Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200 mediante lavado



Figura 39

Peso del material que pasa por tamiz N°4



Figura 40

Colocación del agregado grueso a los tamices

**Figura 41**

Colocación del agregado grueso a la balanza



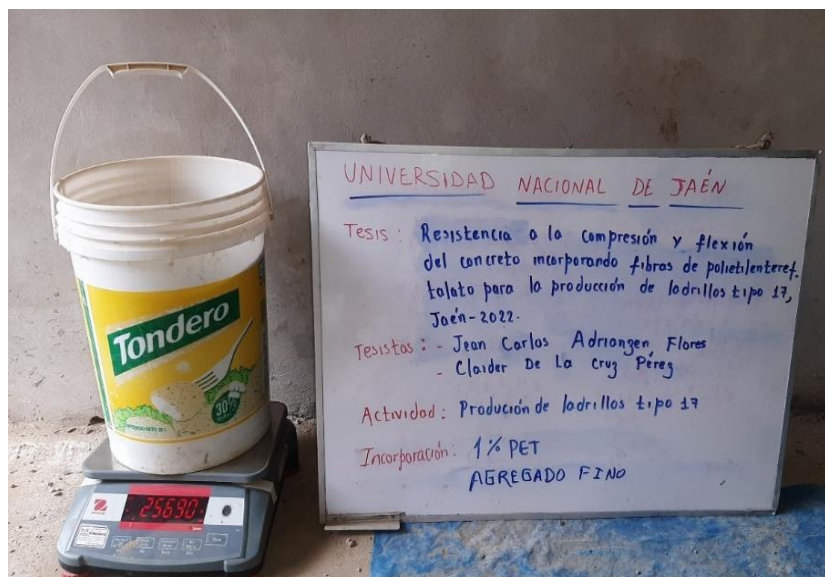
Caril *Caril* *Caril*

Figura 42

Medición de la temperatura del concreto

**Figura 43**

Peso del agregado fino para la realización de la mezcla



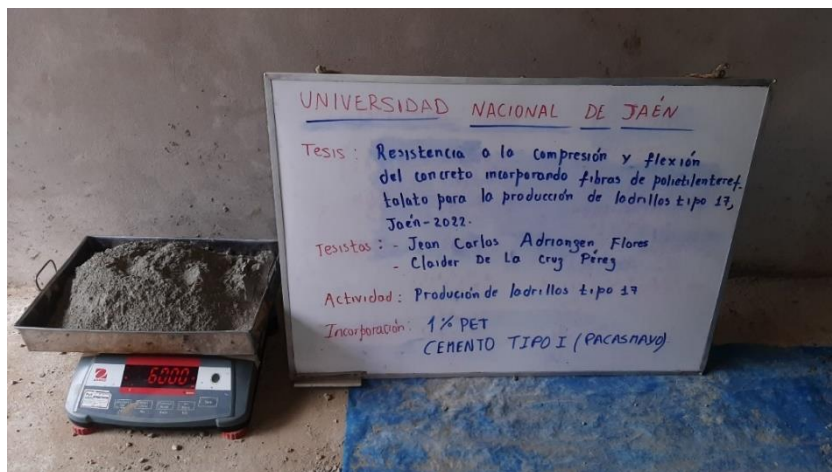
Caril

Caril

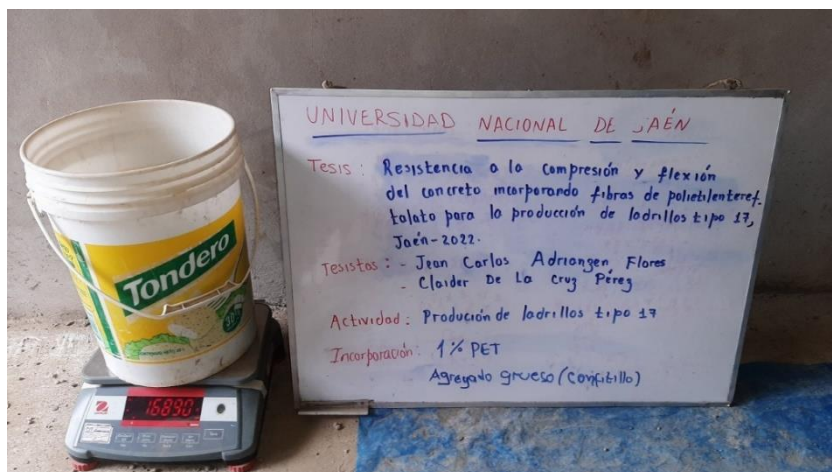
Caril

Figura 44

Peso del cemento para la realización de la mezcla

**Figura 45**

Peso del agregado grueso para la realización de la mezcla



Cajal

Cajal

Cajal

Figura 46

Peso del cemento para la realización de la mezcla

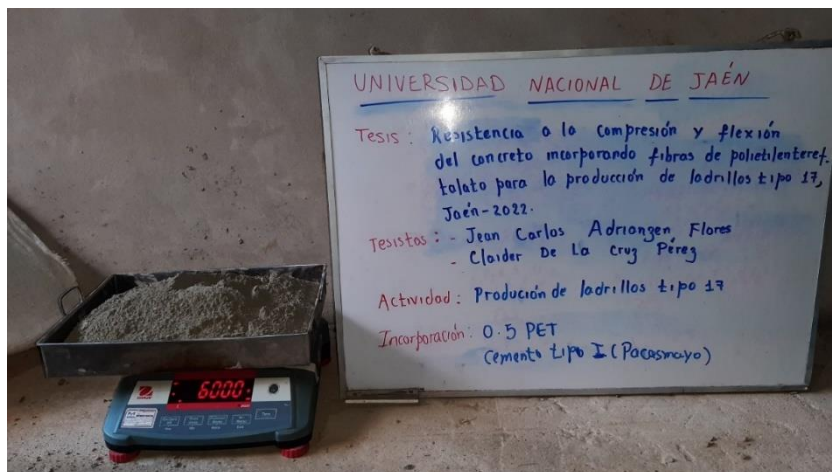
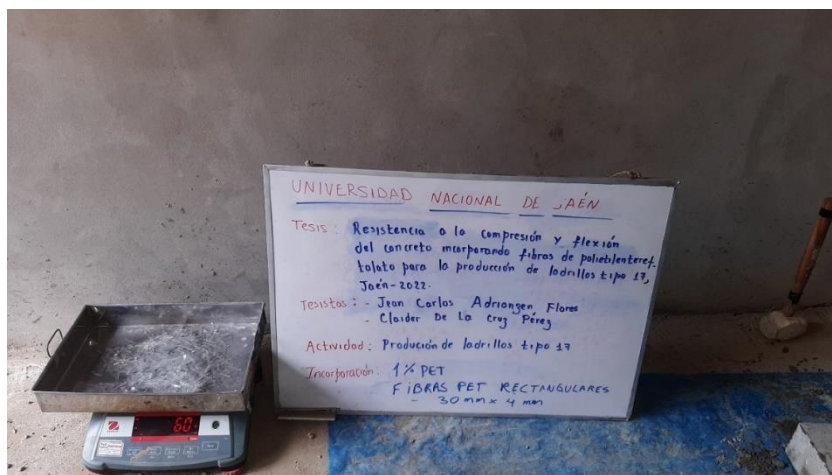


Figura 47

Peso de las fibras PET para la realización de la mezcla



Cajal

Cajal

Cajal

Figura 48

Colocación de las fibras PET en el agregado fino

**Figura 49**

Mezclado de fibras PET con agregado fino



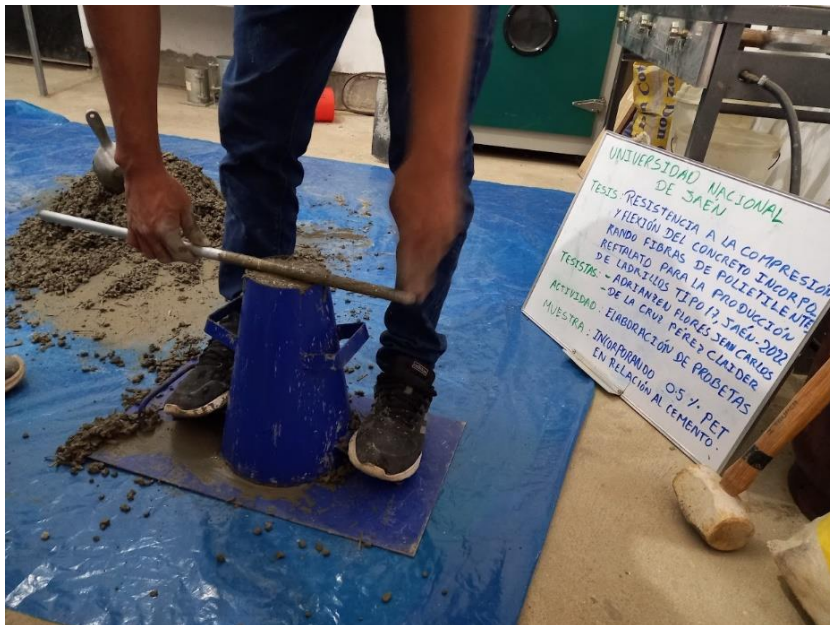
Cajal Cajal Cajal

Figura 50

Retención del agua potable con la mezcla de los componentes del concreto

**Figura 51**

Nivelación de la mezcla en el cono de Abrams



Cajal

Cajal

Cajal

Figura 52

Medición del asentamiento del concreto

**Figura 53**

Nivelación del concreto en el molde para producir ladrillos tipo 17



Cajal

Cajal

Cajal

Figura 54

Producción de ladrillos tipo 17

**Figura 55**

Curado de los ladrillos tipo 17, con agua potable



Cajal Cajal Cajal

Figura 56

Elaboración de pilas con ladrillos tipo 17

**Figura 57**

Medición de los ladrillos tipo 17 para el cálculo de la resistencia a la compresión



Cajal Cajal Cajal

Figura 58

Resistencia a la compresión L4 de la muestra patrón

**Figura 59**

Resistencia a la compresión L3 al incorporar 0.5 % PET







Figura 60

Resistencia a la compresión L3 al incorporar 1 % PET



Figura 61

Resistencia a la compresión de ladrillos tipo 17







Figura 62

Resistencia a la compresión L1 al incorporar 1.5 % PET



Figura 63

Resistencia a la compresión L1 al incorporar 2 % PET







Figura 64

Resistencia a la compresión en pilas P2 de la muestra patrón

**Figura 65**

Resistencia a la compresión en pilas P3 al incorporar 0.5 % PET



Caril *Caril* *Caril*

Figura 66

Resistencia a la compresión en pilas P2 al incorporar 1 % PET



Figura 67

Resistencia a la compresión en pilas



Caril *Caril* *Caril*

Figura 68

Resistencia a la compresión en pilas P1 al incorporar 1.5 % PET



Figura 69

Resistencia a la compresión en pilas P4 al incorporar 2 % PET







Figura 70

Resistencia a la flexión L2 en la muestra patrón



Figura 71

Resistencia a la flexión L1 al incorporar 0.5 % PET







Figura 72

Resistencia a la flexión L2 al incorporar 1 % PET

**Figura 73**

Resistencia a la flexión L3 al incorporar 1.5 % PET







Figura 74

Resistencia a la flexión L4 al incorporar 2 % PET

**Figura 75**

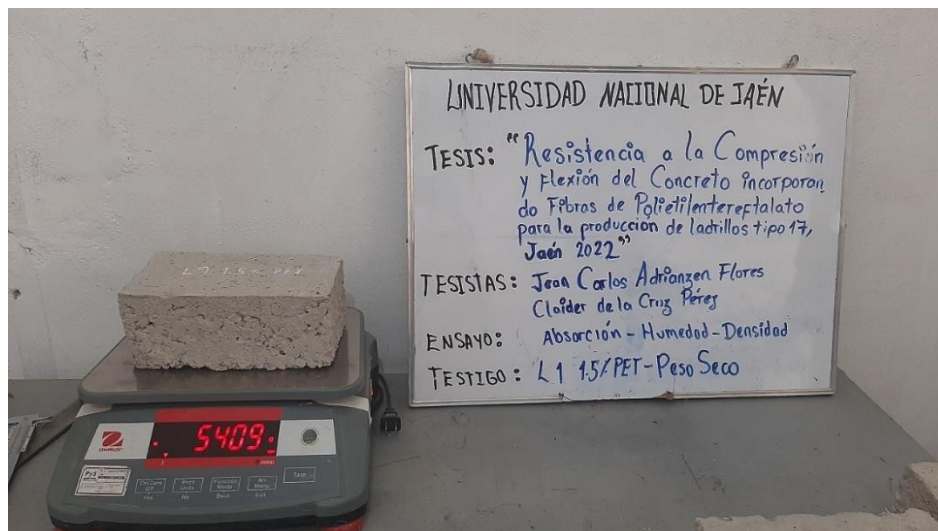
Colocación de ladrillo L2 de la muestra patrón al horno



Caril *Caril* *Caril*

Figura 76

Peso seco al horno del ladrillo L1 al incorporar 1.5 % PET

**Figura 77**

Colocación de L1 de la muestra patrón a la balanza



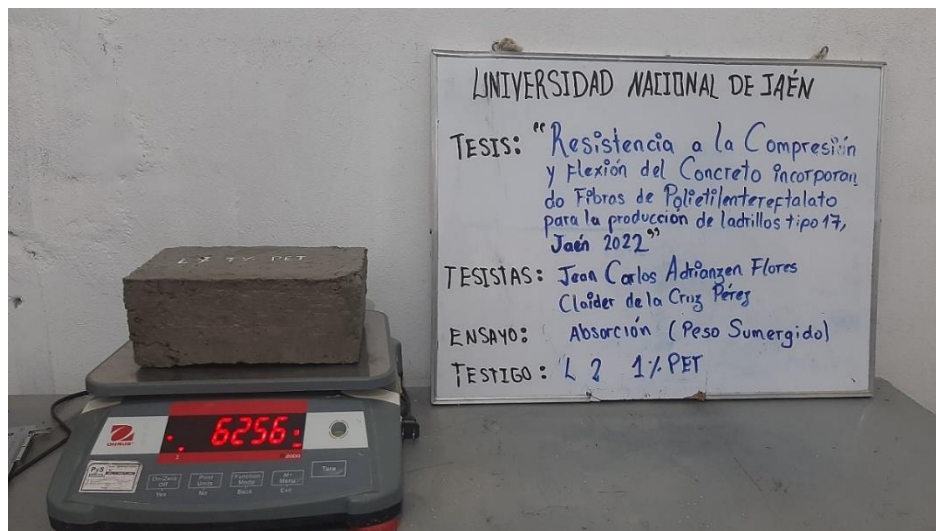
Caril

Caril

Caril

Figura 78

Peso saturado del ladrillo L2 al incorporar 1 % PET

**Figura 79**

Peso sumergido del L3 al incorporar 0.5 % PET

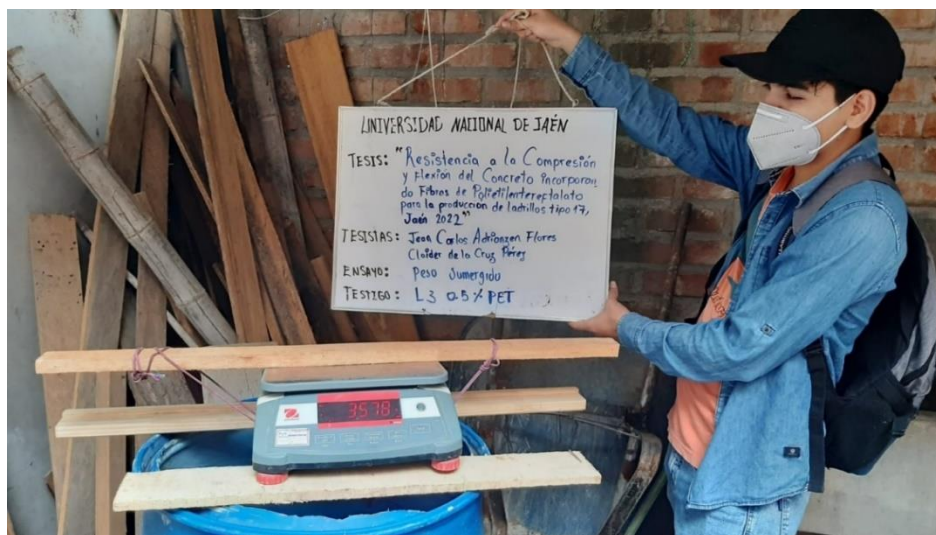
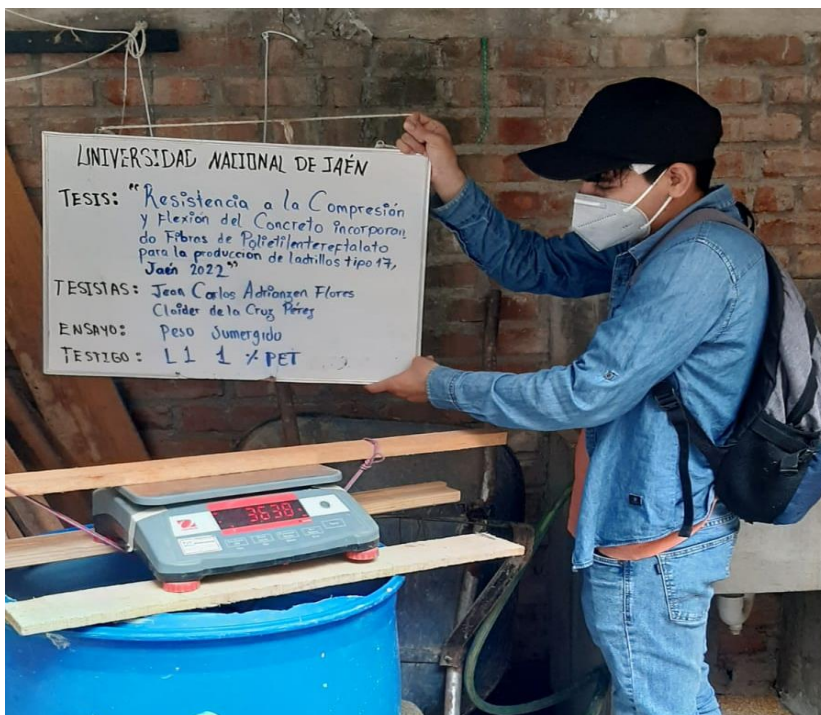






Figura 80

Peso sumergido del L1 al incorporar 1 % PET



Caril


Caril

Caril

ANEXO 2

RESULTADOS EN LABORATORIO DE ENAYO PARA AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature is on the left, the second in the middle, and the third on the right. They appear to be initials or names written in a cursive style.

 <p>UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p>	<p style="text-align: center;">UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p> <p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>
---	---

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : UNEN-0061/2022

Solicitado por : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y
CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

Dirección : JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA.

Fecha de Emisión : 21 DE MAYO 2022

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Diseño de Mezclas
- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (UNEN).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.
Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499350
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SP. INTALDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal *Wilber* *Adrianzen*



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

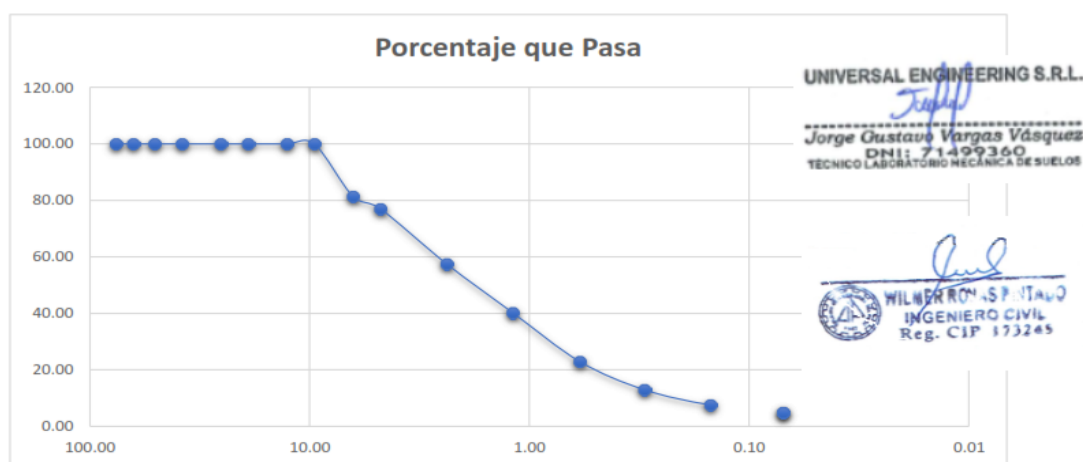
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO A. FINO

MTC E 107 – 2000

DATOS DEL PROYECTO U OBRA			
PROYECTO	:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022	
SOLICITANTE	:	JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ	
FECHA	:	21 DE MAYO DEL 2022	TIPO : ARENA GRUESA

PESO INICIAL : 2286 gr.

Abertura Malla		Peso Retenido	PESO ACUMULADO	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Pulg.	mm.					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	425.98	425.98	18.63	18.63	81.37
N° 04	4.76	99.77	525.75	4.36	23.00	77.00
N° 08	2.38	445.65	971.40	19.49	42.49	57.51
N° 16	1.19	395.68	1,367.08	17.31	59.80	40.20
N° 30	0.59	394.70	1,761.78	17.27	77.07	22.93
N° 50	0.30	228.21	1,989.99	9.98	87.05	12.95
N° 100	0.15	123.14	2,113.13	5.39	92.44	7.56
N° 200	0.07	63.34	2,176.47	2.77	95.21	4.79
BANDEJA		109.53	2,286.00	4.79	100.00	0.00
TOTAL		2286.00		100.00	100.00	



Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO MTC E 108 – 2000

PROYECTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022		
SOLICITANTE	JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ		
TIPO	ARENA GRUESA	MATERIAL DE:	CANTERA
FECHA	21 DE MAYO DEL 2022		

ENSAYO

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3
CONTENEDOR N°	24	3	2
PARÁMETROS			
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	496.27	536.44	511.70
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	491.36	531.04	506.50
Peso del contenedor (gr)	37.60	38.30	36.55
CÁLCULOS			
Peso del agua (gr)	4.91	5.40	5.20
Peso de partículas sólidas (gr)	453.76	492.74	469.95
Contenido de Humedad (%)	1.08	1.10	1.11
Contenido de Humedad (%) promedio	1.09		

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.


 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

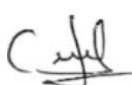


 WILBERROM ESPINOZA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853





	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO FINO
NTP 400.017 o MTC 203

DATOS DEL PROYECTO U OBRA	
NOMBRE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO : INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
UBICACIÓN	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
SOLICITANTE	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ARENA GRUESA
MATERIAL DE	: CANTERA

	W%	=	1.090	1.090	1.090
Número de molde			6	6	6
Altura del molde (gr)			17.3	17.3	17.3
Diámetro del molde (gr)			15.0	15.0	15.0
Volumen de molde (cm ³)			3057.17	3057.17	3057.17
Peso de molde (gr)			7592.00	7592.00	7592.00

N° de prueba	1	2	3
Peso de molde + material (gr)	12808.000	12852.000	12855.000
Peso de material (gr)	5216.000	5260.000	5263.000
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.706	1.721	1.722
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.688	1.702	1.703

PROMEDIO	:	1.698 gr/cm ³
----------	---	--------------------------

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
 WILBER ROMÁN SP. ITAUJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Cajal

Jorge

Wilber



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO FINO NTP 400.017 o MTC 203

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO
: INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

FECHA : 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO : ARENA GRUESA

MATERIAL DE : CANTERA

	W%	=	1.090	1.090	1.090
Número de molde			6	6	6
Altura del molde (gr)			17.3	17.3	17.3
Diámetro del molde (gr)			15.0	15.0	15.0
Volumen de molde (cm ³)			3057.17	3057.17	3057.17
Peso de molde (gr)			7592.00	7592.00	7592.00

N° de prueba	1	2	3
Peso de molde + material (gr)	13353.000	13343.000	13354.000
Peso de material (gr)	5761.000	5751.000	5762.000
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.884	1.881	1.885
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.864	1.861	1.864

PROMEDIO : 1.863 gr/cm³

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SPITAUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Jorge *Jorge* *Wilber*

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO NTP 400. 022
--

DATOS DEL PROYECTO U OBRA	
NOMBRE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: ARENA GRUESA
MATERIAL DE	: CANTERA

DATOS	
A= masa de la muestra seca al horno (gr)	500.00
B= masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)	1015.00
C= masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	1327.50
S= masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)	505.45

CÁLCULOS		
Gravedad específica seca al horno seco (OD) =	A/(B+S-C)	2.591
Gravedad específica saturado superficialmente seca (SSD) =	S/(B+S-C)	2.620
Gravedad específica aparente =	A/(B+A-C)	2.667
Densidad secado al horno (OD) Kg/m ³ =	997.5*A/(B+S-C)	2584.867
Densidad (saturada superficialmente seca) SSD Kg/m ³ =	997.5*S/(B+S-C)	2613.042
Densidad aparente (ssd) Kg/m ³ =	997.5*A/(B+A-C)	2660.000
Absorción %	100(S-A)/A	1.090

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.


 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



 WILBER ROMÁN SPITALVO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853







UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 MTC 202 - 2000

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA : 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO : ARENA GRUESA
MATERIAL DE : CANTERA

	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL MATERIAL		mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	2286.00	gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO Y SECADO	2180.00	gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	109.53	gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	4.79	%
E	ESPECIFICACIÓN	5.00	%
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN?	SI CUMPLE	

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilner

 WILNER ROMÁN SP. ITALO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Jorge

Jorge

Wilner



UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO AG MTC E 107 - 2000

DATOS DEL PROYECTO U OBRA	
PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA			
TIPO	: CONFITILLO	MATERIAL DE	: CANTERA
PESO INICIAL	: 4849 gr.	FECHA DE MUES.	: 21 DE MAYO
4849.00			

Abertura Malla		Peso Retenido	PESO ACUMULADO	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
Pulg.	mm.					
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.35	4,373.00	4,373.00	90.18	90.18	9.82
N° 04	4.76	114.00	4,487.00	2.35	92.53	7.47
N° 08	2.38	80.00	4,567.00	1.65	94.18	5.82
N° 16	1.19	24.00	4,591.00	0.49	94.68	5.32
N° 30	0.59	14.00	4,605.00	0.29	94.97	5.03
N° 50	0.30	13.00	4,618.00	0.27	95.24	4.76
N° 100	0.15	21.00	4,639.00	0.43	95.67	4.33
N° 200	0.07	20.00	4,659.00	0.41	96.08	3.92
BANDEJA		190.00	4,849.00	3.92	100.00	0.00
TOTAL		4849.00			100.00	
Porcentaje de pérdida		0.000	OK			

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilner
WILNER ROSA PINTADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Carla

Jorge

Wilner



UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.



UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SP. ITAUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal

Jorge

Wilber



UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO MTC E 108 – 2000

PROYECTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022		
SOLICITANTE	JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ		
TIPO	CONFITILLO	MATERIAL DE:	CANTERA
FECHA	21 DE MAYO DEL 2022		

ENSAYO

NUMERO DE ENSAYO	1	2	3
CONTENEDOR N°	8	11	23
PARÁMETROS			
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	2485.70	2528.60	2520.70
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	2469.90	2512.80	2505.90
Peso del contenedor (gr)	643.00	648.00	721.00
CÁLCULOS			
Peso del agua (gr)	15.80	15.80	14.80
Peso de partículas sólidas (gr)	1826.90	1864.80	1784.90
Contenido de Humedad (%)	0.86	0.85	0.83
Contenido de Humedad (%) promedio	0.85		

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SP. ITAUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal

Wilber

Carvajal



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

PESO UNITARIO SUELTO DE AGREGADO NTP 400.017 o MTC 203

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO
: INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ

FECHA : 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO : CONFITILLO

MATERIAL DE : CANTERA

	W%	=	0.850	0.850	0.850
Número de molde			8	8	8
Altura del molde (gr)			23.0	23.0	23.0
Diámetro del molde (gr)			15.0	15.0	15.0
Volumen de molde (cm ³)			4064.45	4064.45	4064.45
Peso de molde (gr)			10348.00	10348.0	10348.0

N° de prueba	1	2	3
Peso de molde + material (gr)	16259.000	16237.000	16166.000
Peso de material (gr)	5911.000	5889.000	5818.000
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.454	1.449	1.431
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.442	1.437	1.419

PROMEDIO : 1.433 gr/cm³

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SPITALUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal

Jorge

Wilber

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DE AGREGADO
NTP 400.017 o MTC 203**

DATOS DEL PROYECTO U OBRA	
NOMBRE	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO : INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: CONFITILLO
MATERIAL DE	: CANTERA

	W%	=	0.850	0.850	0.850
Número de molde			8	8	8
Altura del molde (gr)			23.0	23.0	23.0
Diámetro del molde (gr)			15.0	15.0	15.0
Volumen de molde (cm ³)			4064.45	4064.45	4064.45
Peso de molde (gr)			10348.00	10348.0	10348.0

N° de prueba	1	2	3
Peso de molde + material (gr)	16814.000	16880.000	16906.000
Peso de material (gr)	6466.000	6532.000	6558.000
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1.591	1.607	1.614
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1.577	1.594	1.600

PROMEDIO	:	1.590 gr/cm ³
----------	---	--------------------------

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
 WILBER RON SPINATO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Cajal

Jorge

Wilber

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO NTP 400.021

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA

TIPO	: CONFITILLO
MATERIAL DE	: CANTERA

DATOS

A= masa de la muestra secada al horno en aire, (gr)	3850.00
B= masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, (gr)	3937.00
C= masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (gr)	2515.00

CÁLCULOS

Densidad relativa en base al agregado secado al horno. (OD) =	A/(B-C)	2.707
Densidad relativa del agregado de superficie seca saturada. (SSD) =	B/(B-C)	2.769
Densidad relativa aparente =	A/(A-C)	2.884
Densidad en base al agregado secado al horno. (OD) Kg/m ³ =	997.5 A/(B-C)	2700.686
Densidad en base al agregado seco de superficie saturada. (SSD) Kg/m ³ =	997.5B/(B-C)	2761.714
Densidad aparente. Kg/m ³ =	997.5A/(A-C)	2876.685
Absorción % = Ab	100*(B-A)/A	2.260

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilmer
 WILMER RIVERA SP. A. S. C.
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Cajal *Jorge* *Wilmer*

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 MTC 202 - 2000

DATOS DEL PROYECTO U OBRA	
NOMBRE	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ
FECHA	: 21 DE MAYO DEL 2022

DATOS DE LA MUESTRA	
TIPO	: CONFITILLO
MATERIAL DE	: CANTERA

	TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL MATERIAL		mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	4849.00	gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO Y SECADO	4659.00	gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	190.00	gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	0.04	%
E	ESPECIFICACIÓN	0.05	%
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN?	SI CUMPLE	

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS


 WILBER ROMÁN SPINA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

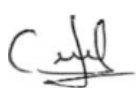
Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853



ANEXO 3

DISEÑO DE MECLAS PARA LADRILLOS DE CONCRETO TIPO 17 Y DISEÑO DE MEZCLAS PARA EL MORTERO





UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

DISEÑO DE MEZCLAS PARA CONCRETO

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

ESPECIFICACIONES

F ^o C (kg/cm ²)	SLUMP (pulg)	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL
175	1 a 2	3/8"

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

1.1 AGREGADO FINO : ARENA GRUESA

- PESO ESPECÍFICO DE MASA : 2.59 gr/cm³

- PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1863 Kg/m³

- HUMEDAD NATURAL : 1.09 %

- ABSORCIÓN : 1.09 %

- MODULO DE FINURA (Mf) : 3.82

1.2 AGREGADO GRUESO : CONFITILLO

- PESO ESPECÍFICO DE MASA : 2.70 gr/cm³

- PESO UNITARIO SECO COMPACTADO : 1590 Kg/m³

- HUMEDAD NATURAL : 0.85 %

- ABSORCIÓN : 2.26 %

- TAMAÑO MX. NOMINAL : 0.38 mm

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Juan
WILBER ROMÁN SP. ITALO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2> <p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>
---	--

1.3 CEMENTO

- TIPO : PortlandT1
- PESO ESPECÍFICO : 3.11 gr/cm3

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE DISEÑO : $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ (28 Días)
- RESISTENCIA A COMPRESION PROMEDIO :

Si se desconoce "s"		
$f'cr$	=	$f'c + k$
k	=	70
$f'cr$	=	245 (28 Días)

- SLUMP (ASENTAMIENTO) : 1 a 2 pulg

3. CANTIDAD POR M3 DE CONCRETO

3.1 MATERIALES DE DISEÑO POR M3

- CEMENTO : 262.00 kg
- AGREGADO FINO SECO : 1109.00 kg
- AGREGADO GRUESO SECO : 731.40 kg
- AGUA DE MEZCLA : 207.00 lt
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 3.00 %

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
 WILBER ROMÁN SPITALANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

3.2 MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD POR M3

- CEMENTO : 262.00 kg
- AGREGADO FINO HUMEDO : 1121.00 kg
- AGREGADO GRUESO HUMEDO : 737.62 kg
- AGUA EFECTIVA : 217.00 lt
- CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO : 3.00 %

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Cajal

Jorge

Wilber

 <p>UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p>	<p style="text-align: center;">UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p> <p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>
---	---

4. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

PROPORCIONAMIENTO EN PESO SECO POR BOLSA

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
1.00	4.23	2.79	34

PROPORCIONAMIENTO EN PESO HUMEDO POR BOLSA

Cemento	A. Fino	A. Grueso	Agua
1.00	4.28	2.82	35

RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.79

RELACIÓN AGUA CEMENTO EFECTIVA : 0.83

5. PESOS PARA UNA BOLSA DE CEMENTO

- CEMENTO	:	1 bolsa
- AGREGADO FINO	:	181.84 Kg
- AGREGADO GRUESO	:	119.65 kg
- AGUA EFECTIVA	:	35.20 litros

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SP. ITAUJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal *Wilber* *Universal*

	UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.
	Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

DISEÑO DE MEZCLAS PARA MORTERO

DATOS DEL PROYECTO U OBRA

NOMBRE	:	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
SOLICITANTE	:	JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

ESPECIFICACIONES

F' C (kg/cm ²)	SLUMP (pulg)	CEMENTO
175	4	PortlandT1

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

1.1 AGREGADO FINO : ARENA GRUESA

- PESO ESPECÍFICO DE MASA	:	2.59	gr/cm ³
- PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	:	1863	Kg/m ³
- PESO UNITARIO SECO SUELTO	:	1698	Kg/m ³
- HUMEDAD NATURAL	:	1.09	%
- ABSORCIÓN	:	1.09	%

1.3 CEMENTO

- TIPO	:	PortlandT1
- PESO ESPECÍFICO	:	3.11 gr/cm ³
- PESO SECO SUELTO	:	1100.00 kg/m ³

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.


 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



 WILBERROM S. P. ITALO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853





 <p>UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p>	<p align="center">UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p> <p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>
---	--

2. CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

- RESISTENCIA A LA COMPRESION DE DISEÑO : $f'c =$ 175 Kg/cm² (28 Días)
- SLUMP (ASENTAMIENTO) : 4 pulg

3. CANTIDAD DE CEMENTO PARA 1M3 DE MORTERO

- PESO DE CEMENTO EN KG : 422.27 kg
- NÚMERO DE BOLSAS : 9.94 bolsas

4. CANTIDAD DE AGUA PARA 1M3 DE MORTERO

- AGUA PARA 1M3 : 265.19 Lts
- AGUA DE ABSORCIÓN : 20.29 Lts
- AGUA TOTAL : 285.47 Lts

5. DOSIFICACIÓN FINAL

DATOS	Peso seco para 1m3	Peso seco para una bolsa	volumen para 1m3	parte por volumen	volumen pie3/bolsa
CEMENTO	422.27 kg	42.50 kg	0.38 kg	1.00	1.00
ARENA	1863.00 kg	187.50 kg	1.10 kg	2.86	3.90
AGUA	285.47 kg	28.73 kg	0.29 kg	0.74	1.01

6. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

- CEMENTO : 422 kg
- AGREGADO FINO : 1883 kg
- AGUA EFECTIVA : 285 lts

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber
WILBER ROMÁN SP. ITAUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal *Jorge* *Wilber*

ANEXO 4

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS EN LADRILLOS DE CONCRETO TIPO 17.





UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : UNEN-0062/2022
 Solicitado por : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y
 CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
 Dirección : JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA.
 Fecha de Emisión : 12 DE AGOSTO 2022

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Resistencia a la Compresión del Concreto
 Resistencia a la Flexión del Concreto
 Resistencia a Compresión en Pilas
- **Norma de Ensayo** : NTP 339.034
 NTP 339.079
 NTP 399.604 - NTP 399.605
- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (UNEN).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS



Wilner
 WILNER ROMÁN SPITALADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
 - 964655127
 - 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NTP 339.034

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

FECHA : 23 DE JULIO

Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Testigo N°	Fecha Fábrica	Fecha Rotura	Edad Días	Ancho cm	Largo cm	Área cm ²	Carga Kg/cm ²	Resistencia Kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
L-01 / M.P	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.30	294	54150	183.96	178.95
L-02 / M.P	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.20	293	54090	184.58	
L-03 / M.P	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.30	292	47770	163.52	
L-04 / M.P	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.30	292	53670	183.72	
L-01 / 0.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.00	22.00	286	51552	180.25	187.84
L-02 / 0.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.00	288	57490	199.48	
L-03 / 0.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.00	22.00	286	52530	183.67	
L-04 / 0.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.30	294	55330	187.97	
L-01 / 1% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.00	22.00	286	60198	210.48	208.99
L-02 / 1% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.00	22.00	286	58734	205.36	
L-03 / 1% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.30	22.20	295	61380	207.88	
L-04 / 1% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.20	291	61726	212.25	

Observaciones:

- * Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.
- ** Los testigos de concreto contenían etiquetados, fecha de vaciado y elemento estructural al cual correspondían.
- *** El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras de concreto fresco, ni en la preparación de unidades de concreto, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

WILBER ROMÁN SP. ITAUO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 172245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
- 964655127
- 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

	<h1>UNEN</h1> <h2>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h2>
	<p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO NTP 339.034	
SOLICITANTE	: JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ
PROYECTO	: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
FECHA	: 23 DE JULIO
Testigos enviados:	<input checked="" type="checkbox"/> Testigos tomados por este laboratorio: <input type="checkbox"/>

Testigo N°	Fecha Fábrica	Fecha Rotura	Edad Días	Ancho cm	Largo cm	Área cm ²	Carga Kg/cm ²	Resistencia Kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
L-01 / 1.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.30	22.20	295	55030	186.38	185.53
L-02 / 1.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.00	290	51230	176.41	
L-03 / 1.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.10	292	55470	190.15	
L-04 / 1.5% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.10	292	55190	189.19	
L-01 / 2% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.00	288	54480	189.04	180.69
L-02 / 2% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.00	290	52270	179.99	
L-03 / 2% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.10	22.00	288	52880	183.48	
L-04 / 2% PET	25/06/2022	23/07/2022	28	13.20	22.20	293	49890	170.25	

Observaciones:

- * Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.
- ** Las unidades de concreto contenían etiquetados, fecha de vaciado y elemento estructural al cual correspondían
- *** El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras de concreto fresco, ni en la preparación de unidades de concreto, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

WILBER ROMÁN
 WILBER ROMÁN S.P. ITALO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
 - 964655127
 - 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

Cajal *W. Román* *W. Román*



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 399.059

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

FECHA : 28 DE JULIO

Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Testigo	longitud (L)	Ancho prom-sección de falla (B)	Carga max (P)	Altura prom-sección de falla (H)	Resistencia	Promedio
N°	cm	cm	kg	cm	KG/CM2	KG/CM2
L-01 / M.P	16.00	13.20	1710.00	8.80	40.15	41.96
L-02 / M.P	16.00	13.10	2000.00	8.80	47.32	
L-03 / M.P	16.00	13.10	1710.00	9.30	36.22	
L-04 / M.P	16.00	13.20	1880.00	8.80	44.14	
L-01 / 0.5% PET	16.00	13.00	2180.00	9.10	48.60	42.06
L-02 / 0.5% PET	16.00	13.00	1660.00	9.80	31.91	
L-03 / 0.5% PET	16.00	13.10	2070.00	9.00	46.82	
L-04 / 0.5% PET	16.00	13.10	1730.00	8.80	40.93	
L-01 / 1% PET	16.00	13.10	1960.00	9.30	41.52	47.76
L-02 / 1% PET	16.00	13.20	2510.00	9.20	53.92	
L-03 / 1% PET	16.00	13.20	1850.00	9.30	38.89	
L-04 / 1% PET	16.00	13.30	2660.00	9.20	56.71	

Observaciones:

* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.

*** El Laboratorio NO intervino en la selección de especímenes de prueba, únicamente realizó los ensayos de Resistencia a la Flexión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA



Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
- 964655127
- 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTP 399.079

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAUDE DE LA CRUZ PÉREZ
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
FECHA : 28 DE JULIO
 Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Testigo	longitud (L)	Ancho prom-sección de falla (B)	Carga max (P)	Altura prom-sección de falla (H)	Resistencia	Promedio
N°	cm	cm	kg	cm	KG/CM2	KG/CM2
L-01 / 1.5% PET	16.00	13.10	2180.00	8.90	50.42	50.32
L-02 / 1.5% PET	16.00	13.20	2190.00	8.90	50.27	
L-03 / 1.5% PET	16.00	13.10	2360.00	8.80	55.83	
L-04 / 1.5% PET	16.00	13.00	1920.00	8.90	44.75	
L-01 / 2% PET	16.00	13.20	2920.00	9.10	64.11	58.36
L-02 / 2% PET	16.00	13.10	2090.00	9.00	47.27	
L-03 / 2% PET	16.00	13.20	2240.00	8.60	55.07	
L-04 / 2% PET	16.00	13.00	2810.00	8.80	66.99	

Observaciones:

* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.

*** El Laboratorio NO intervino en la selección de especímenes de prueba, únicamente realizó los ensayos de Resistencia a la Flexión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

Wilber
 WILBER ROMÁN SPITALDO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
 - 964655127
 - 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN PILAS NTP 399.604 - NTP 399.605

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
FECHA : 12 DE AGOSTO
 Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Testigo N°	Fecha Fábrica	Fecha Rotura	Edad Días	Ancho cm	Largo cm	Altura cm	Area Molde cm ²	Carga Kg/cm ²	Esbellez E=hp/tp	Factor de correlación	Resistencia Kg/cm ²	Promedio Kg/cm ²
P-01 / M.P	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.10	30.60	287.30	35,270	2.35	1.03	126.20	128.77
P-02 / M.P	15/07/2022	12/08/2022	28	13.20	22.10	31.10	291.72	47,870	2.36	1.03	168.82	
P-03 / M.P	15/07/2022	12/08/2022	28	13.20	22.20	30.80	293.04	29,050	2.33	1.03	101.75	
P-04 / M.P	15/07/2022	12/08/2022	28	13.20	22.10	30.50	291.72	33,680	2.31	1.02	118.32	
P-01 / 0.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.30	22.30	30.60	296.59	43,040	2.33	1.02	148.60	140.02
P-02 / 0.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.10	31.30	287.30	36,780	2.41	1.03	132.22	
P-03 / 0.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	30.80	286.00	39,230	2.37	1.03	141.23	
P-04 / 0.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.10	22.00	31.00	288.20	38,630	2.37	1.03	138.01	
P-01 / 1% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.10	286.00	46,110	2.39	1.03	166.25	183.84
P-02 / 1% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.20	286.00	54,010	2.40	1.03	194.89	
P-03 / 1% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.10	22.00	31.10	288.20	51,900	2.37	1.03	185.41	
P-04 / 1% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.00	286.00	52,400	2.38	1.03	188.79	
P-01 / 1.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.10	286.00	44,350	2.39	1.03	159.91	132.49
P-02 / 1.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.10	22.00	30.90	288.20	33,210	2.36	1.03	118.55	
P-03 / 1.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.10	31.00	287.30	39,340	2.38	1.03	141.09	
P-04 / 1.5% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.10	31.20	287.30	30,740	2.40	1.03	110.42	
P-01 / 2% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.20	286.00	28,140	2.40	1.03	101.54	129.12
P-02 / 2% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.30	286.00	35,260	2.41	1.03	127.33	
P-03 / 2% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.00	31.30	286.00	39,550	2.41	1.03	142.82	
P-04 / 2% PET	15/07/2022	12/08/2022	28	13.00	22.10	31.20	287.30	40,309	2.40	1.03	144.79	

Observaciones:

* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.

** Los testigos de concreto contenían etiquetados, fecha de vaciado y elemento estructural al cual correspondían.

*** El Laboratorio NO intervino en la toma de muestras de concreto fresco, ni en la preparación de testigos de concreto, únicamente realizó los ensayos a la compresión, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

****El factor de correlación a sido calculado según la esbellez de la Tabla 1 de la NTP 399.605, es decir la relación ente hp/tp, entre la altura (hp) y la menor dimension lateral (tp) del prisma

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA



Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
 - 964655127
 - 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

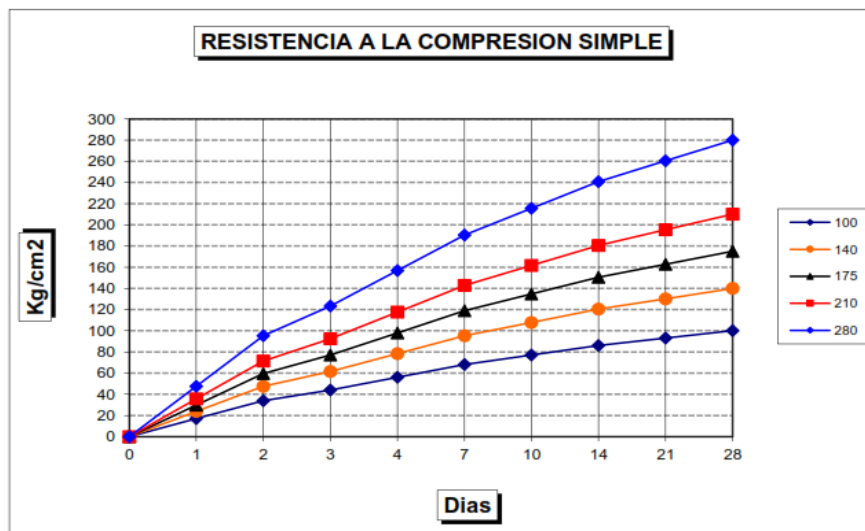
Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

TABLA DE VALORES Y GRAFICOS DE LA RESISTENCIA DE LA COMPRESION SIMPLE DEL CONCRETO (CEMENTO TIPO I)

I. TABLA DE VALORES.

DIAS	%	$f'c = \text{Kg/cm}^2$				
		100	140	175	210	280
0	0	0	0	0	0	0
1	17	17.00	23.8	29.75	35.70	47.60
2	34	34.00	47.6	59.50	71.40	95.20
3	44	44.00	61.6	77.00	92.40	123.20
4	56	56.00	78.4	98.00	117.60	156.80
7	68	68.00	95.2	119.00	142.80	190.40
10	77	77.00	107.8	134.75	161.70	215.60
14	86	86.00	120.4	150.50	180.60	240.80
21	93	93.00	130.2	162.75	195.30	260.40
28	100	100.00	140	175.00	210.00	280.00

II. GRAFICOS



UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

WILFREDO S.P. ITALO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 964655132
 - 964655127
 - 920419464

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

ANEXO 5

RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS EN LADRILLOS DE CONCRETO TIPO 17.



 <p>UNEN UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</p>	<h2>UNEN</h2> <h3>UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.</h3> <p>Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.</p>
--	--

INFORME DE ENSAYO

Informe N° : UNEN-0063/2022

Solicitado por : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y
CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

Dirección : JAÉN – JAÉN – CAJAMARCA.

Fecha de Emisión : 26 DE JULIO 2022

1. CONDICIONES DE ENSAYO

- **Tipo de Ensayo** : Absorción en ladrillos
Contenido de humedad
Densidad en ladrillos
- **Norma de Ensayo** : NTP 399.604
- **Lugar de Ensayo** : Laboratorio de Materiales (UNEN).

2. OBSERVACIONES

- Las muestras ensayadas fueron proporcionadas por el solicitante.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.
Jorge

Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Wilber

WILBER ROMÁN SPITALDO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853

Cajal *Wilber* *Univ*



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

ENSAYO DE ABSORCIÓN, HUMEDAD Y DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ

PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022

FECHA : 26 DE JULIO DEL 2022

Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Especimen N°	Peso en Kg				ABSORCIÓN		HUMEDAD	DENSIDAD
	Recibido	Seco	Saturado	Sumergido	%	Kg/m3	%	Kg/m3
L-01 / M.P	6.201	5.923	6.281	3.756	6.04%	141.782	77.65%	2345.743
L-02 / M.P	6.125	5.882	6.218	3.74	5.71%	135.593	72.32%	2373.688
L-03 / M.P	5.999	5.753	6.067	3.641	5.46%	129.431	78.34%	2371.393
L-04 / M.P	6.147	5.947	6.204	3.745	4.32%	104.514	77.82%	2418.463
PROMEDIO					5.38%	127.830	76.54%	2377.322
L-01 / 0.5% PET	6.244	6.045	6.341	3.646	4.90%	109.833	67.23%	2243.043
L-02 / 0.5% PET	5.792	5.514	5.87	3.384	6.46%	143.202	78.09%	2218.021
L-03 / 0.5% PET	6.175	5.899	6.222	3.578	5.48%	122.163	85.45%	2231.089
L-04 / 0.5% PET	6.214	5.918	6.274	3.641	6.02%	135.207	83.15%	2247.626
PROMEDIO					5.71%	127.601	78.48%	2234.945
L-01 / 1% PET	6.259	6.063	6.315	3.638	4.16%	94.135	77.78%	2264.849
L-02 / 1% PET	6.212	6.005	6.256	3.54	4.18%	92.415	82.47%	2210.972
L-03 / 1% PET	6.362	6.076	6.403	3.768	5.38%	124.099	87.46%	2305.882
L-04 / 1% PET	6.252	6.036	6.291	3.621	4.22%	95.506	84.71%	2260.674
PROMEDIO					4.49%	101.539	83.10%	2260.594

Observaciones:

* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.

*** El Laboratorio NO intervino en la selección de especímenes de prueba, únicamente realizó los ensayos de absorción, humedad y densidad, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge Gustavo Vargas Vásquez
DNI: 71499360
TECNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA

WILBER ROMÁN PITA
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 173245

Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
EX AV. "A"
JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
- 964655127
- 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
RUC: 20607543853



UNEN

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Estudios de Mecánica de Suelos, Geotécnicos, Geológicos, Hidrológicos, Hidráulicos, Topográficos y de Impacto ambiental - Ensayos y control de calidad en materiales de construcción (suelos, concretos, albañilería, pavimentos) - Expedientes técnicos, Diseño, Ejecución y supervisión y replanteo de proyectos.

ENSAYO DE ABSORCIÓN, HUMEDAD Y DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITANTE : JEAN CARLOS ADRIANZEN FLORES Y CLAIDER DE LA CRUZ PÉREZ
PROYECTO : RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO INCORPORANDO FIBRAS DE POLIETILENTEREFTALATO PARA LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS TIPO 17, JAÉN-2022
FECHA : 23 DE JULIO DEL 2022
 Testigos enviados: Testigos tomados por este laboratorio:

Especimen N°	Peso en Kg				ABSORCIÓN		HUMEDAD	DENSIDAD
	Recibido	Seco	Saturado	Sumergido	%	Kg/m ³	%	Kg/m ³
L-01 / 1.5% PET	5.72	5.409	5.767	3.238	6.62%	141.558	86.87%	2138.790
L-02 / 1.5% PET	6.019	5.699	6.066	3.401	6.44%	137.711	87.19%	2138.462
L-03 / 1.5% PET	6.44	6.095	6.481	3.555	6.33%	131.921	89.38%	2083.049
L-04 / 1.5% PET	5.815	5.477	5.865	3.292	7.08%	150.797	87.11%	2128.644
PROMEDIO					6.62%	140.497	87.64%	2122.236
L-01 / 2% PET	6.012	5.771	6.058	3.467	4.97%	110.768	83.97%	2227.325
L-02 / 2% PET	6.017	5.708	6.06	3.458	6.17%	135.281	87.78%	2193.697
L-03 / 2% PET	6.037	5.752	6.107	3.465	6.17%	134.368	80.28%	2177.139
L-04 / 2% PET	5.978	5.626	6.011	3.374	6.84%	145.999	91.43%	2133.485
PROMEDIO					6.04%	131.604	85.87%	2182.912

Observaciones:

* Los datos de Obra y procedencia, fueron declarados por el solicitante.

*** El Laboratorio NO intervino en la selección de especímenes de prueba, únicamente realizó los ensayos de absorción, humedad y densidad, por lo que sólo se responsabiliza por los resultados obtenidos.

UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

Jorge
 Jorge Gustavo Vargas Vásquez
 DNI: 71499360
 TÉCNICO LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

LABORATORISTA



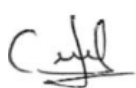
Dirección: AV. BICENTENARIO N°785
 EX AV. "A"
 JAÉN - CAJAMARCA

Celular: - 920419464
 - 964655127
 - 976994251

Email:
universalengineering.srl@gmail.com
 RUC: 20607543853

ANEXO 6

**ANÁLISIS ESTADÍSTICOS DE LA
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN,
FLEXIÓN, ABSORCIÓN, HUMEDAD Y
DENSIDAD DEL CONCRETO
INCORPORANDO FIBRAS DE
POLIETILENTEREFTALATO.**



A) Resistencia a la compresión incorporando fibras PET.

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

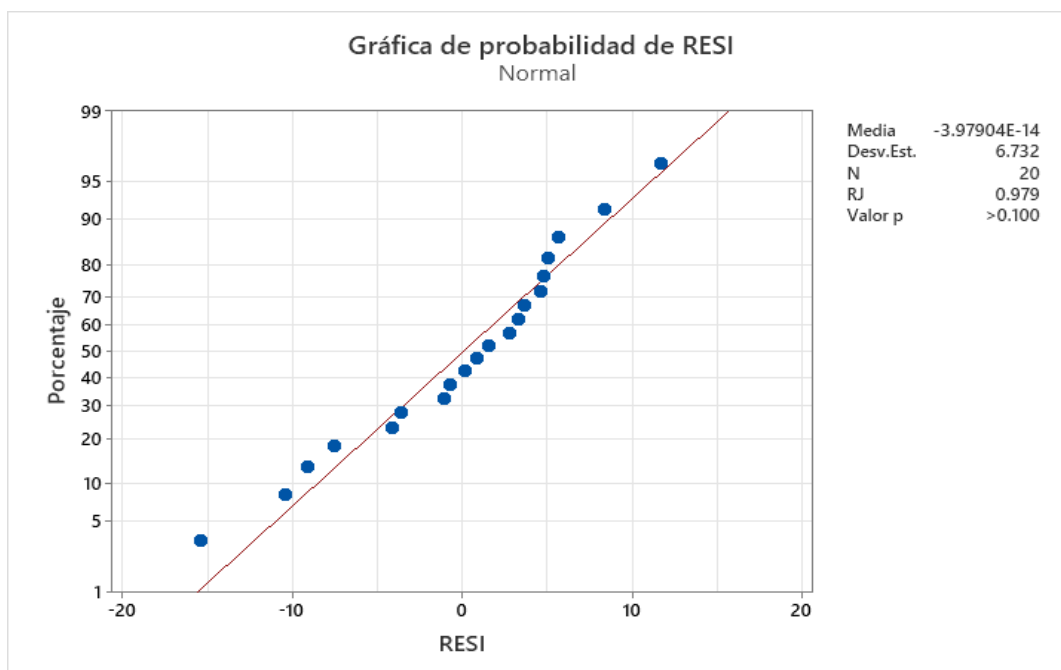
H_0 : Los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2

H_1 : Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significativo $\alpha=5\%$

Figura 81

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la compresión



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidenció un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta de la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel de significancia de 0.05.

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Hipótesis a contrastar

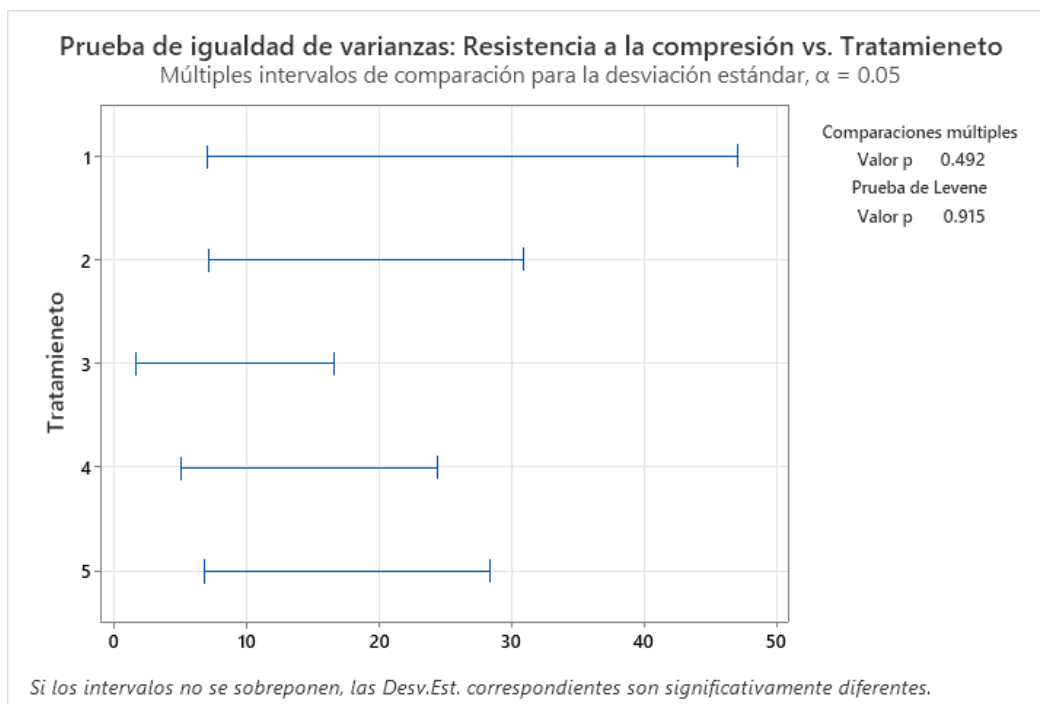
[Firmas manuscritas]

H_0 : las varianzas entre grupos son iguales

H_1 : las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 82

Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la compresión



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.915 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET, con un nivel significancia de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

Análisis de Varianza

H_0 : El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión es la misma

H_1 : El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 27

Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la compresión

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	2325.7	581.43	10.13	0.000
Error	15	861	57.4		
Total	19	3186.7			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 se observa un valor P de 0.000 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova

Tabla 28

Prueba de comparación múltiple de Tukey para la resistencia a la compresión

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	4	208.993	A
2	4	187.843	B
4	4	185.533	B
5	4	180.69	B
1	4	178.945	B

Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato la resistencia a la compresión alcanzará su punto óptimo en 1% y a porcentajes inferiores disminuirá, a un nivel de significancia de 0.05.

B) Resistencia a la compresión en pilas incorporando fibras PET

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

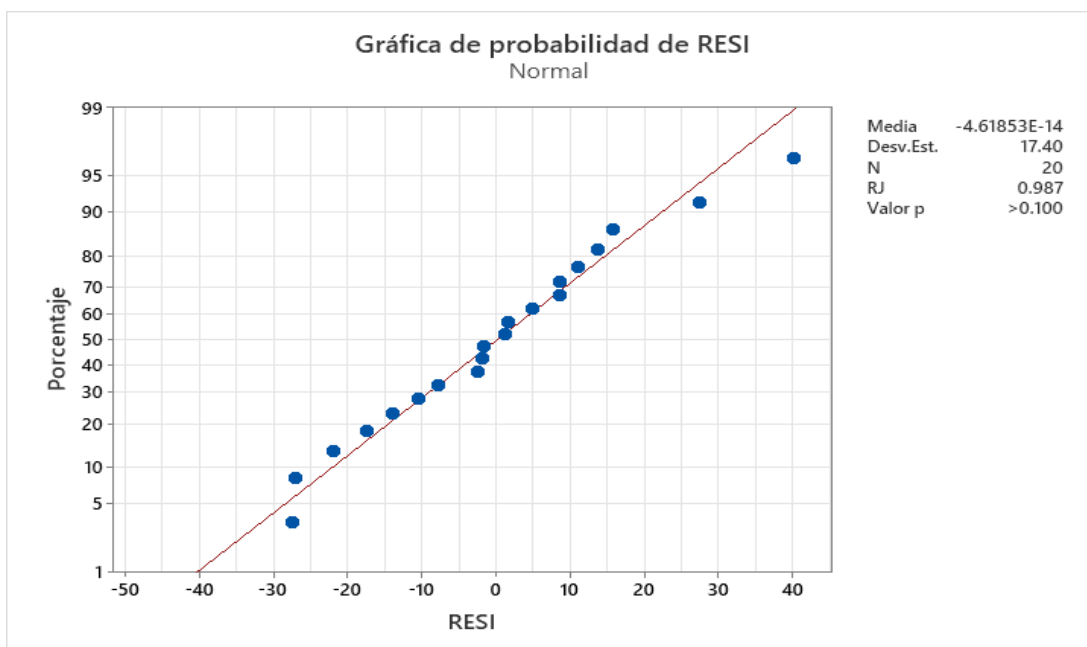
H₀: Los errores del modelo siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

H₁: Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significancia $\alpha=5\%$

Figura 83

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la compresión en pilas



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidenció un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta de la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel de significancia de 0.05.

[Firmas manuscritas]

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos para la resistencia a la compresión en pilas

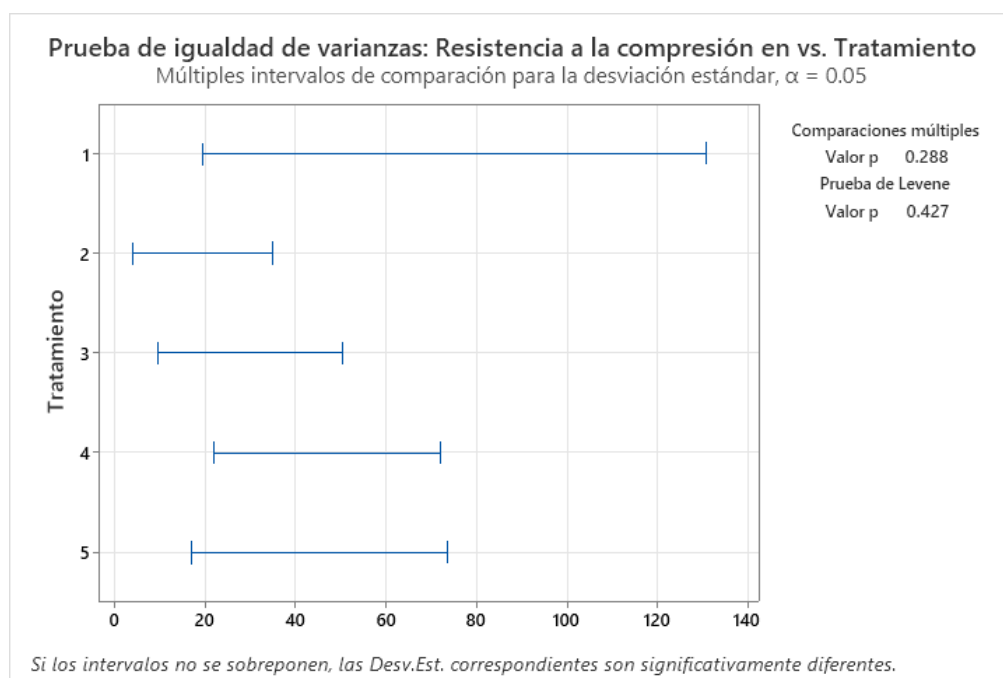
Hipótesis a contrastar

H_0 : las varianzas entre grupos son iguales

H_1 : las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 84

Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la compresión en pilas



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.427 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET para la resistencia a la compresión en pilas, con un nivel de significación de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

[Firmas manuscritas]

Análisis de Varianza

H0: El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión en pilas es la misma

H1: El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión en pilas no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 29

Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la compresión en pilas

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	8727	2181.8	5.69	0.005
	15	5753	383.5		
Total	19	14480			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 29 se observa un valor P de 0.005 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la compresión en pilas no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova

Tabla 30

Prueba de comparación múltiple de Tukey para la resistencia a la compresión en pilas

Tratamiento	N	Media	Agrupación
3	4	183.835	A
2	4	140.015	B
4	4	132.493	B
5	4	129.12	B
1	4	128.773	B

Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato la resistencia a la compresión alcanzará su punto óptimo en 1% y a porcentajes inferiores disminuirá.

C) Resistencia a la flexión al incorporar fibras PET.

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

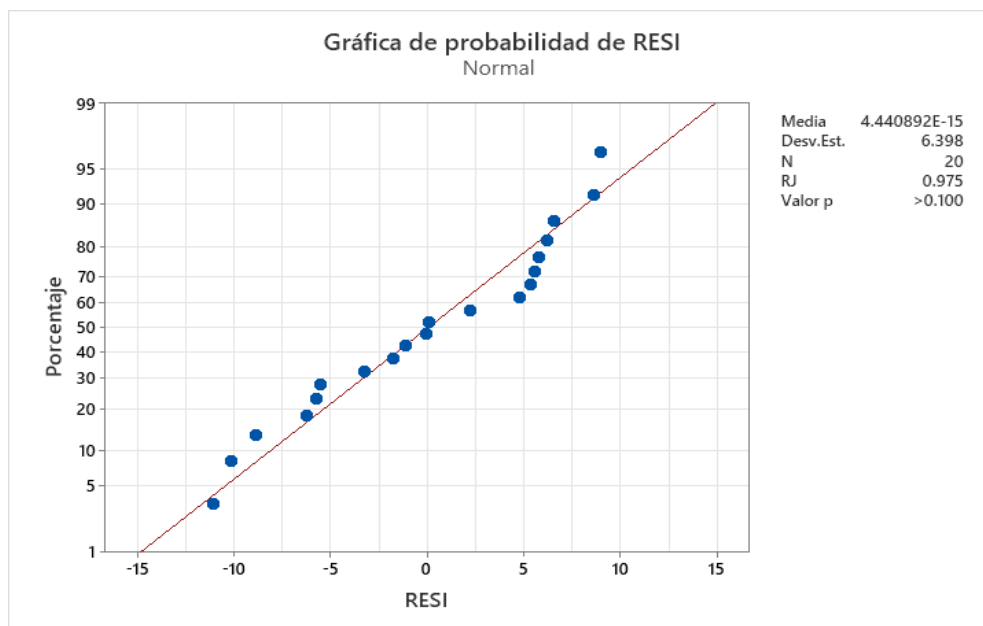
H_0 : Los errores del modelo siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

H_1 : Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significancia $\alpha=5\%$

Figura 85

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la resistencia a la flexión



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidenció un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta de la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel significancia de 0.05.

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos para la resistencia a la flexión

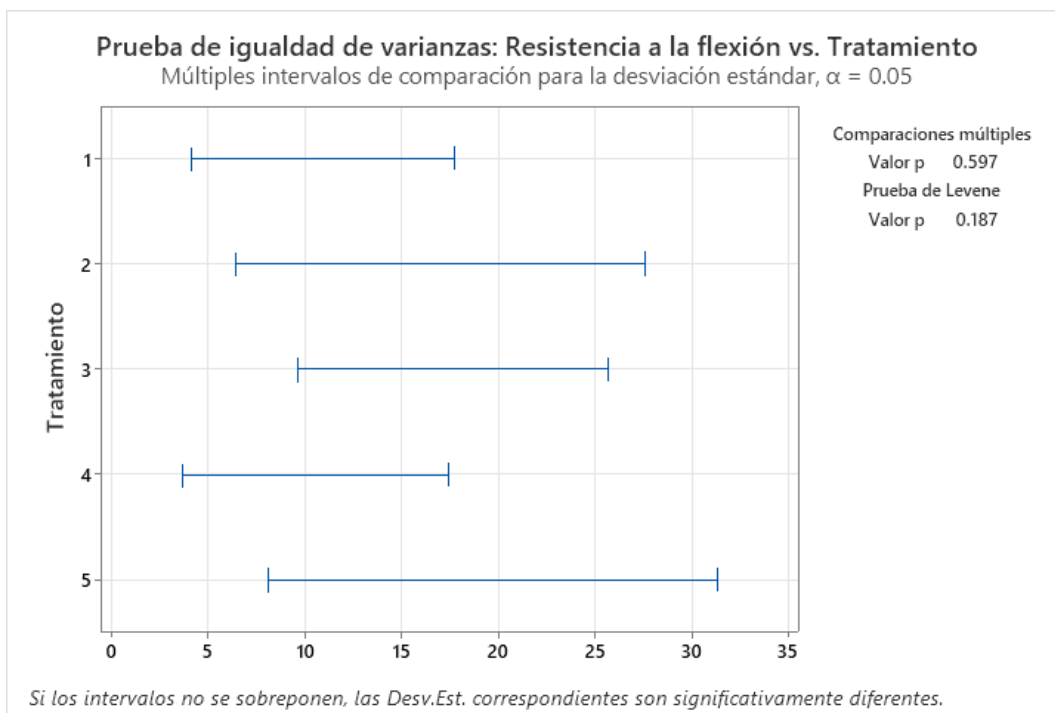
Hipótesis a contrastar

H_0 : las varianzas entre grupos son iguales

H_1 : las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 86

Prueba de igualdad de varianzas para la resistencia a la flexión



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.187 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET para la resistencia a la flexión, con un nivel de significancia de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

Análisis de Varianza

H0: El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la flexión es la misma

H1: El efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la flexión no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 31*Análisis de la variación (ANOVA) para la resistencia a la flexión*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	737.8	184.45	3.56	0.031
Error	15	777.8	51.86		
Total	19	1515.7			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 se observa un valor P de 0.031 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en la resistencia a la flexión no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova**Tabla 32***Prueba de comparación múltiple de Tukey de la resistencia a la flexión*

Tratamiento	N	Media	Agrupación
5	4	58.36	A
4	4	50.3175	A B
3	4	47.76	A B
2	4	42.065	B
1	4	41.9575	B

Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato la resistencia a la flexión alcanzará su mayor nivel al 2% de PET, evidenciando una relación directamente proporcional, a un nivel de significancia de 0.05.

D) Porcentaje de absorción al incorporar fibras PET.

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

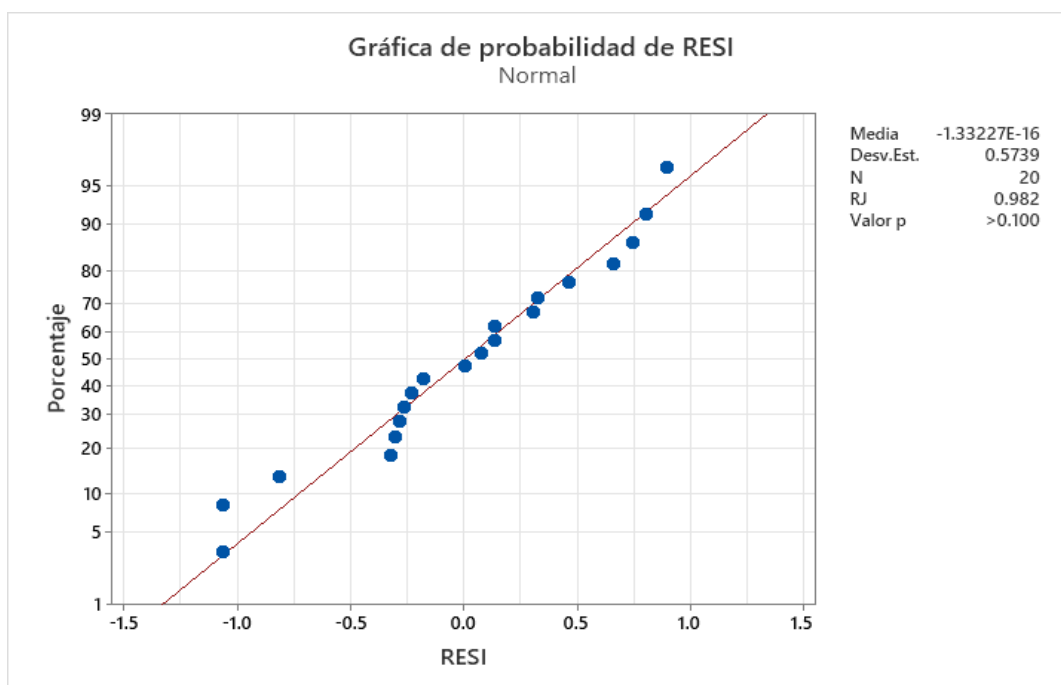
H_0 : Los errores del modelo siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

H_1 : Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significancia $\alpha=5\%$

Figura 87

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para el porcentaje de absorción



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

[Firmas manuscritas]

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidenció un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta de la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel significancia de 0.05.

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos para el porcentaje de absorción

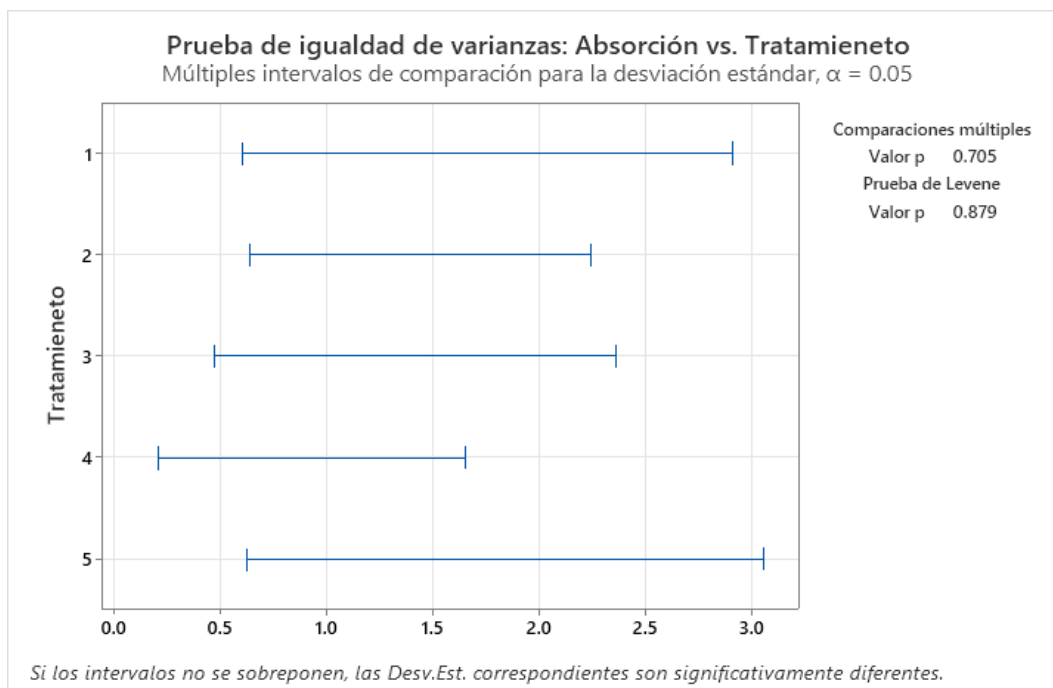
Hipótesis a contrastar

H_0 : las varianzas entre grupos son iguales

H_1 : las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 88

Prueba de igualdad de varianzas para la absorción



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.879 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET para el porcentaje a la absorción, con un nivel de significancia de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

[Firmas manuscritas]

Análisis de Varianza

H0: El efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de absorción es la misma

H1: El efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de absorción no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 33

Análisis de la variación (ANOVA) para la absorción

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	10.077	2.5192	6.04	0.004
Error	15	6.259	0.4172		
Total	19	16.335			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 33 se observa un valor P de 0.004 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de absorción no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova

Tabla 34

Prueba de comparación múltiple de Tukey para la absorción

Tratamiento	N	Media	Agrupación
4	4	6.6175	A
5	4	6.0375	A
2	4	5.715	A B
1	4	5.3825	A B
3	4	4.485	B

Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato el porcentaje a absorción alcanzará su mayor nivel al 2% de PET, evidenciando una relación directamente proporcional, a un nivel de significancia de 0.05.

E) Porcentaje de humedad según incorporación de fibras de polietilentereftalato PET.

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

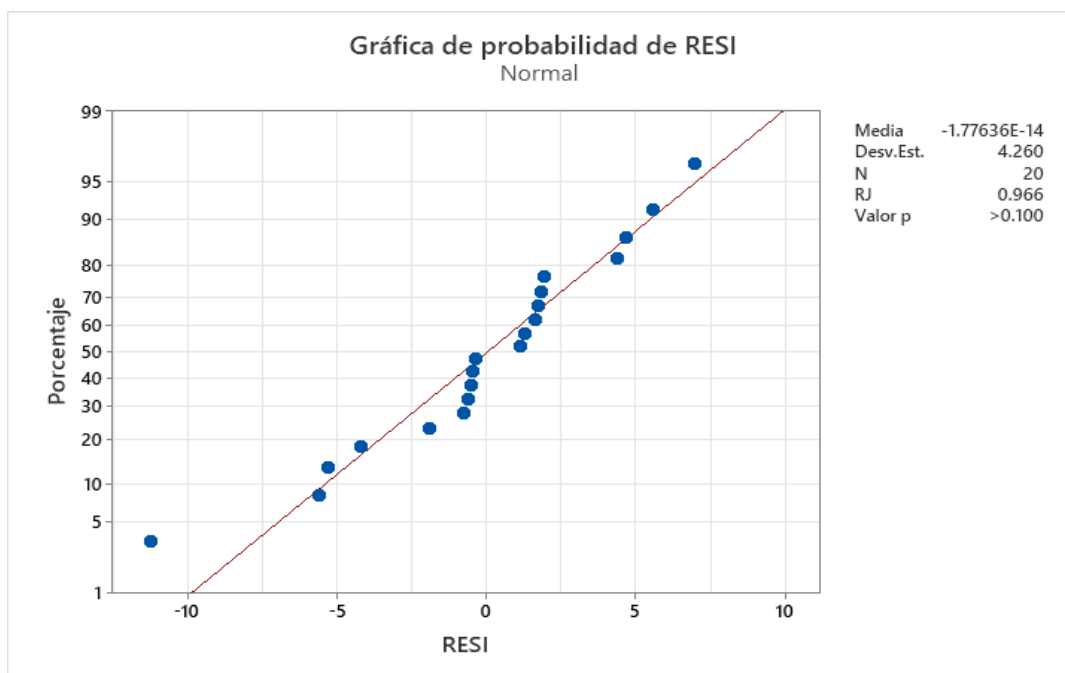
H_0 : Los errores del modelo siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

H_1 : Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significancia $\alpha=5\%$

Figura 89

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para el porcentaje de humedad



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

[Firmas manuscritas]

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidenció un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel significancia de 0.05.

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos para el porcentaje de humedad

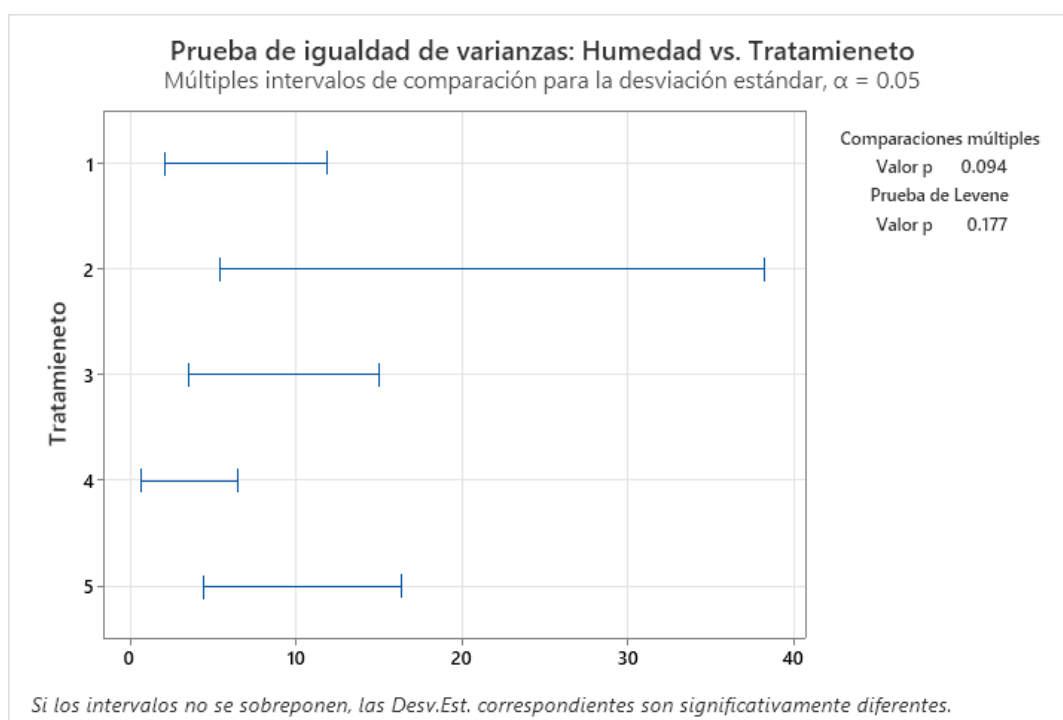
Hipótesis a contrastar

H₀: las varianzas entre grupos son iguales

H₁: las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 90

Prueba de igualdad de varianzas para la humedad



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

[Firmas manuscritas]

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.177 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET para el porcentaje de humedad, con un nivel de significancia de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

Análisis de Varianza

H0: El efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de humedad es la misma

H1: El efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de humedad no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 35

Análisis de la variación (ANOVA) para la humedad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	358.8	89.7	3.9	0.023
Error	15	344.8	22.99		
Total	19	703.6			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 35 se observa un valor P de 0.023 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en el porcentaje de humedad no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova

Tabla 36

Prueba de comparación múltiple de Tukey para la humedad

Tratamiento	N	Media	Agrupación	
4	4	87.6375	A	
5	4	85.865	A	B
3	4	83.105	A	B
2	4	78.48	A	B
1	4	76.5325	B	

Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato el porcentaje de humedad alcanzará su mayor nivel al 2% de PET, evidenciando una relación directamente proporcional, a un nivel de significancia de 0.05.

F) Densidad al incorporar fibras PET.

Supuesto de Normalidad de los errores.

Hipótesis a contrastar

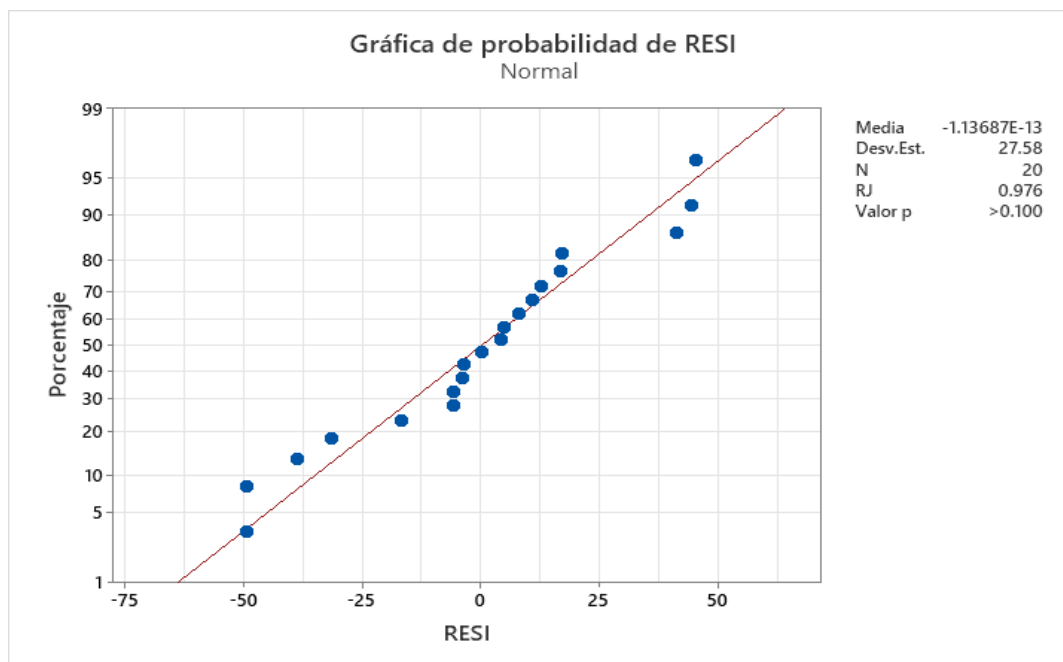
H₀: Los errores del modelo siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

H₁: Los errores del modelo no siguen una distribución normal $\mu=0$ y σ^2

Nivel de significancia $\alpha=5\%$

Figura 91

Normalidad de los errores según Ryan Joiner para la densidad



Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de normalidad para muestras pequeñas de Ryan- Joiner evidencio un valor P mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula, concluyendo que los errores del modelo siguen una distribución normal con $\mu=0$ y σ^2 , a un nivel significancia de 0.05.

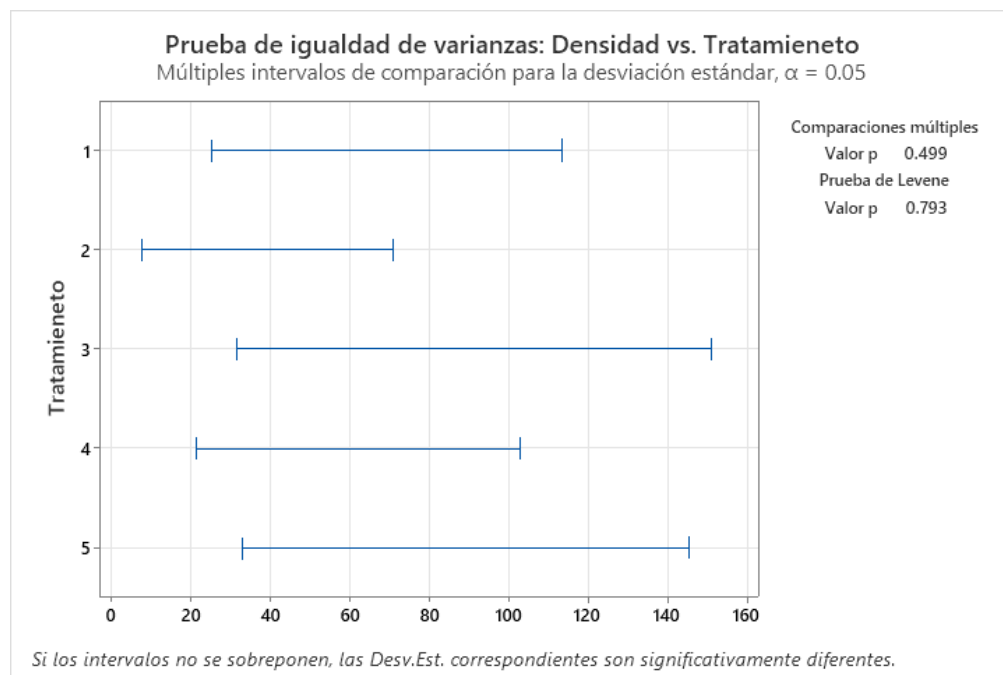
Prueba igualdad de varianzas entre los grupos

Prueba igualdad de varianzas entre los grupos para la humedad

Hipótesis a contrastar

H_0 : las varianzas entre grupos son iguales

H_1 : las varianzas entre grupos son diferentes o por lo menos una es diferente

Figura 92*Prueba de igualdad de varianzas para la densidad*

Nota. Obtenido de Software Minitab 19. Fuente. Elaboración propia

La prueba de igualdad de varianzas de Levene determina un P valor de 0.793 mayor a 0.05 afirmando la aceptación de la hipótesis nula, lo cual determina que hay igualdad de varianza por porcentaje PET para la densidad, con un nivel de significancia de 0.05.

Al cumplirse los dos supuestos, se evidencia que el mejor estimador es la media por lo que el análisis de la variación es el adecuado para el estudio de la comparación de promedio.

Análisis de Varianza

H0: El efecto de los porcentajes PET en la densidad es la misma

H1: El efecto de los porcentajes PET en la densidad no es la misma

Nivel significativo $\alpha=0.05$

Tabla 37*Análisis de la variación (ANOVA) para la densidad*

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	145805	36451.2	37.83	0.000
Error	15	14454	963.6		
Total	19	160259			

Nota. Fuente: Elaboración propia

En la tabla 37 se observa un valor P de 0.000 menor a 0.05 por lo que se acepta H1, concluyéndose que el efecto de los porcentajes PET en la densidad no es la misma o por lo menos una es diferente, con un nivel de significancia de 0.05.

Prueba Post Anova**Tabla 38***Prueba de comparación múltiple de Tukey para la densidad*

Tratamiento	N	Media	Agrupación		
1	4	2377.32	A		
3	4	2260.59	B		
2	4	2234.94	B	C	
5	4	2182.91		C	D
4	4	2121.74			D

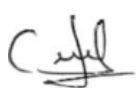
Nota. Fuente: Elaboración propia

Las medias que no compartan una letra son significativamente diferentes

Para la prueba de comparaciones múltiple de Tukey, Al incorporar fibras de polietilentereftalato la densidad alcanzará su mayor en el tratamiento testigo y los menores niveles en los tratamientos al 4% y 5% de PET, a un nivel de significancia de 0.05.

ANEXO 7

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 133 - 2022***Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	210258	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.	
3. Dirección	Cal. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	620 g	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	0,01 g	
Div. de verificación (e)	0,01 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	NV6222H	
Número de Serie	8341346609	
Capacidad mínima	0,2 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING	
5. Fecha de Calibración	2022-04-29	

Fecha de Emisión
2022-05-06

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello


Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2022.05.06 18:02:02
-05'00'


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 133 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING
Cal. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	27,2 °C	26,8 °C
Humedad Relativa	66 %	66 %

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 133 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición**INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Inicial Final
Temperatura 27,2 °C 27,2 °C

Medición N°	Carga L1 = 310,00 g			Carga L2 = 620,00 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	310,00	5	0	620,00	6	-1	
2	310,01	8	7	620,00	5	0	
3	310,00	5	0	620,00	5	0	
4	310,00	5	0	620,01	8	7	
5	310,00	6	-1	620,00	5	0	
6	310,01	8	7	620,00	5	0	
7	310,00	6	-1	620,00	6	-1	
8	310,00	5	0	620,01	8	7	
9	310,00	5	0	620,00	6	-1	
10	310,00	6	-1	620,00	5	0	
Diferencia Máxima			8	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permisible			± 30	Error Máximo Permisible			± 30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	6
1	
3	4

Posición
de las
cargas

Inicial Final
Temperatura 27,2 °C 26,8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	205,00	205,00	6	-1	-1
2		0,10	6	-1		205,01	8	7	8
3		0,10	6	-1		205,01	9	6	7
4		0,10	5	0		205,00	6	-1	-1
5		0,10	6	-1		205,00	6	-1	0
Error máximo permisible								± 30	

* Valor entre 0 y 10e

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 133 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	26,8 °C	26,8 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,20	0,20	6	-1	-1	0,20	6	-1	-1	10
20,00	20,00	6	-1	-1	20,00	5	0	0	10
50,00	50,00	6	-1	-1	49,99	3	-8	-8	20
100,00	100,00	5	0	0	99,99	3	-8	-8	20
200,00	200,00	5	0	0	199,99	3	-8	-8	30
350,00	350,00	5	0	0	349,99	3	-8	-8	30
450,00	450,00	6	-1	-1	450,00	4	1	1	30
500,00	500,00	6	-1	-1	500,01	5	10	10	30
550,00	550,00	6	-1	-1	550,02	8	17	17	30
620,00	620,02	9	16	16	620,02	9	16	16	30

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R - 0,00000379 R$$

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{0,0000535 \text{ g}^2 + 0,000000000331 R^2}$$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	210258
2. Solicitante	UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.
3. Dirección	Cal. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA
4. Equipo	HORNO
Alicance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-3A
Número de Serie	201029
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-04-29

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-05-06



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2022.05.07 10:11:57
-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

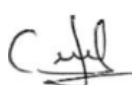
Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración**INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING**

Cal. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,8 °C	29,5 °C
Humedad Relativa	60 %	59 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 180 minutos.

El controlador se seteo en 110 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2022
Fluke Corporation C0721069		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022**

Área de Metrología

Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición**PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C**

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{zorro} (°C)	T _{zorro} -T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	111,1	112,2	113,3	112,4	111,8	114,8	112,9	114,4	114,2	113,7	113,9	113,4	3,0
02	110,0	110,5	111,5	110,4	110,3	113,2	111,5	113,3	112,9	112,5	112,6	111,9	2,9
04	108,5	111,0	112,5	111,6	110,9	113,4	112,6	113,3	113,2	113,7	111,5	112,4	2,7
06	109,3	112,7	113,6	113,0	112,2	113,6	112,9	113,5	113,4	113,7	112,1	113,1	1,5
08	111,0	113,7	113,6	113,5	113,5	113,8	113,5	113,7	113,6	113,9	112,4	113,5	1,4
10	111,1	112,6	113,4	112,4	111,8	113,5	113,2	113,1	112,8	113,4	111,9	112,8	1,7
12	109,7	110,3	111,1	110,7	110,2	113,2	111,0	113,3	113,9	113,8	113,0	112,0	3,6
14	108,5	111,6	112,1	111,4	110,9	113,5	112,7	112,6	112,8	113,5	113,1	112,4	2,6
16	109,5	113,0	113,9	113,2	112,4	113,9	113,5	112,7	112,9	113,2	113,2	113,2	1,5
18	111,3	114,2	114,6	113,6	112,9	113,5	113,5	113,2	113,8	113,4	112,9	113,6	1,7
20	111,1	111,9	112,9	112,1	111,7	113,8	112,8	113,4	113,2	113,4	113,1	112,8	2,1
22	109,3	109,7	111,1	110,5	110,3	112,0	110,8	113,3	112,9	113,2	112,8	111,7	3,5
24	108,4	111,2	112,5	111,7	111,0	111,5	112,5	112,7	112,7	113,4	112,7	112,2	2,3
26	109,9	113,7	114,3	113,5	112,7	111,8	110,9	113,0	113,1	113,7	113,1	113,0	3,4
28	111,2	113,3	114,2	113,3	112,7	112,9	112,0	113,6	113,6	113,9	113,6	113,3	2,2
30	110,7	111,8	111,7	112,3	111,5	112,4	113,1	112,8	113,8	113,5	113,8	112,7	2,3
32	109,1	110,1	111,3	110,5	110,2	112,0	111,8	112,7	113,4	113,3	113,7	111,9	3,6
34	108,7	111,6	113,0	112,4	111,5	111,6	113,5	113,2	113,1	113,3	113,7	112,7	2,2
36	110,1	113,8	114,6	113,7	112,9	112,0	113,8	113,5	113,4	113,6	113,8	113,5	2,6
38	111,3	113,6	114,5	113,5	112,8	113,6	113,4	113,7	113,6	113,7	114,1	113,7	1,7
40	111,2	111,8	113,2	112,0	111,6	112,5	112,5	113,4	114,0	113,3	113,7	112,8	2,3
42	109,5	109,9	111,1	110,6	110,2	111,9	111,0	113,0	113,4	113,2	113,6	111,8	3,7
44	108,5	110,9	112,1	111,2	110,7	111,5	112,2	112,6	113,2	113,6	113,9	112,2	3,2
46	109,7	111,2	114,0	113,3	112,6	112,1	113,1	113,1	113,4	113,8	114,5	113,1	3,3
48	111,0	111,6	114,5	113,6	112,8	113,2	113,5	113,5	113,8	113,9	114,0	113,5	2,9
50	111,0	112,2	113,2	112,1	111,7	112,8	112,6	113,4	114,0	113,7	113,7	112,9	2,2
52	108,9	111,0	110,6	110,3	112,9	112,2	113,3	113,1	113,5	113,4	113,5	112,4	3,3
54	108,6	111,2	112,7	113,6	111,2	111,4	113,2	112,9	112,8	113,2	113,7	112,6	2,5
56	110,0	113,9	114,6	113,4	111,5	112,0	113,0	113,6	113,2	113,4	113,8	113,3	3,1
58	111,4	113,6	114,5	113,4	112,7	112,5	112,5	113,8	113,6	113,7	114,1	113,5	2,0
60	110,8	111,4	112,4	111,7	111,2	112,2	111,9	114,0	113,7	113,6	114,1	112,6	2,9
T.PRON	110,0	112,0	113,0	112,3	111,8	112,7	112,6	113,2	113,3	113,5	113,4	112,8	
T.MAX	111,4	114,2	114,6	113,7	113,5	114,8	113,8	114,4	114,2	113,9	114,5		
T.MIN	108,4	109,7	110,6	110,3	110,2	111,4	110,8	112,6	112,7	112,5	111,5		
DTT	3,0	4,5	4,1	3,5	3,3	3,4	3,0	1,8	1,5	1,4	3,0		

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,8	0,40
Mínima Temperatura Medida	109,7	0,26
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,5	0,09
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,7	0,21
Estabilidad Medida (±)	2,2	0,04
Uniformidad Medida	3,7	0,19

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

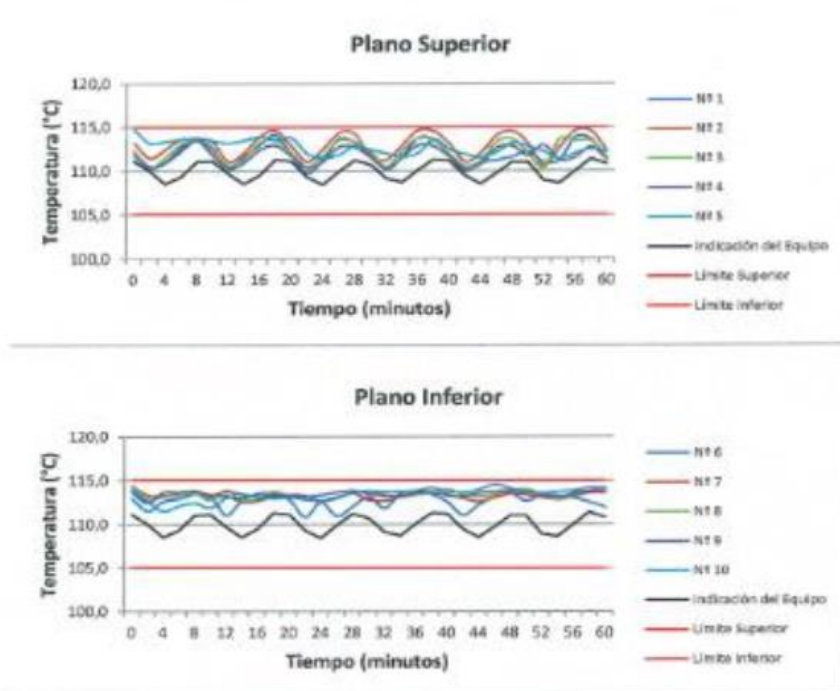
La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022

Página 5 de 6

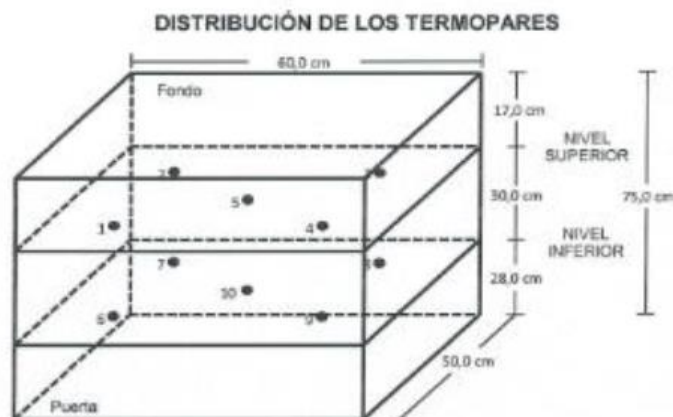
DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C



(Three handwritten signatures)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 067 - 2022***Área de Metrología**Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 084 - 2022**Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

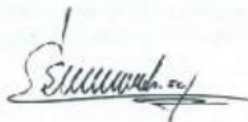
Página 1 de 1

1. Expediente	210258	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.	
3. Dirección	Cal. M. Parado de Bellido N° 444 Sec. Morro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	100000 kgf	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	TÉCNICAS	
Modelo	TCP-341	
Número de Serie	754	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	MH20200730003	
Resolución	10 kgf	
Ubicación	INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING	
5. Fecha de Calibración	2022-04-29	

Fecha de Emisión

2022-05-06

Jefe del Laboratorio de Metrología


Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2022.05.07 10:16:37
-05'00'

Sello



Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

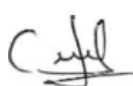
Telf: (511) 540-0642

Cel: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ven:as@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 084 - 2022**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

INSTALACIONES DEL LABORATORIO UNIVERSAL ENGINEERING
Cal. M. Paraco de Belido N° 444 Sec. Norro Solar, Jaen - Jaen - CAJAMARCA

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	26,0 °C	25,5 °C
Humedad Relativa	63 % HR	64 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autocadhesiva con la indicación CALIBRADO
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permaneció estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 084 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	10000	9952	9962	9952	9956
20	20000	19885	19915	19905	19901
30	30000	29893	29933	29933	29920
40	40000	39932	39962	39952	39949
50	50000	49988	50018	50028	50012
60	60000	60009	60059	60069	60045
70	70000	70048	70088	70068	70068
80	80000	80048	80108	80118	80091
90	90000	90094	90154	90134	90127
100	100000	100113	100123	100123	100120
Retomo a Cero		0	0	0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	0,44	0,10	---	0,10	0,52
20000	0,50	0,15	---	0,05	0,52
30000	0,27	0,13	---	0,03	0,52
40000	0,13	0,08	---	0,03	0,52
50000	-0,02	0,08	---	0,02	0,52
60000	-0,08	0,10	---	0,02	0,52
70000	-0,10	0,06	---	0,01	0,52
80000	-0,11	0,09	---	0,01	0,52
90000	-0,14	0,07	---	0,01	0,52
100000	-0,12	0,01	---	0,01	0,52

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO 8

CERTIFICADO DE INDECOPI

Three handwritten signatures in black ink, arranged horizontally. The first signature on the left is a cursive 'C' followed by 'e' and 'l'. The middle signature is a cursive 'E' followed by 'l' and 'f'. The signature on the right is a cursive 'P' followed by 'e' and 'l'.



PERÚ

Presidencia
del Consejo de Ministros

INDECOPI

Firmado digitalmente por:
CHUEZ SALAZAR Sergio Jean Pierre
FAU 20133840533 hard
Fecha: 15/07/2021 13:38:40-0500

Registro de la Propiedad Industrial

Dirección de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00132031

La Dirección de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 020463-2021/DSD - INDECOPI de fecha 15 de julio de 2021, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo : La denominación UE S.R.L. UNIVERSAL ENGINEERING y logotipo (se reivindica colores), conforme al modelo

Distingue : Servicios científicos y tecnológicos, así como servicios de investigación y diseño en estos ámbitos; servicios de análisis e investigación industriales; diseño y desarrollo de equipos informáticos y de software

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0898130-2021

Titular : UNIVERSAL ENGINEERING S.R.L.

País : Perú

Vigencia : 15 de julio de 2031

Tomo : 0661

Folio : 045



Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado por Indecopi, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S. 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S. 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web.

<https://enlinea.indecopi.gob.pe/verificador>

Id Documento: 2187111669

Pág. 1 de 1

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL
Calle De la Prosa 104, San Borja, Lima 41 - Perú, Telf: 224-7800, Web: www.indecopi.gob.pe