

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**"EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN
PAVIMENTO RIGIDO $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$, CON LA ADICION DE FIBRA DE
ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO
TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021"**

LINEA DE INVESTIGACION: INGENIERIA VIAL

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

ESPINOZA ROSALES, JEAN PAUL
ARQUIÑIGO JAIMES, ALVARO JOSE

ASESOR:

Dr. VILLANUEVA VILLAR, CARLOS EDUARDO

HUÁNUCO – PERÚ

2022

DEDICATORIA 01

A Dios por estar en cada momento importante en mi vida, me dio una familia maravillosa a los que siempre he tenido a mi lado para superar todos los obstáculos presentados.

A mi padre José Arquíñigo Herrada y mi Madre Marcela Jaimes Zelaya quienes, con su amor incondicional y paciencia desde niño me inculcaron que con esfuerzo y perseverancia, puedo lograr todas mis metas propuestas.

A Isabel y José Alonso por su motivación. Que con sus consejos hicieron de mí una mejor persona.

Álvaro José

DEDICATORIA 02

A Dios por darme un día más de vida para poder cumplir mis metas y seguir avanzando en lo profesional en esta hermosa carrera de la Ingeniería Civil.

A mi madre Cledy Mabel Rosales Flores, por cuidar siempre de mí, ser la maestra de vida que con mucha paciencia, amor y sabiduría supo ayudarme para cumplir mis metas.

A mi padre Yonel Espinoza Tucto, por apoyarme siempre en mis decisiones e inculcarme la perseverancia en mis metas.

A mi familia en general por su apoyo incondicional, por la unión que siempre ha perdurado en cada paso de mi vida.

Jean Paul

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán al habernos acogido en sus aulas y docentes de calidad en nuestra etapa universitaria.

Al Dr. Ing. Carlos Eduardo VILLANUEVA VILLAR, muy agradecidos por su tiempo, paciencia, orientación y contribuciones al desarrollo y finalización de este trabajo.

Al Programa de Fortalecimiento De Investigación PROFI, por darnos la oportunidad de inculcarnos el asesoramiento en la elaboración de nuestra tesis.

Así mismo, nuestra gratitud a todas aquellas personas que nos dedicaron su sostén durante la elaboración y proceso de este trabajo.

RESUMEN

La tesis tuvo por propósito de investigación “La evaluación y contraste de Fuerza flexible (resistencia a la flexión) de un pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² de concreto, con la adición de 10kg, 20kg y 30kg de filamento de acero y 4kg, 6kg y 8 kg de macrofibra de polipropileno como refuerzo del concreto, frente a un diseño tradicional”.

Para esta comparación se elaboró 84 probetas prismáticas de 0.15 m x 0.15 m x 0.50m, Construido con cemento portland andino tipo I, agregado grueso y piedra triturada adquiridos en la “Chancadora Figueroa E.R.L” ubicado en la cantera del río Huallaga, donde se utilizó diferentes normativas ASTM C33/NTP 400.037 y NTP 400.012, de los agregados Para probar propiedades físicas y químicas; ACI 211 a efectos del esbozo de la mezcla; ASTM C 192/NTP. 339.183, a efectos de ensayos de afinado, curado y flexión de vigas de concreto usando como referencia la norma ASTM C78 y NTP 339.078.

La investigación fue realizada en etapas: La primera consistió a la recopilación y estudio del sustento teórico de nuestra investigación, la segunda consistió en estudiar las pruebas de laboratorio de propiedades del agregado grueso (grava) y fino(arena), para luego continuar con el desarrollando diseños de experimentales, preparación de probetas prismáticas con propósito de ejecutar los ensayos dentro de un laboratorio con técnicas e instrumentos basados en las normas ASTM y norma peruana, y por último se tabulan, procesan, discuten e interpretan los resultados obtenidos.

Una vez teniendo los resultados se destacan las siguientes conclusiones:

Las fibras metálicas y las macrofilamento de polipropileno se consideran una alternativa efectiva que permite la optimización y reducción de los recursos para la elaboración del concreto, presentando buen comportamiento como material agregado, proporcionando mejores características mecánicas al concreto, obteniendo resultados favorables, el diseño de experimentos de hormigón, la fibra de metal y gruesa de polipropileno pueden mejorar efectivamente el aguante de la dosis correcta de concreto.

Primera conclusión es el aguante a la ruptura del pavimento rígido. ($f'c=280$ kg/cm²) la incorporación de 20 kilogramos de fibra de acero no incrementará su efectividad en un 20% de su aguante frente a la flexión, presentando aumento de 8.71% con respecto al concreto tradicional a los 28 días de haber sido ensayado.

Segunda conclusión, el aguante al quebrantamiento del pavimento rígido ($f'c=280$ kg/cm²) con la suma de 6 kg de macrofibra de polipropileno no aumenta su efectividad en un 20% de su aguante frente a la flexión, presentando una duración de 18.64% relacionado al concreto adicional a los 28 días de haber sido ensayado.

La tercera conclusión, para el esbozo del pavimento duro, la efectividad del aguante frente a la flexión con la añadidura de 10 kg, 20 kg y filamento de acero de 30 kg $f'c=280 \text{ kg / cm}^2$, en comparación con el concreto tradicional es de 5.07%, 8.71% y 7.47% a los 28 días después de ser probado.

La cuarta conclusión, la efectividad del aguante frente a la flexión con la añadidura de 4 kg y 6 kg de macrofibra de polipropileno en un proyecto de suelo resistente $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, en comparación con el concreto tradicional 0.37% y 18.64% a los 28 días de haber sido ensayado.

La quinta conclusión, la fortaleza al doblamiento con lo añadido de 8 kg de macrofibra de polipropileno en un modelo de pavimento rígido $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ no es efectivo puesto que su valor está por debajo del diseño tradicional en un 4.28% a los 28 días de haber sido ensayado.

La sexta conclusión, el coste referido al concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ fibra de acero es superior con relación al tradicional, y su uso evita la colocación de varillas transversales y longitudinales en el pavimento rígido con respecto al tradicional.

Y, por último, el coste de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ más macrofibra polipropileno es más económico que utilizar con la fibra de acero.

PALABRAS O TÉRMINOS CLAVES O FUNDAMENTALES:

Resistencia a la flexión, Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$, macrofibra de polipropileno y filamento de acero.

SUMMARY

The thesis had as its research purpose "The evaluation and contrast of the flexible force (resistance to bending) of a rigid pavement $f'c=280$ kg/cm² of concrete, with the addition of 10kg, 20kg and 30kg of steel fibers and 4kg, 6kg and 8kg of polypropylene macrofiber as concrete reinforcement, compared to a traditional design".

For this comparison, 84 prismatic specimens of 0.15 m x 0.15 m x 0.50 m were made, built with Andean portland cement type I, coarse aggregate and crushed stone acquired in the "Chancadora Figueroa E.R.L" located in the Huallaga river quarry, where different regulations were used. ASTM C33/NTP 400.037 and NTP 400.012, of aggregates To test physical and chemical properties; ACI 211 for mixing sketch purposes; ASTM C192/NTP. 339.183, for the purposes of refining, curing and bending tests on concrete beams using the ASTM C78 and NTP 339.078 standards as a reference.

The investigation was carried out in stages: The first consisted of the compilation and study of the theoretical support of our investigation, the second consisted of studying the laboratory tests of properties of the coarse aggregate (gravel) and fine aggregate (sand), and then continue with the developing experimental designs, preparing prismatic specimens with the purpose of executing the tests within a laboratory with techniques and instruments based on the ASTM standards and the Peruvian standard, and finally the results obtained are tabulated, processed, discussed and interpreted.

Once the results are obtained, the following conclusions stand out:

Metallic fibers and polypropylene macrofibers are considered an effective alternative that allows the optimization and reduction of resources for the production of concrete, presenting good behavior as an aggregate material, providing better mechanical characteristics to the concrete, obtaining favorable results, the design of experiments of concrete, metal and coarse polypropylene fiber can effectively improve the strength of the correct dosage of concrete.

The first conclusion is the resistance to rupture of the rigid pavement. ($f'c=280$ kg/cm²) the incorporation of 20 kilograms of steel fiber will not increase its effectiveness by 20% of its resistance against bending, presenting an increase of 8.71% with respect to traditional concrete at 28 days of have been tested.

Second conclusion, the resistance to cracking of the rigid pavement ($f'c=280$ kg/cm²) with the addition of 6 kg of polypropylene macrofiber does not increase its effectiveness by 20% of its resistance to bending, presenting a duration of 18.64% related to additional concrete 28 days after being tested.

The third conclusion, for rough pavement outline, the effectiveness of flexural strength with the addition of 10kg, 20kg and 30kg steel fibers $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, compared with traditional concrete it is 5.07%, 8.71% and 7.47% at 28 days after being tested.

The fourth conclusion, the effectiveness of resistance against bending with the addition of 4 kg and 6 kg of polypropylene macrofiber in a resistant floor project $f'_c=280\text{ kg/cm}^2$, compared to traditional concrete 0.37% and 18.64 % 28 days after being tested.

The fifth conclusion, the bending strength with the addition of 8 kg of polypropylene macrofiber in a rigid pavement model $f'_c=280\text{ kg/cm}^2$ is not effective since its value is below the traditional design by 4.28% a 28 days after being tested.

The sixth conclusion, the cost referred to the concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ steel fiber is higher in relation to the traditional one, and its use avoids the placement of transverse and longitudinal rods in the rigid pavement with respect to the traditional one.

In addition, finally, the cost of concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ plus polypropylene macrofiber is cheaper than using steel fiber.

KEY OR FUNDAMENTAL WORDS OR TERMS:

Flexural strength, Concrete $f'_c=280\text{kg/cm}^2$, polypropylene macrofibers and steel fibres.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	21
1 CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	22
1.1 FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	22
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS	24
1.2.1 Problema General	24
1.2.2 Problema Específico.....	24
1.3 FORMULACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	25
1.3.1 Objetivo General	25
1.3.2 Objetivos Específicos	25
1.4 JUSTIFICACION	26
1.5 LIMITACIONES	26
1.6 FORMULACION DE HIPOTESIS GENERALES Y ESPECIFICAS.....	27
1.6.1 Hipótesis General	27
1.6.2 Hipótesis Especificas.....	27
1.7 VARIABLES	27
1.7.1 Variable Independiente.....	27
1.7.2 Variable Dependiente	28
1.8 DEFINICION DE TEORICA Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	28
2 CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	28
2.1 ANTECEDENTES.....	28
2.1.1 A Nivel Internacional	28
2.1.2 A nivel Nacional.....	32
2.2 BASES TEORICAS.....	40
2.2.1 Concreto reforzado con fibras	40

2.2.2	Fibra de Acero	43
2.2.3	Macrofibra de polipropileno	45
2.2.4	Diseño de mezcla.....	48
2.2.5	Pavimentos	49
2.2.6	Pavimento Rígido	53
2.2.7	Materiales del pavimento rígido	54
2.2.8	Resistencia a la flexión del Concreto.....	59
2.2.9	Ensayos de resistencia a la flexión del concreto.....	60
2.2.10	Resistencia a la Tracción.....	63
2.3	BASES CONCEPTUALES	64
2.3.1	Concreto	64
2.3.2	Cemento	64
2.3.3	Ductilidad	64
2.3.4	F'c.....	65
2.3.5	Tenacidad	65
2.3.6	Agregados.....	65
2.3.7	Dosificación.....	65
2.3.8	Acero	66
2.3.9	Curado	66
2.3.10	Concreto reforzado con fibras (CRF):.....	66
2.3.11	Ductilidad:.....	66
2.4	BASES EPISTEMOLÓGICAS.....	67
3	CAPITULO III. METODOLOGIA	69
3.1	ÁMBITO	69
3.2	POBLACION	69

3.3	MUESTRA.....	69
3.4	NIVEL Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN.....	70
3.4.1	Nivel de estudio.....	70
3.4.2	Tipos de estudio.....	71
3.5	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	72
3.6	MÉTODOS, TÉCNICAS E HERRAMIENTAS	73
3.6.1	FUENTE DE RECOPIACIÓN DE DATOS.....	73
3.6.2	MÉTODOS.....	73
3.6.3	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	74
3.6.4	INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS	75
3.7	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO	75
3.7.1	VALIDACIÓN DE DATOS	75
3.7.2	CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	76
3.8	PROCEDIMIENTO	76
3.8.1	PROCEDENCIA, ADQUISICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS	76
3.8.2	PROCEDENCIA, ADQUISICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES	78
3.8.3	SECCIÓN Y LONGITUDES DE ESPECÍMENES	81
3.8.4	MOLDES PARA VIGUETAS	81
3.8.5	MUESTREO REPRESENTATIVO.....	83
3.8.6	PREPARACIÓN VIGUETAS	84
3.8.7	CURADO DE LAS PROBETAS Y VIGUETAS	86
3.8.8	GRUPOS EXPERIMENTALES	87
3.8.9	ENSAYO A FLEXIÓN DE LAS VIGUETAS	88
3.9	TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	95
3.9.1	ENSAYO DE AGREGADOS	95

3.9.2	RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS.....	101
3.9.3	DISEÑO DE MEZCLAS	102
3.9.4	ANÁLISIS DE DATOS	104
3.10	CONSIDERACIONES ETICAS	161
4	CAPITULO V. RESULTADOS	163
4.1	RESULTADOS DEL ENSAYO	163
4.1.1	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO TRADICIONAL F'C=280 KG/CM2	163
4.1.2	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 10 KG DE FIBRA DE ACERO F'C=280 KG/CM2	165
4.1.3	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 20 KG DE FIBRA DE ACERO F'C=280 KG/CM2	167
4.1.4	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 30 KG DE FIBRA DE ACERO FC=280 KG/CM2.....	169
4.1.5	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO F'C=280 KG/CM2.....	171
4.1.6	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280 KG/CM2	173
4.1.7	RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280 KG/CM2	175
5	CAPITULO IV. DISCUSIONES.....	178
5.1	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN OBTENIDA CON LA TEORIA Y ANTECEDENTES DE INVESTIGADORES	178
5.2	COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE NUESTRA PROPIA INVESTIGACION.....	181
5.3	ANALISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS DEL CONCRETO FC=280KG/CM2 POR M3...	183

5.3.1	Concreto $F'_c=280\text{kg/cm}^2$ $E=0.20\text{cm}$	183
5.3.2	Concreto $F_c=280\text{kg/cm}^2$ con la adición de fibra de acero $E=0.20\text{cm}$	184
5.3.3	Concreto $F'_c=280\text{kg/cm}^2$ con la adición de macrofibra de polipropileno $E=0.20\text{cm}$	185
5.3.4	Análisis comparativo de costos del concreto tradicional, con la adición de fibra de acero y la macrofibra de polipropileno	186
6	CONCLUSIONES	188
7	RECOMENDACIONES	190
8	BIBLIOGRAFIA	192
9	ANEXOS	195
9.1	ANEXO I: MATRIZ DE CONSISTENCIA	196
9.2	Anexo II: CONSENTIMIENTO INFORMADO	198
9.3	Anexo III: ENSAYOS DEL LABORATORIO, DISEÑO DE MEZCLA Y ROTURAS DE VIGAS POR RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.	199
9.4	Anexo IV: CALIBRACION DE EQUIPOS.....	233
9.5	Anexo V: FICHA TECNICA DE LA FIBRA DE ACERO Y DE LA MACROFIBRA DE POLIPROPILENO.....	269
10	AUTORIZACION PARA PUBLICACION DE TESIS ELECTRONICA.....	274
11	NOTA BIOGRÁFICA	276

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	28
Tabla 2 <i>Características de macrofibras y microfibras</i>	43
Tabla 3 <i>Especificaciones técnicas de pavimentos</i>	52
Tabla 4 <i>Granulometría del agregado fino</i>	56
Tabla 5 <i>Granulometría del agregado grueso</i>	56
Tabla 6 <i>Cantidad de material aproximada para cada resistencia</i>	66
Tabla 7 <i>Tamaño de Muestra</i>	70
Tabla 8 <i>Métodos de recolección de datos</i>	74
Tabla 9 <i>Técnicas y recolección y tratamientos de datos</i>	75
Tabla 10 <i>Dosificaciones incorporando la fibra de acero y la macrofibra de polipropileno</i>	88
Tabla 11 <i>Análisis granulométrico del agregado grueso</i>	95
Tabla 12 <i>Análisis granulométrico del agregado fino</i>	96
Tabla 13 <i>Contenido de Humedad de la arena gruesa</i>	97
Tabla 14 <i>Contenido de Humedad de la piedra chanchada</i>	98
Tabla 15 <i>Peso Unitario suelto del agregado fino</i>	98
Tabla 16 <i>Peso Unitario compacto del agregado fino</i>	99
Tabla 17 <i>Peso Unitario suelto del agregado grueso</i>	99
Tabla 18 <i>Peso Unitario compactado del agregado grueso</i>	99
Tabla 19 <i>Gravedad específica del agregado fino</i>	100
Tabla 20 <i>Porcentaje de absorción del agregado fino</i>	100
Tabla 21 <i>Gravedad específica del agregado grueso</i>	101
Tabla 22 <i>Porcentaje de absorción del agregado grueso</i>	101
Tabla 23 <i>Resultados del agregado grueso</i>	101
Tabla 24 <i>Resultados del agregado fino</i>	102
Tabla 25 <i>Cantidad de materiales para 12 moldes prismáticos</i>	104
Tabla 26 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días</i>	105
Tabla 27 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 10kg de fibra de acero a los 7 días</i>	105
Tabla 28 <i>Cuadro de dato estadístico</i>	105
Tabla 29 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días</i>	108

Tabla 30 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 10kg de fibra de acero a los 14 días.	108
Tabla 31 Cuadro de dato estadístico.	108
Tabla 32 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.	111
Tabla 33 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 10kg de fibra de acero a los 28 días.	111
Tabla 34 Cuadro de dato estadístico.	112
Tabla 35 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días.	114
Tabla 36 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 20kg de fibra de acero a los 07 días.	114
Tabla 37 Cuadro de dato estadístico.	115
Tabla 38 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.	117
Tabla 39 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 20kg de fibra de acero a los 14 días.	117
Tabla 40 Cuadro de dato estadístico.	118
Tabla 41 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.	120
Tabla 42 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 20kg de fibra de acero a los 28 días.	120
Tabla 43 Cuadro de dato estadístico.	121
Tabla 44	123
Tabla 45 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 07 días.	123
Tabla 46 Cuadro de dato estadístico.	124
Tabla 47 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.	126
Tabla 48 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 14 días.	126
Tabla 49 Cuadro de dato estadístico.	127
Tabla 50 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.	129
Tabla 51 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 28 días.	129
Tabla 52 Cuadro de dato estadístico.	130
Tabla 53 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días.	132
Tabla 54	132
Tabla 55 Cuadro de dato estadístico.	133
Tabla 56 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.	135
Tabla 57 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 04kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.	136
Tabla 58 Cuadro de dato estadístico.	136

Tabla 59 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.</i>	138
Tabla 60 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 04kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.</i>	139
Tabla 61 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	139
Tabla 62 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días.</i>	142
Tabla 63 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días.</i>	142
Tabla 64 <i>Cuadro de dato estadístico</i>	142
Tabla 65 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.</i>	145
Tabla 66 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.</i>	145
Tabla 67 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	145
Tabla 68 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.</i>	148
Tabla 69 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.</i>	148
Tabla 70 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	149
Tabla 71 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días</i>	151
Tabla 72 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días.</i>	152
Tabla 73 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	152
Tabla 74 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.</i>	155
Tabla 75 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.</i>	155
Tabla 76 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	155
Tabla 77 <i>Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.</i>	158
Tabla 78 <i>Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.</i>	158
Tabla 79 <i>Cuadro de dato estadístico.</i>	159
Tabla 80 <i>Concreto tradicional patrón $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 07días de curado</i>	163
Tabla 81 <i>Concreto tradicional patrón $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de curado</i>	164

Tabla 82 <i>Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado</i>	165
Tabla 83 <i>Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado.</i>	166
Tabla 84 <i>Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado</i>	166
Tabla 85 <i>Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado</i>	167
Tabla 86 <i>Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado</i>	168
Tabla 87 <i>Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado</i>	168
Tabla 88 <i>Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado</i>	169
Tabla 89 <i>Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado</i>	170
Tabla 90 <i>Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días</i>	170
Tabla 91 <i>Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado</i>	171
Tabla 92 <i>Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado</i>	172
Tabla 93 <i>Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado</i>	172
Tabla 94 <i>Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado</i>	173
Tabla 95 <i>Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado.</i>	174
Tabla 96 <i>Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado.</i>	174
Tabla 97 <i>Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado.</i>	175

Tabla 98 <i>Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado</i>	176
Tabla 99 <i>Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado.</i>	176
Tabla 100 <i>Cuadro de discusiones de resultados de la resistencia a la flexión.</i>	181
Tabla 101 <i>Análisis de precios unitarios de un concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm²</i>	184
Tabla 102 <i>Análisis de precios unitarios concreto con fibra de acero $f'c=280$ kg/cm²</i>	185
Tabla 103 <i>Análisis de precios unitarios concreto con macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm²</i>	186

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1 Curva granulométrica del agregado grueso.....	96
Gráfico 2 Curva granulométrica del agregado fino	97
Gráfico 3 Diseño de mezcla.....	102
Gráfico 4 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°01</i>	106
Gráfico 5 <i>Gráfico de comparación</i>	107
Gráfico 6 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°01</i>	110
Gráfico 7 <i>Gráfico de comparación</i>	110
Gráfico 8	113
Gráfico 9 <i>Gráfico de comparación</i>	113
Gráfico 10 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02</i>	116
Gráfico 11 <i>Gráfico de comparación</i>	116
Gráfico 12 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02</i>	119
Gráfico 13 <i>Gráfico de comparación</i>	119
Gráfico 14 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02</i>	122
Gráfico 15	122
Gráfico 16 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03</i>	125
Gráfico 17 <i>Gráfico de comparación</i>	125
Gráfico 18 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03</i>	128
Gráfico 19 <i>Gráfico de comparación</i>	128
Gráfico 20 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03</i>	131
Gráfico 21 <i>Gráfico de comparación</i>	131
Gráfico 22 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04</i>	134
Gráfico 23 <i>Gráfico de comparación</i>	135
Gráfico 24 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04</i>	137

Gráfico 25 <i>Gráfico de comparación</i>	138
Gráfico 26 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04</i>	140
Gráfico 27 <i>Gráfico de comparación</i>	141
Gráfico 28 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05</i>	143
Gráfico 29 <i>Gráfico de comparación</i>	144
Gráfico 30 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05</i>	147
Gráfico 31 <i>Gráfico de comparación</i>	147
Gráfico 32 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05</i>	150
Gráfico 33 <i>Gráfico de comparación</i>	151
Gráfico 34 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06</i>	153
Gráfico 35 <i>Gráfico de comparación</i>	154
Gráfico 36 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06</i>	157
Gráfico 37 <i>Gráfico de comparación</i>	157
Gráfico 38 <i>Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06</i>	160
Gráfico 39 <i>Gráfico de comparación</i>	160
Gráfico 40 <i>Gráfico de resistencia a la flexión de las probetas prismáticas</i>	178
Gráfico 41 <i>Gráfico de comparación de precios unitarios</i>	186

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Esquema de la fibra de acero</i>	44
Figura 2 <i>Estructura de un pavimento flexible</i>	50
Figura 3 <i>Estructura de un pavimento rígido</i>	51
Figura 4 <i>Ensayos a tracción directa, indirecta y a flexión del concreto hidráulico</i>	59
Figura 5 <i>Grafica Carga-deformación de elementos sometidos a tracción.</i>	60
Figura 6 <i>Esquema del ensayo a flexión con cargas a los tercios de la viga</i>	61
Figura 7 <i>Esquema del ensayo a flexión con carga central en la viga</i>	62
Figura 8 <i>Curva Fuerza-Deformación para diferente tipo de conglomerado de fibras</i>	64
Figura 9 <i>Curva Etapas de la Investigación</i>	72
Figura 10 <i>Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada</i>	77
Figura 11 <i>Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada de 1/2"</i>	77
Figura 12 <i>Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada en el laboratorio.</i>	78
Figura 13 <i>Fibra de acero de MACCAFERRI</i>	79
Figura 14 <i>Fibra de acero de MACCAFERRI</i>	80
Figura 15 <i>Macrofibra de polipropileno Polystark</i>	80
Figura 16 <i>Macrofibra de polipropileno Polystark</i>	81
Figura 17 <i>Moldes prismáticos</i>	82
Figura 18 <i>Moldes prismáticos de madera</i>	82
Figura 19 <i>Asentamiento del concreto fresco(Slump)</i>	83
Figura 20 <i>Asentamiento del concreto fresco(Slump)</i>	84
Figura 21 <i>Materiales para la elaboración de la mezcla</i>	84
Figura 22 <i>Se realizó en batea para minorar el desperdicio</i>	85
Figura 23 <i>Elaboración de las viguetas.</i>	86

Figura 24 <i>Elaboración de las viguetas.</i>	86
Figura 25 <i>Curado de las viguetas.</i>	87
Figura 26 <i>Curado de las viguetas.</i>	87
Figura 27 <i>Medidas de las vigas a ensayar</i>	89
Figura 28 <i>Preparación de la marca a un tercio de las vigas</i>	89
Figura 29 <i>Preparación de la marca a un tercio de las vigas</i>	90
Figura 30 <i>Preparación de la marca a un tercio de las vigas</i>	90
Figura 31 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	91
Figura 32 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	91
Figura 33 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	92
Figura 34 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	92
Figura 35 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	93
Figura 36 <i>Ensayo a flexión de las probetas</i>	93
Figura 37 <i>Identificación de la falla a flexión</i>	94
Figura 38 <i>Identificación de la falla a flexión</i>	94

INTRODUCCIÓN

El filamento de acero y las crudas de polipropileno se proponen para el empleo en la construcción y diseño de pavimentos rígidos debido a su contribución positiva al diseño de concreto en cotejo a otros tradicionales métodos.

A la fecha existen gran envergadura de proyectos que necesitan diferentes mejoras mecánicas y físicas al concreto de manera positiva, ya que se presentan un gran número de solicitudes que se presentan, evitando así diferentes fallos y optimizando el coste y el tiempo de los diferentes proyectos.

Durante muchos años se han acudido a las filamento de acero y microfibras polipropileno para reforzar a los materiales de construcción, en la presente investigación “EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO $F'C= 280 \text{ kg/cm}^2$, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO – 2021” estudia el proceder del concreto en cantidades de macrofibra de polipropileno y filamento de acero en cantidad equivalente a 10, 20 y 30 kilogramos en fibra de acero y 4kg, 6kg y 8kg en macrofibra de polipropileno, investigaciones anteriores demostraron que las filamento de acero con 20 kg y macrofibra de polipropileno de 4 kg aumenta aguante a la flexión con respecto al concreto típico.

La presente tesis presenta cinco (5) capítulos: Como primer capítulo (PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN) describe su fundamentación, el planteamiento del problema específico y general, seguido los objetivos tanto general como específicos, limitaciones, justificación, de la misma forma también se indican las hipótesis, también se indican las variables objeto de estudio y se define la operacionalización de variables. Correspondiente al segundo capítulo se desarrolló el (MARCO TEÓRICO) indicando a los trabajos previos tanto nacionales como internacionales, las bases teóricas, conceptuales y antropológicas. Como tercer capítulo (METODOLOGÍA) alcance, población y muestra de estudio, seguido el tipo, diseño, y método de investigación, asimismo, las técnicas de acopio de datos y los instrumentos, también el proceso de validez y prueba de confiabilidad de los instrumentos de acopio de datos, el procedimiento, análisis y tabulación de datos, así como su fundamentación ética. Como cuarto y quinto capítulo (RESULTADOS Y DISCUSIÓN), se muestran detalladamente las tablas y gráficos en base a los resultados obtenidos al aplicar las herramientas de nuestro estudio, como la interpretación del resultado para demostrar investigaciones anteriores. Y finalmente se consideraron las conclusiones y recomendaciones.

1 CAPITULO I. PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 FUNDAMENTACION DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

En el globo terráqueo, las grandes cantidades de concreto que se producen actualmente en la construcción y la ingeniería de pavimentos rígidos han impulsado diversos avances tecnológicos y mejoras en el concreto. Los diferentes estudios sobre la aplicación de hormigón armado con filamento de polipropileno y acero sobre pavimentos rígidos buscan muchas mejoras en el hormigón y por tanto nuevas optimizaciones referidos al esbozo de tales estructuras.

Con fines de esbozo y construcción de suelos duraderos, la fibra cruda de polipropileno y la fibra de acero son actualmente alternativas, que modifican por completo los métodos tradicionales utilizados.

Los problemas que más se aprecian en los diferentes planes de cimentación de suelos duraderos están relacionado a roturas o fracturas por no tener en cuenta las exigencias reales que van a actuar sobre la estructura y un buen proceso constructivo que actualmente se ha perdido durante años.

La tecnología en su evolución y los estudios de investigación han desarrollado nuevos materiales, si bien actúa como refuerzo donde mejora la durabilidad en gran medida, así también el desempeño en pavimentos de concreto y en muchos casos suelen ser más económicos. Además, la creciente demanda y frecuencia de cargas en carreteras, autopistas y otras estructuras de tráfico ha creado la necesidad de optimizar el rendimiento y asegurar la mayor vida útil de las aceras.

El pavimento rígido, es una alternativa que ofrece mayores ventajas frente a los diferentes tipos de pavimentos, ya sea en el ámbito estructural y económico. En la construcción de un pavimento rígido, se encuentran fallas cuando no se realizan los diversos ensayos normativos aplicadas a esta clase de pavimento, presentes claramente en las fisuras de los senderos existentes, aumentando así el costo de reparación de las estructuras, además los agentes externos que causan el intemperismo dañan toda composición del concreto y puede dar lugar a reparaciones no planificadas de la infraestructura vial, lo cual ocasiona una inversión de costos adicionales y por ende el tiempo para el uso de transitabilidad, lo cual perjudica a la población y usuarios del tramo vial.

Los pavimentos rígidos consisten básicamente en una capa portante o capa de concreto que se construye encima de la calzada o capa de material seleccionado, denominada subbase.

El concreto tiene la capacidad de aguantar cierto porcentaje de esfuerzo de presión por flexión. La suficiencia estructural de un suelo duro depende de su aguante a la flexión a la losa, por lo que muchos países están optando por el uso de las macrofibras de polipropileno y filamento de acero, este material ha sido punto de investigación en muchos países y se ha demostrado que, debido a su alta ductilidad, aumenta la constancia del concreto, así aumentando su capacidad de aguante a la torsión.

La adición de fibras gruesas de polipropileno y acero al concreto mejora significativamente la capacidad de carga del pavimento para diferentes acciones de flexión, haciéndolo capaz de soportar requisitos de carga más repetitivos (fatiga en carreteras). Por ende, es posible optimizar los espesores sin comprometer el desempeño o la capacidad del concreto. Para que dicha fibra de refuerzo tenga un aporte efectivo, se ve por conveniente que su módulo de elasticidad esté tres veces superior al concreto.

Tal noción es favorable y destaca que la medida de flexibilidad respecto al filamento de acero, 210.000 MPa, son 7 veces más que el del concreto (30.000 MPa). Puesto que el concreto alcanza mayor ductilidad (la condición en contra a la fragilidad) lo cual se reconoce un material que no admite deformación en estado plástico. Se aumenta la tenacidad (energía muy necesaria para la ruptura completa del material), las macrofibras con polipropileno con el filamento de acero, ambas se comportan como puntos de "sutura" dentro del concreto frenando así el aumento de las fisuras hacia su interior y retrasando un colapso considerable.

La acción mecánica de los diferentes integrantes de concreto armado, ya sean de fibras gruesas de polipropileno o filamento de acero es diferente de los componentes de hormigón convencionales, incluido el módulo de rotura, fisuración por temperatura, el tamaño máximo de fisura bajo carga, colapso y comportamiento de tensión-deformación, etc. Hay algunos parámetros que son significativamente diferentes. El uso de fibras metálicas y fibras gruesas de polipropileno como refuerzos en el concreto tiene muchos atributos de durabilidad y resistencia, como una mayor adaptabilidad de los elementos, mejor resistencia a la flexión y al corte y, lo que es más importante, absorción de energía.

En Huánuco encontramos gran problemática en el planteamiento y realización de obras de pavimentos, porque la mayoría de pistas en la región Huánuco presentan diferentes fallas a muy temprana edad del concreto, no hay estudios al respecto para poder mejorar el pavimento y sus años de servicio, las obras que se ejecutaron en la ciudad de Huánuco hace poco tiempo en los años 2018, 2019 y 2020 ya presentan fallas,

por eso es el interés de estudiar el comportamiento agregando la fibra con acero y la macrofibra con polipropileno.

En esta investigación nos centraremos en la “EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA UN PAVIMENTO RÍGIDO ($f'c=280$ KG/CM²) CON LA AÑADIDURA DE FIBRAS METÁLICAS Y DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO”. Mediante ensayos determinaremos el aguante a la flexión tanto sin contar con fibras como sin contar con fibras de refuerzo y posteriormente se verificará el análisis comparativo entre estos dos, para así tener consideraciones en futuros diseños.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.2.1 Problema General

- ¿Cuál será la efectividad de la resistencia a la flexión de un pavimento rígido ($f'c=280$ kg/cm²) adicionando fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco 2021?

1.2.2 Problema Específico

- ¿Qué tanto variará la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 10 kg de fibra de acero del diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido?
- ¿Qué tanto variará la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 20 kg de fibra de acero del diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido?
- ¿Qué tanto variará la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 30 kg de fibra de acero del diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido.?
- ¿Qué tanto variará la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 4Kg de macrofibra de polipropileno en diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido.?
- ¿Qué tanto variará la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 6Kg de macrofibra de polipropileno en diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido.?
- ¿Qué tanto variará la resistencia a la flexión con la adición de 8Kg de macrofibra de polipropileno en diseño $f'c = 280$ kg/cm² frente a un concreto tradicional, para un pavimento rígido?

- ¿Cuál será la resistencia a la flexión con la tasa de dosificación ideal de fibra de acero y macrofibra de polipropileno?
- ¿Cuál será el precio unitario de un concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con la tasa de dosificación ideal de filamento de acero y macrofibra de polipropileno para un pavimento rígido?

1.3 FORMULACIÓN DEL OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

1.3.1 Objetivo General

- Describir la efectividad de la resistencia a la flexión de un pavimento rígido ($f'c= 280\text{ kg/cm}^2$) adicionando fibra de acero y macrofibra de polipropileno frente al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco 2021.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 10 Kg de fibra de acero en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 20 Kg de fibra de acero en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 30 Kg de fibra de acero en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Comparar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno en el diseño de un pavimento rígido de dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$.
- Determinar la resistencia a la flexión con la tasa de dosificación ideal de fibra de acero y macrofibra de polipropileno.
- Determinar el precio unitario de un concreto $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ con la tasa de dosificación ideal de fibra de acero y macrofibra de polipropileno para un pavimento rígido.

1.4 JUSTIFICACION

Es necesario conocer el aporte estructural que brinda la fibra de acero y la macrofibra de polipropileno debido a su ductilidad al pavimento rígido frente a los diseños tradicionales, analizar y dar a conocer un nuevo diseño que pueda ser óptimo en cuanto a resistencia a flexión, compresión y fisuración.

La investigación aportará una nueva prueba de aguante a la flexión de un diseño de pavimento rígido ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) sumado de filamento de acero con macrofilamento de polipropileno frente al diseño tradicional, que con el tiempo será de beneficio debido a su mejor resistencia, durabilidad y económico en el nivel nacional.

En nivel internacional ya se utilizan la fibra de acero y macrofibra de polipropileno puesto en los pavimentos rígidos como Colombia, México, Venezuela entre otros trayendo consigo resultados positivos.

En la actualidad en el Perú también se encuentran elaborando losas de concreto con fibras aceradas y polipropileno en planes para carreteras, suelos industriales y vías de pasajes subterráneos, aunque aún prevalece el diseño tradicional de pavimentos rígidos se espera que tenga más auge la utilización de fibras aceradas con polipropileno puesto que sus resultados son muy positivos que favorecen grandemente en lo económico.

Desde el punto práctico esta investigación beneficiará a la evaluación al aguante de a la ruptura del pavimento rígido ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$), ya que viene siendo realizado en las obras viales, adicionando filamento de acero y macrofibra con polipropileno aumentaremos la resistencia deseada, reemplazando el refuerzo tradicional y así tendremos mejores resultados al deterioro, mayor duración y dinamismo en la elaboración de pavimentos rígidos.

1.5 LIMITACIONES

- La adquisición de los materiales a utilizar como refuerzo para el concreto ya sea las hebras de acero con las macrofilamento de polipropileno. En la ciudad de Huánuco en la actualidad no existe centros de venta para poder comprarlos, motivó por el cual se va a cotizar y comprar fibra acerada en Lima en la Empresa MACCAFERRI y en la Empresa POLYSTARK la macrofibra de polipropileno, la adquisición es muy complicada ya que para la investigación se necesita en pocas cantidades, ya que lo venden en mayores cantidades.
- El laboratorio de la UNHEVAL es una limitación económica, puesto que por la COVID-19 a un Nivel Nacional se decretaron lineamientos que cumplir, la excepción no fue la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, por eso no está a disposición de los alumnos y

exalumnos los laboratorios, lo que nos conlleva a realizar nuestros ensayos en un laboratorio particular.

1.6 FORMULACION DE HIPOTESIS GENERALES Y ESPECIFICAS

1.6.1 Hipótesis General

- La resistencia a la flexión de un pavimento rígido ($f'c=280$ kg/cm²) añadiendo 20 kg de fibra de acero, aumentando su resistencia a la flexión en un 20% de; y de igual forma en este mismo porcentaje se incrementa con la incorporación independiente de 4 kg de macrofibra de polipropileno, comparado al diseño tradicional en la ciudad de Huánuco 2021.

1.6.2 Hipótesis Especificas

- Al agregar 10Kg de fibra de acero a un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 5 %.
- Al agregar 20Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 20%.
- Al agregar 30Kg de fibra de acero a un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 10%.
- Al agregar 30Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 10%.
- Al agregar 4Kg de macrofibra de polipropileno en un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 20%.
- Al agregar 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 20%.
- Al agregar 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm² la resistencia a la flexión aumenta en un 20%.
- Determinación de la resistencia a la flexión con la dosis ideal de fibra de acero y macrofibra de polipropileno.
- Determinación del precio unitario de un concreto $f'c=280$ kg/cm² con la tasa ideal de fibra de acero y de macrofibra de polipropileno para un pavimento rígido.

1.7 VARIABLES

1.7.1 Variable Independiente

- Fibra de acero
- Macrofibra de polipropileno

1.7.2 Variable Dependiente

- Resistencia a la Flexión

1.8 DEFINICION DE TEORICA Y OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

En la presente investigación las variables objetivas de estudio son las indicadas en la Tabla N° 1:

Tabla 1 Operacionalización de variables

VARIABLES	TIPO DE VARIABLE	OPERACIONALIZACIÓN	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	NIVEL DE MEDICIÓN	UNIDAD DE MEDICIÓN	ÍNDICE	VALOR
1.1 V.I. Fibra de Acero	Cuantitativo	La fibra de acero o metálica al ser adicionado con diferentes volúmenes a la dosificación del diseño de mezcla del concreto aumentará la resistencia a la flexión debido a su ductilidad	Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 10kg de fibra de acero	Las fibras son elementos alargados naturales o artificiales que se introducen en la mezcla para evitar agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua y cambios de temperatura y para mejorar algunas propiedades del concreto simple, como son: su resistencia a los impactos y a la abrasión, su resistencia a la flexión, sus resistencias al corte y su factor de durabilidad.	Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
			Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 20kg de fibra de acero		Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
			Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 30kg de fibra de acero		Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
1.2 V.I. Macrofibra de polipropileno	Cuantitativo	La macrofibra de polipropileno o sintético al ser adicionado con diferentes pesos a la dosificación del diseño de mezcla del concreto aumentará la resistencia a la flexión debido a su ductilidad	Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 4Kg de macrofibra de polipropileno	Se utilizan para controlar grietas por temperatura, así como para mejorar el desempeño post agrietamiento de los elementos de concreto sometidos a flexión y tensión, lo cual les permite reemplazar la malla electrosoldada y las barras de acero en un buen número de aplicaciones. Las macrofibras sintéticas son relativamente gruesas, regularmente se consiguen en diámetros entre 0,5 mm y 0,7 mm, con longitudes típicas entre 19 mm y 50 mm.	Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
			Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 6Kg de macrofibra de polipropileno		Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
			Concreto f'c = 280 kg /cm ² con 8Kg de macrofibra de polipropileno		Ductilidad/dosificación	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%
2. V.D. Resistencia a la Flexión	Cuantitativo	Se medirá la resistencia a la flexión con el adición de fibra de acero y se hará comparación con el diseño tradicional	Concreto f'c = 280 kg /cm ² convencional	La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (M _r) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. X 15 cm. X 50 cm., apoyándola sobre dos soportes separados 45 cm. Y aplicando una carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. De cada extremo) hasta que la falla ocurra.	Diagrama carga flexión	BAJO - MEDIO - ALTO	MPA	% DE VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN FRENTE A LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO CONVENCIONAL	%

Fuente: Elaboración propia.

2 CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 A Nivel Internacional

Según Lucea, Ildelfonso (2010), en su estudio titulado "Concreto de Fibra de Acero, Propiedades del Metal". (Tesis de licenciatura). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España", extrayendo como conclusiones:

- Los hormigones con refuerzo de fibras están revolucionando el mercado, puesto que disminuye los costos operativos, entre otras cosas, tiene comportamientos estructurales que mejoran su tenacidad, control de grietas y resistencia a la flexión.

- Nuevamente, la composición es suficiente e ideal ya que puede soportar esfuerzos de acción dinámica o para evitar la necesidad de controlar el proceso de agrietamiento.
- Se concluyó que la tenacidad es también una de las propiedades más destacadas de los componentes de hormigón reforzado con fibra.

ARANGO, Samuel (2010), En su estudio, titulado: “Flexión a través de la fluencia armado de hormigón con fibra de acero (SFRC) en estadio quebrantado”, en su (Disertación doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España, 2010. Obtuvo las siguientes conclusiones:

- Los refuerzos de fibras compuestas consisten en fibras incrustadas en una matriz, creando la interfaz en los componentes (fibras y molde). En esta síntesis, las fibras y el molde conservan propiedades físicas y mecánicas, dando como resultado propiedades híbridas que no se pueden lograr con cada ingrediente por separado.
- Las fibras están sujetas a esfuerzos de tracción, la matriz circundante sostiene su punto de vista y dirección como un mecanismo de transmisión de carga entre ellos y también ayuda a proteger las fibras de las sustancias corrosivas del medio, relacionados con la temperatura y humedad.

Diego Alexander Torres (2017), en su tesis: "Determinación de la Residual Resistencia mediana del armado de hormigón con Fibras Sintéticas PET+PP (Análisis Post-Fisura)", considero las diversas variables aplicadas en secuencia, primero, caracterizando el material y la ubicación del laboratorio para caracterizar tanto materiales gruesos como finos, luego un diseño híbrido, teniendo en cuenta la característica de los insumos a emplear y lo que busca. el resultado de. A continuación, se detallan muestras específicas, se desarrollan los procesos adecuados para garantizar que los resultados sean los esperados y, finalmente, se

realizan las pruebas adecuadas para determinar la carga de trabajo restante, parámetro consistente con los objetivos de este trabajo. concluyendo:

De los resultados experimentales de las vigas prismáticas se concluyó que la variación de los valores de tensión residual aumenta en un orden potencial, ya que esta relación se encuentra a través del aumento de fibras para el concreto.

A través del empleo de los filamentos de polipropileno se redujeron diversas quebraduras de retracción que se originaban en el hormigón, a lo largo de las primeras 24 horas se produce por retracción plástica o secado, la primera vez antes de que el hormigón comience a endurecerse. y la segunda vez el hormigón se endurece. Después de que el hormigón se endurece, la conclusión del concepto es que el concreto es más dúctil debido al uso de fibras y se agrietará bajo mayor tensión.

Evidenciamos que el periodo de conservación de las potencialidades del concreto crece en función de la fisuración cuando se ve refuerza con fibra sintética.

El aumento en el valor de la tensión residual que se presenta es de orden potencial, concluyendo que el concreto fibroreforzado resistirá más que el concreto sin refuerzo, esto ayuda a reducir el mantenimiento rutinario y regular de los pavimentos de hormigón.

La relación agua/cemento es el primordial factor a asegurar para el diseño de mezclas, pues afecta de forma inmediata a la retracción por secado, teniendo resultados pesimistas sobre el $f'c$ de diseño, así como los escenarios futuros del concreto.

Es muy importante en el diseño de mezclas de hormigón con áridos sometidos a ensayo de abrasión para determinar su idoneidad para el trabajo programado de acuerdo al trabajo de fricción al que serán sometidos.

Esta prueba es importante para determinar qué tan duradero y resistente es el concreto durante el proceso de fabricación de losas, estructuras simples, pavimentos,

esto necesita que la acera sea lo necesariamente fuerte a efectos de cumplir con sus requisitos, dependiendo del agregado utilizado.

La falla de las viguetas sin fibras mostró una falla del concreto dentro de los 0,01 mm, mientras que la falla promedio de las viguetas con fibras fue de 0,2 mm, que significa un tenue acrecentamiento de la resistencia al agrietamiento por flexión.

Los pavimentos de hormigón reforzado con fibras sintéticas presentan grietas del tipo mencionado anteriormente, debido al puenteo de las fibras en las grietas, que continúan trabajando a través de los agregados entrelazados, lo que resulta en un mayor tiempo de servicio y un menor mantenimiento o costos totales de mantenimiento.

Juan David Mesa Giraldo (2017), en su tesis: “especificación mecánica del filamento de polimérica a fin de que el concreto sea reforzado con “polifibra” de POLYALTEC LTDA”, se realiza la caracterización mecánica de fibras poliméricas para reforzar “polifibras” de concreto de POLYALTEC LTDA, basándose en una evaluación del estado actual del hormigón armado con fibras.

Preparo una mezcla de concreto de 210 kg/cm³ (21 MPa), integrado por $\frac{3}{4}$ de pulgada de grava, arena de color negro y cemento Tequendamo I de la cantera del Tolima para pisos, losas o placas, muros, canales, tanques y pisos (tráfico liviano). Luego, practicó una prueba de resistencia a la tracción “polifibra” a fin de definir el insumo que se empleó como sostén de hormigón. Obteniéndose muestras de hormigón armado y porcentajes de refuerzo de 0%, 5%, 10% y 15% “polifibra”, se empaparon y curaron en agua por espacio de 28 días, seguidamente fallaron en el laboratorio.

Llevaron a cabo ensayos de laboratorio de hormigón armado con “polifibras” frente a hormigón, lo que resultó en un incremento en las propiedades de aguante a las flexiones y sus características de aguante y la aprensión deterioradas.

Basado en los hallazgos de rendimiento obtenidos en el laboratorio, se desarrollaron modelos y simulaciones en el software ANSYS para hormigón armado, generando materiales ideales con propiedades mecánicas similares a los materiales reales.

Los resultados obtenidos se analizaron en cuanto a la caracterización de fibras y hormigón armado, obteniendo la ficha técnica para “polifibra” y hormigón armado.

Finalmente, se compararon los costos de fabricación del hormigón con malla electrosoldada y el hormigón armado con “polifibra” a fin determinar el mínimo coste de elaboración respecto a los dos tipos de hormigón armado.

2.1.2 A nivel Nacional

Montalvo Guevara, Marco (2015), el estudio denominado “Suelos rígidos reforzados con alambres de acero frente a suelos convencionales”, Llegaron a la conclusión de que el concreto reforzado con fibras es un remedio a fin de mejorar el desempeño del concreto, y sus diversos usos lo convierten en uno de los productos más populares debido a los beneficios que brinda a la comunidad del concreto. La principal mejora lograda al agregar fibras al concreto es una reducción en las grietas por contracción plástica y significativamente aumento en el sostén de la tracción después del endurecimiento.

Vela Ruiz, Alex y Zegarra García, Milagros (2018), en su tesis “Diseño de suelos duros a base de alambres para optimizar la resistencia del hormigón en el diseño de infraestructura vial José Olaya y Sevilla, Morales, 2018” de la “Universidad Cesar Vallejo”, teniendo como propósito, diseñar suelos duros empleando alambres de acero Sika Fiber CHO 80/60 NB en las intersecciones de Sevilla y José Olaya Morales en la provincia de San Martín. Proponiéndose como objetivo aumentar la ductilidad y la capacidad de carga del vehículo, manteniendo las funciones de conducción fluida y cómoda. Es posible prolongar la vida del pavimento, la adición de aditivos mejora sus propiedades mecánicas, son sus constituyentes básicos. El área de investigación actualmente se encuentra en malas condiciones, por lo que se utilizan

aditivos como modificadores del concreto premezclado, lo que significa costos adicionales. Es importante recalcar la importancia de este estudio en varios detalles, la principal mejora que se logra al agregar añadido de filamento de acero al concreto, permitiéndonos brindar nuevas alternativas de tendido de calles urbanas sobre superficies duras de la ciudad, especialmente en la zona de Morales. Estos estudios ayudan a optimizar las propiedades del concreto, su principal ventaja es un óptimo ingreso a la vía “Fernando Belaunde Terry” a Moyobamba en vista que brindan una calidad vital optima a los lugareños de dicho lugar. Ayudan en la optimización de la red vial y salud de las personas. Teniendo en cuenta el tipo de material utilizado y el clima para el cual se realizó el estudio, los resultados obtenidos volverán a servir de base para otros estudios de fibra de acero.

Salcedo Puma, Ricardo (2019), en su tesis de investigación “Acción del filamento de acero en el suelo duro del distrito La Victoria -Lima 2019” concluyó lo siguiente:

Según los hallazgos de haber probado la flexibilidad lograda en este trabajo para concreto con y sin fibras, donde se representan como vigas, se encuentra que luego de agregar fibras al concreto post-neutralización resulta se aumenta en un 25 % la resistencia a la flexión sobre una vida útil de 28 años y, por lo tanto, un mejor módulo de rotura, en comparación con el hormigón sin fibras.

Al final, se concluyó que los filamentos de acero ofrecen varios beneficios cuando se agregan al concreto para su aplicación en pavimentos duros, se desarrolló una hoja de cálculo utilizando una ecuación para hallar el espesor del filamento de acero del concreto, predice que su espesor se reducirá en 3cm.

Elorreaga Paiba, Carlos Alejandro y Gonzales Sanchez, Orlando Domingo (2018), en su estudio sobre el empleo de los filamentos de polipropileno y modo de añadidura gruesa en la constancia del concreto elaborado en base del cemento portland tipo GU”, determinaron que la consecuencia del filamento grueso de

polipropileno y el modo de añadidura grueso respecto a la tenacidad del hormigón hecho en base al cemento Portland tipo GU.

Determinándose la consecuencia del modo de añadidura gruesa sobre la fortaleza de los filamentos de macro polipropileno del concreto tratado con cemento Portland GU.

Fabricándose un total de 90 probetas, conforme a UNE 83504 y UNE 83502, con cero, tres, cuatro, seis y ocho kilogramos de filamentos de polipropileno por metro cúbico de concreto. El hormigón dosificado en proporciones de 0,43, 0,48 y 0,55 de peso grueso, áridos gruesos de matriz angulosa e deforme, con una dimensión máxima nominal de $\frac{3}{4}$ ". Doble agujero ensayado según UNE 83515.

Se encontró que para la mezcla de concreto de árido grueso de matriz irregular con una dimensión máxima nominal de la tenacidad aumentaba con el aumento del contenido de fibra, pero no era posible optimizar la rigidez del tono específicamente; mezcla de hormigón con agregado tiene el mayor ángulo y tamaño nominal $\frac{3}{4}$ ", el mayor aumento de tenacidad se logra a 4 kg/m³ de dosis que es de 504,50 Joules, la analogía agua-cemento equivalente a 0,43.440,04 Joules a una analogía de a/c de 0,48 y de 417,20 Joules a una relación a/c de 0,55.

Los autores: Carlos Javier Mendoza, Carlos Aire y Paula Dávila, en su disertación: "Efectos de las filamento de polipropileno sobre las propiedades del hormigón en estado plástico y endurecido", Se concluyó a efectos de la realización de la mezcla de hormigón con los dos tipos de añadiduras gruesas más grandes (9.5 y 19.0 mm) contenido el filamento de tetrapolipropileno (0,1,3 y 5 kg/m³) constancia del concreto incrementa con el consumo de fibra, especialmente con añadidura recio de 9,5 mm y hormigón lavada dentro de la mezcla.

El autor: Luis Bazan Ñazco, a través de su investigación "Efectos del contenido de fibra de polietileno y el tamaño nominal máximo del agregado grueso en la estabilidad del concreto", ejecutando diversas pruebas a fin de delimitar como

afectaba la añadidura de fibras de polietileno, calidad de la area gruesa y su quebrantamiento por retracción al secarse la mezcla. En la primera prueba de calidad, los resultados experimentales muestran que la $f'c$ puede incrementarse en casi un 20% agregando una proporción adecuada de fibras de polietileno. En el segundo tipo de experimento, se analizó indirectamente el efecto de la colocación de fibras sobre el agrietamiento de una placa circular de 60,00 cm. Diámetro y 7,50 cm. Grueso. En resumen, la mayor mejora se puede obtener agregando 400 a 600 kilogramos por metro cúbico de filamento de concreto y piedras con tamaños no mayores a $\frac{1}{2}$ pulgada. En comparación con los tableros sin fibra descritos anteriormente, se logra una mayor rigidez, especialmente para las cargas más altas de este estudio. Es importante señalar que los paneles se ensayaron a los 7 días, la prueba de presión uniaxial realizado posterior a los 28 días. El acrecentamiento anterior en $f'c$ es importante en vista que el módulo de elasticidad del hormigón, $E'c$, es parejo a la raíz cuadrada de $f'c$. Por lo tanto, el acrecentamiento del veinte por ciento dará como resultado un acrecentamiento del diez por ciento en $E'c$ y una disminución del 10 % en el sesgo.

Wilmer Raphael CARHUAPOMA CARLOS (2018), en su disertación sobre “Influencia de las filamento de polipropileno en concretos con resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², elaborados a partir de agregados de la cantera Cochamarca – Pasco”, los resultados en este proyecto, con enfoque en estructura, pretenden brindar un relevamiento informativo del uso de filamento de polipropileno como sostén en hormigón, en vista que existe poca o ningún dato sobre este material compuesto en nuestro país. Se utilizan áridos en la jurisdicción siendo la cantera “Cochamarca” situado en Cochamarca, Distrito de Vico, Región Pasco.

Las características físicas y mecánicas de los cementos y agregados utilizados. Basado en aguante a la compresión simple de muestras cilíndricas a los veinte ocho días, el método propuesto por A.C.I. para obtener dosis finales de doscientos diez kilogramos por centímetros cuadrados y doscientos ochenta kilogramos por centímetro

cuadrado para la preparación de mezclas no mejoradas. A continuación, se incorporaron por separado al mismo hormigón final obtenido previamente tres concentraciones diferentes de filamento de polipropileno a fin de seleccionar uno que proporcione una mejora simple en la fuerza compresiva.

Los resultados finales de los ensayos se obtuvieron luego de llegar a un acuerdo sobre las propiedades mecánicas del hormigón libre de fibras, determinando que las propiedades óptimas del hormigón eran $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, y la concentración adecuada de fibras de polipropileno bruto era de 9 kg./m^3 hormigón. Para hormigones con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, la concentración adecuada de fibra de polipropileno virgen es de 5 kg/m^3 , y la mejora de la resistencia a la compresión es del 12,03% y 13,32%, respectivamente.

El trabajo de **Sotil y Zegarra (2015)** aplicó Wirand® ff3 SFRC y Wirand® ff4 a paneles de pavimento rígido industrial en un análisis comparativo del comportamiento del hormigón no armado. En este estudio, demostró:

Para el tipo de fibra en cuestión, la cantidad y las propiedades físicas son los principales factores que determinan la resistencia aumentada a la flexión. A efectos de dosis de veinte a veinticinco kilogramos por metro cubico. Concluyendo que los filamentos Wirand FF4 tienen mayor ductilidad porque son más largas y delgadas que las fibras FF3 y, por lo tanto, tienen un puente de transferencia de presión más alto, evitando la separación del concreto durante el primer proceso de cribado.

Mientras se hunde el hormigón (primera fisura), es claramente visible el proceso de post-fractura de las fibras. En el gráfico carga-deformación Se puede observar la recuperación de la curva debido al aporte del hilo metálico, que logra incrementar el punto de máxima resistencia a la carga.

Se percibió la tendencia de optimización con dosis crecientes y otras propiedades mecánicas, y también se concluyó que las propiedades del hormigón reforzado con fibra también dependían directamente del tamaño de las fibras.

Después de analizar todos los casos, se llega a la conclusión: es fundamental conocer las fibras que controlan el agrietamiento en el hormigón obtienen mejores propiedades mecánicas, pero en realidad no las eliminan al 100%. Es un insumo variado y necesita de diversos factores de esbozo y elaboración.

Karen Lucia Rojas Lizama (2017), en su disertación sobre “Análisis de rendimiento de microfibras sintéticas y hormigón”, las microfibras sintéticas son otra alternativa en la construcción y esbozo de suelos duros, el desempeño tiene por propósito el mejorar el concreto.

En este estudio se intentó aumentar la tenacidad de mezclas de concreto estándar mediante el uso de fibras crudas sintéticas en dosis de 3, 5 y 7 kg/m³.

Asimismo, los diferentes materiales utilizados en el estudio se desarrollaron según normas técnicas peruanas para conocer sus propiedades, se calculó la dureza del concreto de acuerdo a la norma europea 14488-5.

Para una mezcla estándar de concreto, la relación piedra (40%) a arena (60%) se obtuvo a través de diferentes pruebas de desempeño con una analogía cemento-agua de 0,55.

Cantidad de filamentos sintéticos crudas obtenidas de estudios realizados en otros estudios, con la adición de 03 fibras sintéticas crudas, se utilizaron como diseños finales para hormigones con compuestos de fibras sintéticas brutas con volúmenes de hormigón de 3,5 y 7 kg/m³.

Las pruebas para determinar la durabilidad se realizan utilizando un absorbedor energético. A efectos de valorar la resistencia se ejecuta en relación del area baja de la curva: la tenacidad media es de 22 J para hormigón estándar y de 391 J para hormigón de fibra larga (3 kg/m³). Para hormigón de fibra larga (5 kg/m³) la

tenacidad es de 792 J y para hormigón de fibra larga (7 kg/m³) la resistencia es de 890 J. El valor de la fuerza corresponde a la carga más alta. En concreto estándar, se prefiere una capacidad máxima de poscarga que decrece rápidamente. Al comparar estos valores, es evidente el aumento de la resistencia de las fibras crudas sintéticas. En comparación con las dosis de 3, 5 y 7 kg/m³, también se puede estimar un aumento de la resistencia con el aumento del contenido de fibra.

Por consiguiente, a mayor absorción de energía como resultado será más consistente el hormigón a efectos de la flexión.

A Nivel Local

Cotrina Garay, Nina Lidsayda (2016), Su trabajo de investigación "Mejoramiento de la ductilidad de vigas rectangulares usando hormigón armado con fibra de acero" en la Universidad Hermilio Valdizan concluyó lo siguiente:

A través de la investigación, pudimos concluir que los refuerzos en el concreto, ahora los filamentos de acero se utilizan como refuerzos y mejoran la ductilidad de los tirantes de concreto armado para efectos de prueba.

- Ductilidad de Viga (V-1) con armadura convencional (0% de Filamento de acero) es 3.455.
- La ductilidad de la Viga reforzada con 1% de Filamento de acero (V-2) es de 3.818
- La ductilidad de la Viga reforzada con 2% de Filamento de acero (V-3) es de 3.833.
- La añadidura de fibras cambia la formación, propagación y tamaño de las grietas. Los resultados experimentales muestran que el ancho de fisura se reduce para vigas reforzadas con fibra de acero.
- La viga (V-1) El ancho máximo de fisura para las barras de refuerzo convencionales es de 4 mm.

- La viga (V-2) Con refuerzo de fibra de acero al 1%, el ancho máximo de fisura es de 3,2 mm.

Evaristo Yrigoin, Paol Alexander (2018), en su tesis: "CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS METÁLICAS Y FIBRAS SINTÉTICAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA HUÁNUCO", la investigación tuvo como objetivo verificar la resistencia a la compresión de bloques de concreto mediante la añadidura de fibras metálicas y sintéticas a los agregados en la cantera Andabamba-Huánuco. El diseño del estudio fue experimental, con probetas de hormigón con fibras metálicas y sintéticas ensayadas bajo carga axial para tener en cuenta la resistencia. Resultados: Determinación del tamaño de partícula de agregados gruesos y finos en la cantera de Andabamba, realizada según especificaciones NTP la mezcla de filamento de acero y fibras sintéticas afecta las propiedades del hormigón en estado fresco, destacando una reducción muy importante de la trabajabilidad, asentándose en cada caso, la mezcla se redujo de 3 ¼" a 3" y se obtuvieron mejores resultados cuando el concreto tipo se reforzó con filamento de acero durante 28 días f'c, con un aproximado de 271 kg/cm²; en cuanto a la resistencia, se incrementó la flexión con acero aumentó con un aumento en la fibra. De esto se concluyó que la añadidura de filamento de acero fue un factor relevante en el incremento de la resistencia a la flexión del hormigón.

Franklin Alvarado Osorio y Steven Samir Meza Beraún (2020), en su tesis: "ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AL AÑADIR MACROFILAMENTO DE POLIPROPILENO CON AGREGADOS DE LA CANTERA SAN MIGUEL DE HUÁCAR FRENTE A LA CANTERA DE AGREGADOS FIGUEROA HUÁNUCO - 2019", en esta tesis, se analizó y comparó objetivamente la resistencia mecánica del concreto, f'c = 210 kg/cm², utilizando agregado de cantera San Miguel de Huácar y agregado de cantera Figueroa fueron 2.2%, 2.2%, 2.6%, 3% y 3.4% filamento de polipropileno como refuerzo de hormigón. Para ello se tomaron

muestras de concreto a base de cemento Portland tipo I de la marca Andino, agregado grueso y piedra triturada de cantera Figueroa y concreto de cantera San Miguel de Huáscar, para lo cual se utilizaron los siguientes criterios: ASTM C33/NTP 400.037, Para probar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados; ACI 211 en el diseño de mezclas; ASTM C 192/NTP.339. 183, para hacer y curar especímenes de hormigón. En base a estos resultados, se extrajeron las siguientes conclusiones, las cuales se destacan a continuación: En el Grupo 1, el mayor aumento en la resistencia a la compresión con la adición de un 3 % de filamento de polipropileno fue un aumento del 13,892 % en relación con el hormigón sin filamento de polipropileno. En el grupo 2, el concreto con Hormigón como agregado, con la añadidura de fibras, la resistencia a la compresión no aumentó y los resultados fueron inestables. Además, tiene un comportamiento imprevisible y, por lo tanto, es un ejemplo de resultados imprevisible. En el grupo 1, se encontró que la resistencia a la flexión aumentaba a medida que se añadía el porcentaje de polipropileno. Se evidencia el comportamiento lineal con pendiente positiva. Por lo tanto, se dedujo que debe haber un porcentaje óptimo para valores más altos de adición de fibra de polipropileno.

2.2 BASES TEORICAS

2.2.1 Concreto reforzado con fibras

Según **Vidaud, Frómeta, & Vidaud (2015)** A diferencia del concreto ordinario, el concreto reforzado con fibra no solo es resistente a los esfuerzos de compresión, sino también de tracción, flexión y cizallamiento. Estas fibras se distribuyen uniformemente en la mezcla de concreto, creando una microarmadura que controla y reduce la creación de grietas. Además, proporcionan un refuerzo más isotrópico, es decir, las fibras actúan en todas las direcciones (refuerzo tridimensional), a diferencia del hormigón armado tradicional, donde el refuerzo solo actúa en una o dos direcciones. Finalmente, las fibras imparten ductilidad al hormigón, y la ductilidad

aumenta con la resistencia y el número de fibras, aumentando así la tenacidad del hormigón.

Según **ACI Committee 544 (2002)** El hormigón reforzado con fibra (FRC) esta principalmente hecho de cemento hidráulico, agregado de fibra de refuerzo selectivas y discontinuas. Las fibras adecuadas para el hormigón son fabricados de acero, vidrio y polímeros orgánicos (fibras sintéticas)".

Tipos de fibras

a. Según Sika Perú (2011), las fibras más empleadas en el hormigón se clasifican generalmente según el tipo de material y la función de las fibras utilizadas:

b. Material:

- Fibras metálicas

Son perfiles metálicos discretos fabricados en acero, principalmente de bajo contenido en carbono, alargados, con una relación longitud/diámetro de 20 a 100.

- Fibras sintéticas:

Las fibras sintéticas son artificiales y están hechas de acrílico, aramida, carbono, nailon, polipropileno, poliéster y polietileno.

- Fibras de vidrio

La fibra de vidrio son parte discreta del cemento Portland altamente resistente a los álcalis.

- Fibras naturales

Las fibras naturales son piezas discretas de yute, coco, caña de azúcar, madera, yute, bambú, etc., tienen un diámetro entre 0,5 y 0,2 mm.

c. Por funcionalidad:

- Microfibras

Las microfibras controlan principalmente el fenómeno de fisuración del hormigón en estado fresco, y la cantidad de microfibras varía del 0,03 % al 0,15 % del volumen de concreto. En este grupo destaca el uso de filamento de polipropileno, con dosis de peso que van desde 0,3 a 1,2 kg/m³ de concreto, diámetros entre 0,023 mm y 0,050 mm, pudiendo fabricarse según varios tipos de fabricación, monofilamento o Fibrosis en bruto.

- Macrofibras

Las fibras grandes controlan mejor la fisuración en estado endurecido, y si se produce fisuración, son las encargadas de minimizar su anchura, permitiendo un buen comportamiento de la fisuración y de la estructura afectada. La cantidad varía entre 0,2% y 0,8% del volumen de hormigón. Dentro de este grupo, las fibras crudas más comunes son las fibras sintéticas y las fibras metálicas, que cambian en diámetro de 0,05 mm a 2,00 mm y esbeltez (L/d) de 20 a 100. En concreto, los filamentos de acero requieren una dosis de peso entre 20 y 2,00 mm. Fibras sintéticas (polipropileno) a 50 kg/m³ y de 2 a 9 kg/m³.

En la Tabla N° 2 se observa un resumen de las diferencias entre el grupo de macrofibras y microfibras:

Tabla 2 Características de macrofibras y microfibras

Tipo	Material	Dosificación	Diámetro	Función
Macrofibra	Fibras metálicas, sintéticas, o naturales (coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc).	Entre 0.2% a 0.8% del volumen del concreto	Entre 0.05 mm y 2.00 mm. Relación de aspecto (Longitud / Diámetro) de entre 20 y 100.	* Evitar la fisuración del concreto en estado endurecido. * Reducir la abertura de la fisura. * Garantizar el adecuado desempeño del elemento fisurado.
Microfibra	Las más frecuentes son las fibras de polipropileno; aunque también las hay de aramida, acrílicas, nylon, carbón.	Entre 0.03% a 0.15% del volumen del concreto	Entre 0.023 mm y 0.05 mm, pueden ser monofilamento o fibriladas. Las macrofibras al tener diámetros tan pequeños se califican con el parámetro de Denier (*).	* Evitar la fisuración del concreto en estado fresco (ej. Contracción plástica)

(*) Denier es la unidad de medida del sistema anglosajón utilizada para medir la masa lineal de una fibra; se define como el peso en gramos de 9000 metros de una sola fibra. En general, se considera como microfibra, si tiene 1 Denier o menos.

Fuente: Vidaud, Frómata, & Vidaud (2015).

2.2.2 Fibra de Acero

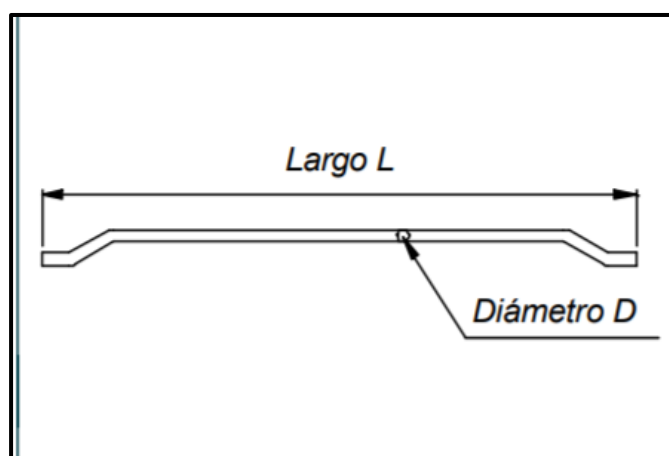
Según SALCEDO (2012), son aquellos elementos que se agregan al hormigón para soportarlo con diferentes propiedades específicas y características esenciales de la mezcla de hormigón recomendada. Cuando estas fibras se combinan durante la preparación del hormigón (para fortalecer el concreto), se pueden lograr propiedades mecánicas más altas, como tracción por flexión, resistencia al impacto, durabilidad, ductilidad, tenacidad y reducción de grietas.

Según SILVA (2016), son pequeñas láminas de acero discretas que varían en relación de aspecto o esbeltez (relación de longitud a diámetro) entre 20 y 100 y tienen muchas secciones transversales. Los extremos de algún filamento de acero tienen forma para aumentar la resistencia a la tracción de la matriz cementosa. Tienen un módulo de elasticidad relativamente alto y su adhesión o unión a la matriz cementosa puede incrementarse mediante anclaje mecánico o rugosidad de la superficie. Los filamentos de acero se utilizan principalmente para el revestimiento de aceras y pistas de aeropuertos. También se utilizan en cubiertas de puentes, pisos industriales y pavimentos de carreteras.

Según SALAZAR (2010), Las fibras metálicas son aquellos elementos de acero de cortas secciones y dimensiones, que se mezclan con el concreto en la fase de fabricación para conseguir una mezcla homogénea. Las fibras metálicas muestran una resistencia a la tracción mucho mayor que el hormigón, tienen una adherencia igual o mayor que la resistencia a la tracción de la matriz y, en última instancia, tienen propiedades tales como una mayor elasticidad que el hormigón.

Según MACCAFERRI (2004), El filamento de acero Wirand FF1 para refuerzo de hormigón son hechas de acero de bajo contenido de carbono, trefilado a frío. Cuando se añaden al hormigón, los filamentos de acero actúan como una armadura tridimensional, redistribuyendo los esfuerzos que se ejercen sobre el elemento estructural, aumentando su resistencia.

Figura 1 Esquema de la fibra de acero



Fuente: Maccaferri

Dimensiones:

- Diámetro: 100 mm.
- Largo L: 50 mm.
- Relación de Esbeltez $L/D: 50/1.00=20$.

Características Mecánicas del Alambre

- R_m (Esfuerzo de Ruptura por tracción al Alambre): >1100 MPa (Según ACI 544.3R-08)
- A_l (Elongación a la Ruptura) $< 4\%$.

Según **Robayo, et al (2013)**, En lugar de cemento, utilizó porcentajes bajos (0,3%, 0,5% y 0,7%) de filamento de acero y un 20% de ceniza de cascarilla de arroz (CCA). Este estudio muestra que CCA puede reducir el consumo de cemento hasta en un 20%, lo que resulta en una resistencia similar a la edad de curado. También destaca el incremento de la resistencia a la tracción, la tenacidad a la flexión y el módulo elástico debido al porcentaje de fibras utilizadas en la mezcla. En la investigación de Castañeda et al., (2000), se realizaron cinco mezclas de concreto, cambiando únicamente el contenido de fibra y la medida de agua reductora, manteniendo constante la relación agua/cemento. Una mezcla (Mezcla A) no contenía fibras, mientras que las otras cuatro (Mezclas B, C, D, E) tenían contenidos de fibra que oscilaban entre 15 y 60 kg/m³ de hormigón (aproximadamente 0,2 a 0,8 % de filamento de acero por volumen).

Con la realización de los parámetros anteriores, la tensión de compresión del concreto con fibra de acero se elevaría en un 24% (Castañeda et al., 2000), y su elasticidad se incrementa en un factor de 2 a 3 en comparación con el concreto simple. Los estudios mencionados anteriormente (Robayo et al., 2013; Castañeda et al., 2000) encontraron que al menor contenido de fibra mejoraba significativamente el desempeño de la mezcla en términos de resistencia a la compresión, tracción y elasticidad. En el trabajo actual se estima que 12% y 14% se utilizan para estudiar las propiedades del concreto reforzado con fibra de acero e investigar si se mejora la resistencia a la compresión del hormigón. Para ayudar a encontrar la cantidad exacta requerida para una buena composición de hormigón armado con filamento de acero.

2.2.3 Macrofibra de polipropileno

La fibra de polipropileno es un aditivo de refuerzo añadido al hormigón que puede mejorar la calidad de diferentes estructuras ya que puede penetrar el agua, el principal enemigo del hormigón, para que no lo dañe y sufra grietas. Grietas y fracturas en grandes edificios.

Donde los elementos de hormigón requieran protección adicional contra la formación de hongos, microorganismos y bacterias, por ejemplo, hospitales, fábricas de alimentos, laboratorios, tanques de agua potable, plantas de tratamiento de aguas residuales, granjas, comedores y cocinas. Los filamentos de polipropileno en forma de multifilamentos están diseñados para proteger el hormigón de ataque microbiano.

Ventajas de la fibra de polipropileno en el concreto

- Elimina completamente las grietas.
- Preservar la cabilla.
- Permite una configuración más uniforme.
- Económica.
- Mayor resistencia a la flexión y compresión.
- No requiere poscurado.
- Mejora la calidad y durabilidad del hormigón.
- Mejor aglutinación en la mezcla.

Propiedades de la fibra de polipropileno

- Absorción de agua a 20° c: ninguna.
- Conductividad técnica y eléctrica: Baja.
- Resistencia a las sales y ácidos: Alta.
- Resistencia a bases oxidantes y microorganismo: Alta.
- Resistencia a la abrasión: Buena.

Así como SILVA (2016) define el filamento de acero, pues también menciona las fibras sintéticas en su blog, dice que estas son fibras artificiales, resultados de I+D (investigación y desarrollo) en las industrias petroquímica y textil. Los tipos de fibras que se utilizan en el hormigón son: acrílico, aramida, fibra de carbono, nailon, poliéster, polietileno y polipropileno.

Según **Milind, V. (2015)**, en su investigación "Performance of Polipropileno Fibre Reinforced Concrete." Publicado en la India en "IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)", se investigó y dedujo el efecto de la añadidura de filamento de polipropileno sobre la resistencia del hormigón.

El filamento de polipropileno (PPF) minimizan la contracción temprana y la pérdida de humedad en las mezclas de concreto, incluso con fracciones de bajo volumen de PPF. Se concluyó que el volumen con el mayor porcentaje de fibras añadidas al hormigón redujo el revenimiento y que la tasa de dosis por volumen superior al 1,0% indicó que el hormigón era significativamente más duro y más difícil de compactar, pero también minimizó el sangrado del hormigón. Concreto mixto con aislamiento. El porcentaje óptimo de fibra encontrado en el estudio fue del 0,5%, dosis que aumentó significativamente la resistencia a la tracción y la flexión.

López, J. (2015), en su trabajo: Análisis de desempeño del concreto reforzado con fibras cortas de acero y fibras crudas de polipropileno: Efectos del tipo de fibra y consumo

En cuanto a las propiedades plásticas del concreto reforzado con fibras gruesas de polipropileno, se concluyó que la trabajabilidad del concreto es proporcional al consumo de fibras (acero y polipropileno), sin embargo, al agregar fibra de acero son cortas y la trabajabilidad se reduce. En cuanto al peso volumétrico, no hubo cambio al aumentar la dosis, mientras que el contenido de aire atrapado fue proporcional al consumo de fibra. En cuanto a la prueba de potencial de grietas, los microfilamentos de polipropileno tuvieron un control eficaz de las grietas de contracción plástica.

Manzano, J. (2014), En su trabajo "Evaluación del Efecto en la Contracción del Concreto con Fibras Estructurales de Polipropileno" para optar el título profesional de Ingeniero Civil presentado a la "Pontificia Universidad Javeriana", analizó el comportamiento de los agregados de concreto con fibras y como se pueden utilizar para evitar fenómenos perjudiciales que reducen la durabilidad de los elementos de hormigón, también se explica que los fenómenos relacionados con la retracción del concreto se pueden mitigar mediante el uso de

fibras dentro de la mezcla, también se explica que los fenómenos que 34 Se investiga el comportamiento de los agregados de concreto con fibras y como se pueden utilizar para evitar fenómenos nocivos que reducen la durabilidad de los elementos de concreto, también se explica que los fenómenos relacionados con la retracción del concreto se pueden mitigar mediante el uso de fibras dentro de la mezcla.

En cuanto a las propiedades mecánicas, los filamentos de polipropileno no tienen ningún efecto beneficioso sobre las propiedades mecánicas de la mezcla en términos de compresión, mientras que su resistencia a la flexión permite que el material siga resistiendo cargas después del agrietamiento.

Tello, A. (2008), en el estudio “Uso del aditivo superplastificante Rheobuild 1000 y la fibra de polipropileno fibermesh 300 en edificios con muros de ductilidad limitada aplicada al conjunto habitacional Lomas caminos del Inca”,

El concreto libre de fibras no tiene límites y puede exceder los límites especificados. Las pruebas de fuerza compresiva mostraron que el concreto que usaba filamento de polipropileno era ligeramente más fuerte a los 7, 21 y 28 días de edad que el concreto sin fibras de la misma edad de prueba. En las pruebas de los días 7 y 28, la diferencia fue del 3,82 % y del 2,68 %, respectivamente.

2.2.4 Diseño de mezcla

Ing. David Osorio Jesús, 2013, es un procedimiento experimental. El concreto tiene muchas propiedades importantes, la mayoría de los programas de diseño se basan principalmente en resistencia a la compresión en cierta edad y la trabajabilidad adecuada en un momento dado, además, debe diseñarse para las propiedades que debe tener el hormigón cuando una estructura se pone en servicio.

Las especificaciones más comunes en el diseño son las siguientes:

- Las consideraciones estructurales requieren una resistencia a la compresión “mínima”.

- Máxima relación agua/cemento y máximo contenido de cemento, y mínimo contenido de aire incorporado para proporcionar una durabilidad adecuada bajo ciertas condiciones de exposición.
- Máximo contenido de cemento para evitar el agrietamiento del concreto en masa debido a los ciclos de temperatura.

Densidad mínima para presas de gravedad y estructuras similares. Luego, los requisitos anteriores deben cumplirse al calcular diseño y la forma de la relación de mezcla, que en realidad es la base para la selección y dosificación de componentes de la dosis mixta.

2.2.5 Pavimentos

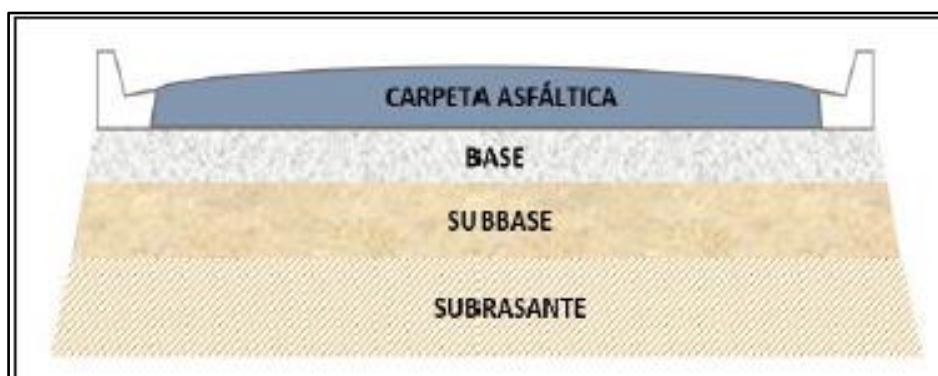
Montejo (2002), describe pavimento como una estructura que consta de capas superpuestas apoyadas sobre un suelo de cimentación o conocido como subrasante. La función de la estructura es soportar completamente los esfuerzos repetidos de generación de carga de tráfico durante su diseño.

Tipos de Pavimentos

A. Pavimentos flexibles

Montejo (2002) detalla estos pavimentos, como formado a partir de una capa de mezcla bituminosa (asfalto) que descansa sobre dos capas de material no rígido denominadas base y subbase. En algunos casos, es posible que no tenga algunas de estas capas, según las necesidades específicas del proyecto.

En pavimentos flexibles, la rigidez del proceso de desgaste es menor, por lo que la deformación es mayor y se transmite una mayor tensión a la plataforma. El proceso de desgaste no absorbe todas las cargas del vehículo, actúa más como un transmisor, distribuyendo las cargas del proceso de desgaste a un nivel aceptable para el lecho de la carretera. Estructura de pavimentos flexibles o asfálticos se puede observar en la Figura N° 2.

Figura 2 Estructura de un pavimento flexible

Fuente: Tesis, Yataco Barreda.

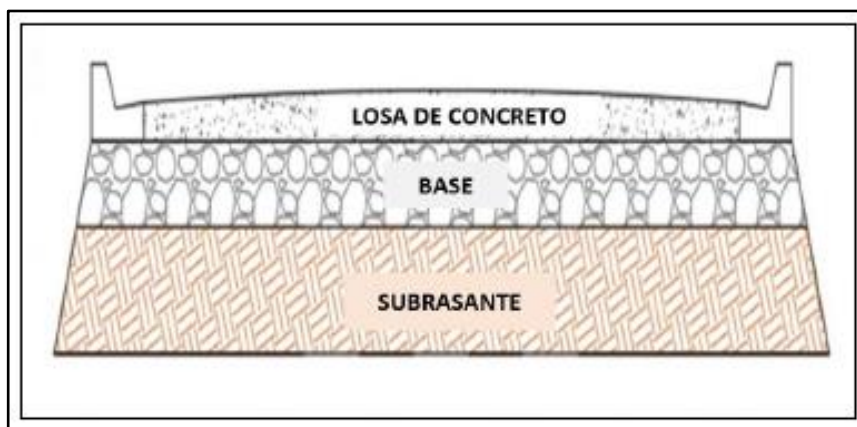
B. Pavimentos semi-rígidos

Para Montejo (2002) Estos pavimentos son similares a los pavimentos flexibles, pero la base o sub-base ha sido reforzada artificialmente con aditivos, que pueden ser: asfalto, emulsión, cemento, cal o productos químicos. Estos aditivos corrigen o modifican las propiedades mecánicas del material local utilizado para construir la cimentación y la subbase, lo cual es una solución más económica que trasladar el material apropiado desde otro lugar distante.

C. Pavimentos rígidos

Los pavimentos rígidos consisten en losas de concreto apoyadas sobre la subrasante o, en su caso, sobre una sub-base de material seleccionado (ver Figura N° 3). La losa de concreto tiene una alta rigidez y un alto módulo de elasticidad, por lo que esta capa absorbe la mayor parte de los esfuerzos generados por la carga del vehículo, además, la carga se distribuye en un área muy amplia de la superficie de la carretera, lo que resulta en muy poca tensión de subrasante. El espesor de la losa de concreto está diseñado para hacer que la estructura resista las cargas aplicadas, mientras que el espesor de los cimientos y la calzada están diseñados para evitar el asentamiento irregular de la losa de concreto.

Figura 3 Estructura de un pavimento rígido



Fuente: Tesis, Yataco Barreda.

D. Pavimentos articulados

El proceso de desgaste de estos pavimentos consiste en bloques de hormigón prefabricado de igual espesor llamados adoquines. Los adoquines se colocan sobre una capa de arena, que descansa sobre la subrasante, si la subrasante no tiene la capacidad suficiente para resistir la magnitud de la carga y su frecuencia, es necesario colocar una base previa de partículas.

Factores que influyen en la performance de los pavimentos

De la Cruz y Quispe (2014) describen los factores que afectan el desempeño del pavimento, tales como:

- a. Tráfico: Los factores que influyen son la carga total y la presión de los neumáticos, las propiedades y materiales del pavimento, la repetición de la carga, el radio de influencia de la carga, la velocidad de diseño, el tipo de eje y la configuración de los neumáticos.
- b. Clima: factores que influyen son las lluvias (que producen Aquaplaning), las heladas, la contracción y expansión de la temperatura, los efectos de congelación y descongelación del gradiente de temperatura y el cambio climático húmedo y seco.

c. Geometría de ingeniería (diseño de carreteras): los factores que contribuyen incluyen la distribución del tráfico vial, la ubicación estructural, las secciones de excavación y relleno, la profundidad del nivel freático, los deslizamientos de tierra y otros problemas relacionados.

d. Construcción y mantenimiento: Los factores que influyen son una compactación insuficiente del suelo de cimentación, una mala instalación de juntas, una mala colocación de rieles de guía horizontales (reglas metálicas), escarificar y la eliminar el exceso de material, así como dividir el agregado para mayor durabilidad.

Requisitos técnicos para la construcción de pavimentos

Para la construcción de un determinado tipo de pavimento, se deben considerar los requisitos prescritos en la Norma C.E.0.10: Pavimentos Urbanos. El objetivo de esta norma es implementar la seguridad pública y técnica de la estructura y establecer los parámetros de buen diseño. En el caso del pavimento, determina parámetros de resistencia del hormigón, resistencia del suelo, entre otros. (ver Tabla N° 3). El cumplimiento de estos parámetros asegura que la estructura del pavimento tenga propiedades mecánicas adecuadas y minimiza posibles fallas del pavimento.

Tabla 3 Especificaciones técnicas de pavimentos

ELEMENTO	TIPO DE PAVIMENTO		
	FLEXIBLE	RÍGIDO	ADOQUINES
Sub-rasante	93% de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar		
Sub-base	Espesor compactado ≥ 250 mm - Vías locales y colectoras ≥ 300 mm - Vías arteriales y expresas		
Base	CBR ≥ 40% 100% Compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 30% 100% compactación Proctor Modificado	CBR ≥ 80% 100% Compactación Proctor Modificado
Imprimación/capa de apoyo	Penetración de la Imprimación ≥ 5 mm	N.A.*	Capa de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40 mm
Esesor de la capa de rodadura	Vías locales ≥ 50 mm Vías colectoras ≥ 60 mm Vías arteriales ≥ 70 mm Vías expresas ≥ 80 mm	≥ 150 mm	≥ 60 mm ≥ 80 mm N.R.* N.R.*
Material	Vías locales Vías colectoras Vías arteriales Vías expresas	Concreto asfáltico*** (34 Kg/cm ³)	M.R. ≥ 3.4 Mpa (380 Kg/cm ²) f _c ≥ 38 Mpa (380 Kg/cm ²)

Notas: *N.A.: No aplicable, **N.R.: No Recomendable, *** El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

Fuente: SENCICO, (2010).

2.2.6 Pavimento Rígido

AASHTO, 1993: Guide for Design of Pavements Structures

Pavimentos Rígidos, consisten generalmente de una carretera preparada bajo una capa de sub-base y una losa de pavimentos.

La Sub-base puede estar estabilizada o no estabilizada En casos de diseño de carreteras de bajo volumen donde el tráfico de camiones es bajo, puede que no sea necesaria una capa de sub-base entre la plataforma preparada y la losa pavimentada.

Establece que un pavimento rígido es una estructura plana (losa) separada (o no) por juntas con funciones de resistencia y durabilidad.

Tipos de pavimentos rígidos

a. Pavimentos de concreto hidráulico simple

Según Becerra (2012), este tipo de pavimento rígido no contiene refuerzo en la losa de concreto y requiere juntas longitudinales y transversales con un espaciamiento recomendado entre 3.50 y 6.00 m para controlar el agrietamiento, estas juntas pueden tener transferencia de carga. Los elementos, son de acero formadas por pequeñas piezas llamadas pasadores o dowels.

b. Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo de acero

El proceso de desgaste de este tipo de pavimentos se refuerza con mallas de acero y costuras para asegurar la transferencia de carga entre las placas (pasadores). La malla permite una mayor separación entre las juntas transversales y también tiene la función de controlar la formación de grietas dentro de los paneles.

c. Pavimentos de concreto hidráulico con refuerzo continuo

La losa de hormigón de este pavimento rígido tiene armadura continua longitudinalmente y está diseñada para no requerir el uso de juntas de contracción, las grietas transversales son comunes a intervalos cortos, pero son controladas y mantenidas juntas por el refuerzo.

d. Pavimentos de concreto hidráulico reforzado con fibras

Las losas de hormigón de este pavimento están reforzadas con fibras que se incorporan a la mezcla de hormigón, que pueden ser de diferentes tipos, como metálicas o sintéticas. Las fibras pueden mejorar las propiedades mecánicas del concreto y control de la formación de grietas en el pavimento.

2.2.7 Materiales del pavimento rígido

a. Concreto

De acuerdo con Sánchez (2001), el concreto es una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos opcionales en proporciones apropiadas que exhibe un comportamiento plástico y moldeable antes del fraguado, exhibe una consistencia rígida al fraguado y tiene propiedades de aislamiento y resistencia a la corrosión. Trabajo duro, ideal para la construcción.

b. Componentes del concreto

- **Cemento**

El cemento Portland hidráulico es un material de piedra caliza en polvo que es cohesivo y adhesivas, lo que permite que los agregados se unan para formar concreto. Además, el cemento se llama hidráulico porque fragua y se endurece a través de una reacción química con el agua.

El cemento portland se clasifica en 05 tipos:

- Tipo I: Cemento de uso habitual en obra civil que no requiere propiedades especiales.
- Tipo II: Cemento con moderado calor de hidratación y moderada resistencia a la acción de los sulfatos.
- Tipo III: Cemento de alta resistencia inicial para estructuras que requieran una rápida puesta en marcha.
- Tipo IV: Cemento de bajo calor de hidratación, utilizado para la fabricación de hormigón macizo.

- Tipo V: Cemento de alta resistencia al ataque de los sulfatos.

Cada tipo de cemento Portland especificado deberá cumplir con los requisitos físicos y químicos especificados en la Norma Técnica Peruana NTP 334.009: Requisitos para el Cemento Portland.

- **Agregados**

De acuerdo con Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi (2004), los agregados o áridos utilizados en la producción de concreto son arena y grava, los cuales son derivados de rocas erosionadas por sustancias naturales o por trituración mecánica y tamizado de rocas. Los agregados constituyen del 60 % al 75 % del volumen de concreto, Por tanto, tienen una gran influencia en las propiedades mecánicas del concreto fresco y endurecido, la cantidad de mezcla y la economía del concreto.

Los agregados o áridos se clasifican en:

- Agregado fino

Según Sánchez (2001), los agregados finos como la arena provienen de la desintegración natural o artificial de las rocas, las cuales pasan por el tamiz No. 4 o 4.76 mm y permanecen en el tamiz No. 200 o 74 μm .

- Agregado grueso

Los agregados gruesos como la grava y piedra chancada o triturada provienen de la desintegración natural o artificial de la roca y se consideran material retenido en un tamiz N° 4 o 4.76 mm.

Las propiedades físicas de los agregados son:

- Granulometría

La granulometría es la distribución de los tamaños o diámetros de partículas de agregados. Esto se determinó mediante el análisis del tamaño de partículas, que implicó dividir una muestra de agregados en

fracciones de igual tamaño utilizando una serie de tamices con aberturas cuadradas estandarizadas a través de las cuales se pasaban los agregados.

Los agregados deben estar dentro del rango de granulaci3n especificado en la Norma T3cnica Peruana NTP 400.037: Agregados - Especificaciones Normalizadas para Agregados para Concreto (ver la Tabla N3 4 y Tabla N3 5).

Tabla 4 *Granulometr3a del agregado fino*

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8 pulg)	100
4.75 mm (No. 4)	95 a 100
2.36 mm (No. 8)	80 a 100
1.18 mm (No. 16)	50 a 85
600 μm (No. 30)	25 a 60
300 μm (No. 50)	05 a 30
150 μm (No. 100)	0 a 10

Fuente: INDECOPI, (2014).

Tabla 5 *Granulometr3a del agregado grueso*

TMN (mm)	PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	300 μm (No. 50)
90 a 37.5	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
63 a 37.5		100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
50 a 25			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50 a 4.75			100	95 a 100	35 a 70		10 a 30		0 a 5				
37.5 a 19				100	90 a 100	20 a 55	0 a 5		0 a 5				
37.5 a 4.75				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
25 a 12.5					100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
25 a 9.5					100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
25 a 4.75					100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
19 a 9.5						100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
19 a 4.75						100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
12.5 a 4.75							100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
9.5 a 2.36								100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
12.5 a 9.5									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
4.75 a 1.18											100	85 a 100	10 a 40

Fuente: INDECOPI, (2014).

- Curva granulométrica

Según Sánchez (2001), una curva de tamaño de partícula es una representación gráfica de los resultados del análisis de tamaño de partícula. En esta figura, el eje vertical con escala aritmética representa el porcentaje acumulado que pasa por el tamiz, el eje horizontal con escala logarítmica representa la apertura del tamiz.

- Tamaño máximo (TM)

El tamaño máximo es el tamaño más grande del agregado grueso en el bloque. Se determina como la apertura de la criba más pequeña que permitirá el paso del 100% del material.

- Tamaño máximo nominal (TMN)

El tamaño máximo nominal es más útil porque representa el tamaño promedio de las partículas más grandes dentro de la masa del agregado grueso. Determinado como la apertura del tamiz directamente encima del tamiz cuyo porcentaje de retención acumulada es del 15% o más del material.

- Módulo de finura

El módulo de finura se obtiene sumando los porcentajes acumulados en los tamices estándar divididos por 100. Es un factor empírico que evalúa los grados de finura del agregado fino o arena.

- Densidad

$$MF = \frac{\sum \%Acumulados\ retenidos\ (1\frac{1}{2}^{\circ}, \frac{3}{4}^{\circ}, \frac{3}{8}^{\circ}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

La densidad es la relación peso-volumen de la masa y se debe tener especial cuidado al calcular la densidad de los agregados del concreto ya que estos se verán afectados por su permeabilidad interna, los vacíos entre las partículas y el porcentaje de agua.

– **Peso unitario**

También se le conoce como peso volumétrico de un agregado y se define como el peso suelto o compactado para alcanzar una determinada unidad de volumen, propiedad medida en Kg/m³ del material.

Determina el peso unitario del agregado, ya sea compacto o suelto, de acuerdo a lo establecido en la norma técnica peruana NTP 400.017.

– **Porcentaje de absorción**

Es la capacidad de absorción de las partículas de árido, que se calcula como la diferencia de peso entre el peso de saturación de la superficie y el peso seco. Se expresa como porcentaje del peso seco del agregado.

$$\% \text{ Absorción} = \frac{\text{Peso saturado sup. seco} - \text{Peso seco}}{\text{Peso seco}} \times 100$$

- **Agua**

Según Sánchez (2001), el agua en la mezcla hidrata las partículas de cemento y forma una matriz que se une al agregado circundante. Además, el agua asegura que la mezcla tenga suficiente trabajabilidad.

Debido a la importancia del agua en las mezclas de concreto, es necesario tener en cuenta los límites permisibles de componentes nocivos en el agua especificados en la norma técnica peruana NTP 339.088: Agua de amasado utilizada en la producción de concreto.

- **Aditivos**

Según Sánchez (2001), los aditivos se han utilizado para mejorar ciertas propiedades del hormigón desde mediados del siglo XX, se han utilizado aditivos para mejorar ciertas propiedades del concreto. Estos

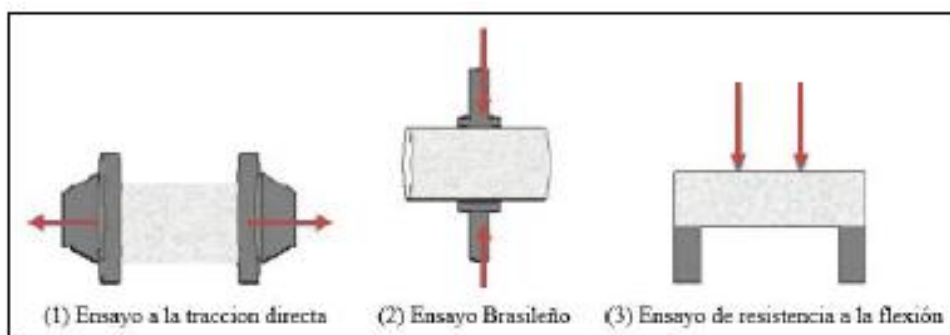
aditivos se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante el amasado, lo que permite retrasar y acelerar el fraguado del hormigón, las propiedades plastificantes del hormigón, etc.

2.2.8 Resistencia a la flexión del Concreto

Asociación Nacional de Concreto Premezclado, la resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la rotura por momento de una viga o losa de hormigón no reforzado. Se mide aplicando una carga viva de concreto de una sección transversal de 6 x 6 pulgadas (150 mm x 150 mm) y una luz de al menos tres veces el espesor.

Según Saludes, Aguado, & Molins (2006), el ensayo de tracción uniaxial o de tracción directa se considera el método más directo para determinar las propiedades de fractura de los materiales frágiles, pero debido a sus desventajas, como la dificultad en la estabilidad. Por lo tanto, se ha propuesto un método alternativo, el ensayo indirecto. (de los cuales existe el ensayo brasileño) y ensayos de resistencia a la flexión (ver Figura N° 04).

Figura 4 *Ensayos a tracción directa, indirecta y a flexión del concreto hidráulico*



Fuente: García, (2012)

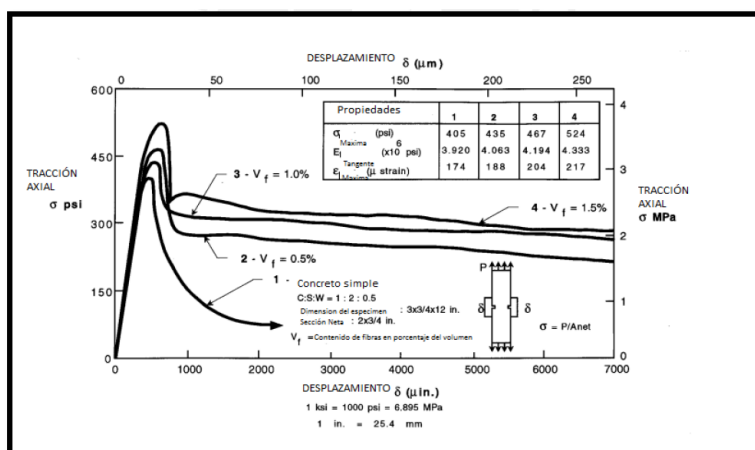
National Ready Mixed Concrete Association (s.f.) definir la resistencia a la flexión como una medida de la resistencia a la tracción del concreto, definida como una medida del momento de falla de una viga o losa de hormigón, expresada como el módulo de rotura (MR) en MPa o Kg/cm². La resistencia a la flexión se

obtiene aplicando una carga a una viga de hormigón con una sección transversal de 150 x 150 mm y una longitud de al menos tres veces su espesor.

SENCICO (2010) confirma que la resistencia mínima a flexión o módulo de ruptura del concreto de pavimento urbano rígido en el Perú es de 34 Kg/cm² o 3.4 Mpa. Además, menciona que para determinar el espesor de la losa se debe utilizar el módulo de ruptura promedio a los 28 días.

El módulo de ruptura en el diseño de pavimento rígido es un factor importante para determinar el espesor del panel de pavimento rígido y también controla el agrietamiento del pavimento causado por cargas excesivas repetitivas de vehículos o sobrecargas imprevistas.

Figura 5 Grafica Carga-deformación de elementos sometidos a tracción.



Fuente: Manual Técnico, Maccaferri 2009

2.2.9 Ensayos de resistencia a la flexión del concreto

El ensayo de resistencia a la flexión es el método más común para evaluar el hormigón reforzado con fibra (FRC). Según Aire, Aguado & Molins (2013), para estas pruebas se usan comúnmente en vigas y paneles con secciones transversales cuadradas o circulares y pueden determinar la resistencia inicial al agrietamiento, la resistencia a la tracción por flexión y la resistencia a la tracción por flexión residual. Además, la prueba de resistencia a la flexión es más simple y más confiable que la prueba de tracción directa.

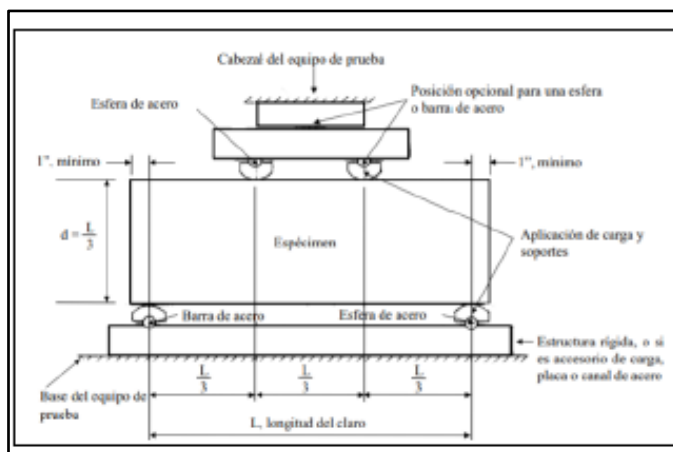
a. Ensayo a flexión con carga a los tercios de la viga

Los ensayos de flexión cargados en un tercio de la viga se rigen por la norma ASTM C78 y la norma técnica peruana NTP 339.078, Según INDECOPI (2012)

Este método de prueba implica aplicar una carga de un tercio de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de ruptura se calculará en función de la ubicación de la falla.

El esquema de ensayo de flexión cargado en un tercio de la viga se puede apreciar en la Figura N° 06:

Figura 6 Esquema del ensayo a flexión con cargas a los tercios de la viga



Fuente: Aire, Aguado & Molins, (2013).

Para el cálculo del módulo de rotura, INDECOPI (2012) establece:

- Si la falla se produce dentro del tercio medio del vano, el módulo de rotura se calculará mediante la siguiente fórmula:

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

- Si la falla se produce fuera del tercio medio y no supera el 5% de la luz libre desde el tercio medio, el módulo de rotura se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

- Si el fallo se produce fuera del tercio medio y la distancia al tercio medio es superior al 5% del vano libre, se deniega el ensayo.

En donde:

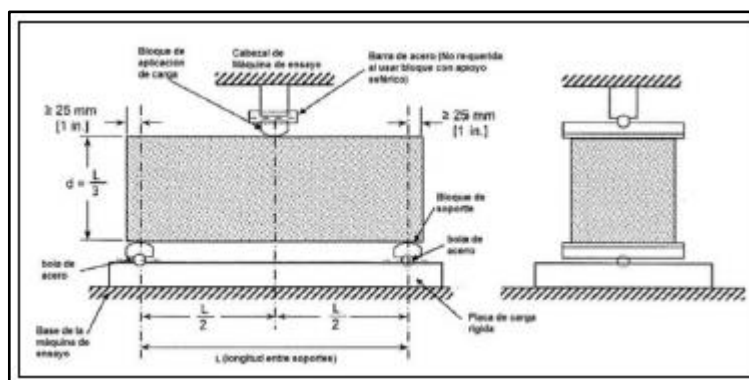
- ✓ Mr: Módulo de rotura, en MPa.
- ✓ P: Carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.
- ✓ L: Luz libre entre apoyos, en mm.
- ✓ a: Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga, en mm.
- ✓ B: Ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.
- ✓ H: Altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

b. Ensayo a flexión con carga central en la viga

ensayo de flexión por carga en el centro de la viga está especificado por la norma ASTM C293 y la norma técnica peruana NTP 339.079.

Según Carrillo & Rojas (2017), el método de prueba se determina aplicando una carga en el centro de la sección de la viga hasta que ocurra la falla (ver Figura N° 07).

Figura 7 Esquema del ensayo a flexión con carga central en la viga



Fuente: Carrillo & Rojas, (2017)

Para el cálculo del módulo de rotura, se determinará mediante la siguiente fórmula:

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

En donde:

- ✓ Mr: Módulo de rotura, en MPa o kg/cm²
- ✓ P: Carga máxima aplicada, en N o Kg-f
- ✓ L: Longitud entre apoyos, mm o cm
- ✓ b: Ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm o cm
- ✓ h: Altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm o cm.

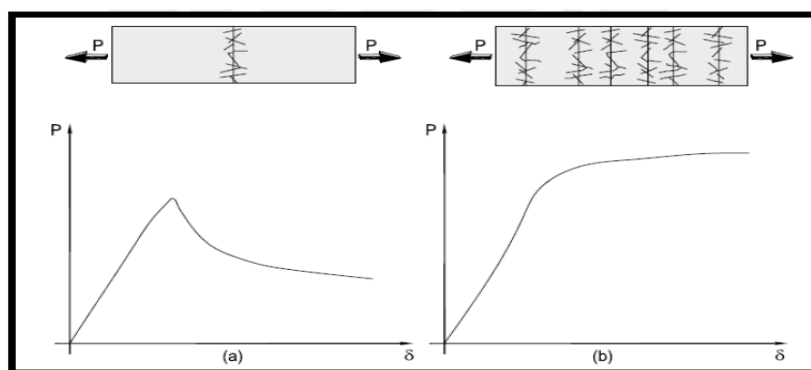
el módulo de ruptura calculado a partir de la prueba de la viga cargada en el punto medio es ligeramente superior al determinado por la prueba de la viga cargada en el tercer punto, alrededor del 15 %. La prueba de viga cargada en el centro está forzada a provocar fallas cerca del punto de carga, mientras que la prueba de viga cargada en el tercer punto puede aparecer libremente en cualquier lugar del tercio central de la muestra.

Asimismo, se mencionan algunas desventajas de ambas pruebas, como que la viga es muy pesada y puede dañarse durante la manipulación y el envío. Además, la viga debe curarse y probarse en húmedo como se especifica, ya que la resistencia disminuirá si la viga se seca. Estos requisitos son difíciles de cumplir en el sitio de trabajo, por lo que son comunes los resultados de módulo de ruptura bajos y poco confiables.

2.2.10 Resistencia a la Tracción

Manual Técnico Macaferri, En tracción directa, la mejora de la resistencia es significativa, con aumento del orden del 30% al 40% reportados por la disminución del 1,5 por ciento en el volumen de fibras del hormigón. La Figura muestra el comportamiento del hormigón a tensión directa según a la distribución de fibras

Figura 8 Curva Fuerza-Deformación para diferente tipo de conglomerado de fibras



Fuente: Manual Técnico, Maccaferri

2.3 BASES CONCEPTUALES

2.3.1 Concreto

Elemento deformable, formado por cemento, grava, arena y agua, en estado plástico en forma de recipiente, el cemento y el agua reaccionan químicamente para solidificar la mezcla y convertirse en un elemento rígido utilizado como material de construcción y para soportar grandes cargas de compresión. A menudo se utiliza hormigón con refuerzo de acero en el interior del elemento para darle resistencia a la tracción, esto se denomina hormigón armado.

2.3.2 Cemento

El cemento es un polvo fino hecho de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro calcinado a 1450°C. El producto del proceso de calcinación es el clinker (el componente principal del cemento), que se muele finamente junto con yeso y otros aditivos químicos para producir cemento.

2.3.3 Ductilidad

La ductilidad es la propiedad de algunos materiales, como las aleaciones metálicas o los materiales bituminosos, que se deforman plásticamente bajo la fuerza de manera sostenible sin romperse, permitiendo obtener alambres o alambres a partir de dichos materiales.

2.3.4 F'c

F'c (Resistencia a compresión de diseño del calculador y determinada con probetas de tamaño normalizado, expresada en MPa, si no se especifica su edad se adopta a los 28 días. F'cr = Resistencia media a compresión del hormigón requerida para la dosificación de las mezclas, en MPa.)

2.3.5 Tenacidad

En la ciencia de los materiales, la tenacidad es la cantidad total de energía de deformación que un material puede absorber o acumular antes de fracturarse debido a la acumulación de dislocaciones en condiciones de impacto. Esto se debe principalmente al grado de cohesión entre las moléculas.

2.3.6 Agregados

La Norma Técnica Peruana para el Concreto Armado E 0.60 define el agregado de la siguiente manera:

“Agregado: Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratadas o elaboradas y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por la norma ITINTEC 400.037.” (Ministerio de Viviendo, Construcción y Saneamiento 2006:242)

2.3.7 Dosificación

dosificación se trata de determinar las proporciones adecuadas de los materiales que componen el concreto para obtener la resistencia y durabilidad deseadas, o bien para obtener el correcto acabado o adherencia. Por lo general, se expresa en gramos por metro cúbico (g/cm^3).

Tabla 6 Cantidad de material aproximada para cada resistencia.

Cantidades (cmt - ar - gr)	Resistencia			Cemento (cmt)	Arena mt3 (ar)	Grava mt3 (gr)	Agua Lts (promedio)
	kg/cm2	PSI	Mpa				
1 - 2 - 2	280	4000	27	420	0,67	0,67	190
1 - 2 - 2,5	240	3555	24	380	0,60	0,76	180
1 - 2 - 3	226	3224	22	350	0,55	0,84	170
1 - 2 - 3,5	210	3000	20	320	0,52	0,90	170
1 - 2 - 4	200	2850	19	300	0,48	0,95	158
1 - 2,5 - 4	189	2700	18	280	0,55	0,89	158
1 - 3 - 3	168	2400	16	300	0,72	0,72	158
1 - 3 - 4	159	2275	15	260	0,63	0,83	163
1 - 3 - 5	140	2000	14	230	0,55	0,92	148
1 - 3 - 6	119	1700	12	210	0,50	1,00	143
1 - 4 - 7	109	1560	11	175	0,55	0,98	133
1 - 4 - 8	99	1420	10	160	0,55	1,03	125

Tabla de dosificación de concreto - cantidades por mt3

Fuente: *Construyendo.com*

2.3.8 Acero

El acero es una aleación de hierro y carbono en un porcentaje de este último elemento variable entre el 0,08 % y el 2 % en masa de su composición.

2.3.9 Curado

El hormigón recién vertido se trata para garantizar la disponibilidad permanente de agua para que pueda tener lugar la reacción química entre el cemento y el agua.

2.3.10 Concreto reforzado con fibras (CRF):

“El concreto reforzado con fibra (FRC) elaborado por cemento hidráulico, agregados y fibras de refuerzo discontinuas. Se han producido fibras adecuadas para hormigón armado a partir de acero, vidrio y polímeros orgánicos (fibras sintéticas)” (ACI Committee 544, 2002).

2.3.11 Ductilidad:

La capacidad de un material para soportar la deformación sin romperse.

(ACI Committee 544, 2002).

2.4 BASES EPISTEMOLÓGICAS

El análisis epistemológico de este estudio consiste en distinguir las áreas de conocimiento a las que se dirige.

La ingeniería tiene varios campos del conocimiento, como las ciencias básicas, las ciencias aplicadas, las ciencias de la ingeniería y las ciencias tecnológicas aplicadas, y todas ellas se utilizan para aplicarlas en la resolución de problemas. En este punto, es necesario un razonamiento muy amplio sobre el tema que ayude a aclarar el alcance de la ingeniería.

Días (2013, p.23) argumenta “La clara diferencia entre el conocimiento científico puro y el conocimiento de la ingeniería es que el primero se usa para la explicación causal con el fin de comprender mejor el mundo, lo que resulta en información etiológica, mientras que el otro se usa para la información teleológica”. Cuando un ingeniero se plantea la definición de ingeniería, una de las primeras ideas que le surgen es la de resolver realmente un problema, para lo cual aplica una serie de conocimientos científicos fundamentales y aplicados, complementados con las herramientas que le proporciona el desarrollo tecnológico que le permite decidir sobre una solución razonable al problema. Se pone énfasis en lo que es factible y lo que es razonable, porque a diferencia de otras disciplinas, los profesionales de la ingeniería suelen partir de la premisa de que la solución que buscan no es perfecta ni única, sino que se puede lograr con los recursos que tienen, y esperando que tal la solución funcionará. está dentro de los parámetros de seguridad y durabilidad que elijas para tu caso.

Galland (2011, p.05) Señalando que “un investigador en ciencias básicas o naturales estudia temas de su interés por razones puramente cognitivas, mientras que los investigadores aplicados y los ingenieros estudian temas que pueden ser de interés social” con la esperanza de encontrar soluciones a los problemas contextualizando el problema. definido. Es decir, la obra de ingeniería es una respuesta a la realidad debido a las necesidades de la sociedad en la que se desenvuelve, por lo que la ingeniería

debe reflejar un fuerte componente social que a veces no es tan evidente en el proyecto concreto que aborda.

La ingeniería aplicada a pavimentos rígidos, en su campo de aplicación, tiene como objetivo investigar la comprensión del comportamiento de los pavimentos, ya sean reforzados o no reforzados. Este artículo se basa en comprender el comportamiento y el comportamiento de superficies de carreteras rígidas bajo solicitudes de carga de neumáticos. vehículos, para lo cual es necesario mencionar los inicios de este conocimiento científico surgido en varios países latinoamericanos y europeos. Esto requiere conocimiento científico en el campo del refuerzo, ya sea utilizando macrofibras, fibras o microfibras, para adaptar un método de diseño para pavimentos rígidos que se comporten bajo esfuerzo de flexión, de modo que se pueda utilizar este método de evaluación de la resistencia. sobre suelos rígidos. de la flexión de filamento de acero y polipropileno de fibra larga es analizar el comportamiento de pavimentos rígidos de filamento de acero y polipropileno de fibra larga, frente a diseños convencionales que pueden ser utilizados por ingenieros no especializados, quienes se apoyaron en las evaluaciones de esta tesis.

3 CAPITULO III. METODOLOGIA

Para llevar a cabo esta investigación, se creó conveniente trazar y plantear detalladamente los procesos y herramientas necesarias para su respectivo estudio y evaluación de los especímenes de concreto elegido por realizar.

3.1 ÁMBITO

El concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para un pavimento rígido con la añadidura de fibras metálicas, fibras sintéticas, fibras de vidrio y fibras naturales han mostrado mejoras en la resistencia a la flexión, menor fisuración y agrietamiento en comparación al concreto estándar, motivo por el cual muchos países están utilizando en estructuras de edificios, pavimentos, túneles, aeropuertos, etc. como componentes de diseño.

3.2 POBLACION

La población está conformada por los pavimentos rígidos $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con la adición de fibra de acero y la macrofibra de polipropileno en la ciudad de Huánuco

3.3 MUESTRA

Las muestras consisten en ochenta y cuatro (84) muestras prismáticas de 15 cm x 15 cm x 50 cm correspondientes a 07 diseños de concreto para pavimentos $f'c=280\text{kg/cm}^2$ que incluye 01 diseño tradicional , 03 diseños con la adición de fibra de acero y 03 con la adición de macrofibra de polipropileno

Tabla 7 *Tamaño de Muestra*

Resistencia a flexión				
Descripción	07 días	14 días	28 días	Número de Muestras
Diseño Pavimento rígido tradicional	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 10kg	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 20kg	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 30kg	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con macrofibras de polipropileno 4kg	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con macrofibras de polipropileno 6kg	4	4	4	12
Diseño Pavimento rígido con macrofibras de polipropileno 8kg	4	4	4	12
TOTAL	28	28	28	84

Fuente: Elaboración propia.

Hernández 2014, las muestras se dividen en dos ramas principales: muestras no probabilísticas y muestras probabilísticas.

Las muestras se determinarán por métodos no probabilísticos o direccionales, demostrando que cada muestra es igual a la muestra de la población, es decir, las características son semejantes a las de la población objetivo. este tipo de muestra, "representativa" es determinada subjetivamente por el investigador.

Selección del tamaño de Muestra.

Al seleccionar el tamaño de la muestra, se tendrá en cuenta el número de días de ensayo y el volumen mínimo de extracción de muestra recomendado por la normativa correspondiente.

3.4 NIVEL Y TIPOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Nivel de estudio

- La Investigación es Correlacional

Hernández, 2003, La Investigación correlación es un tipo de investigación cuyo propósito es evaluar la relación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables (en un contexto específico). Esta correlación se expresa en la hipótesis bajo prueba.

3.4.2 Tipos de estudio

- Es Investigación Aplicada por su propósito fundamental

Laura Gerena: Dado que el estudio aplicado implica mantener el conocimiento y ponerlo en práctica, también es necesario mantener la investigación científica para encontrar respuestas a los posibles aspectos de mejorar las situaciones cotidianas.

Es un estudio experimental debido a su proceso bien diseñado.

Fidias G. Arias, 2012

La investigación experimental es un proceso que implica exponer a un sujeto o grupo de individuos a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variables independientes) para considerar los efectos o respuestas resultantes. (variable dependiente). Es Investigación Cuantitativa por su naturaleza de datos.

Tamayo 2007

La Investigación Cuantitativa implica en comparación de una serie de hipótesis de las teorías ya existentes que son necesarios para obtener una muestra, ya sea aleatoria o discriminativa, pero representativa de la población o fenómeno que se investiga.

- La Investigación es de Laboratorio por los medios de obtener los datos.

La Investigación que elaboramos son comparaciones de datos (resistencia a la flexión) que obtenemos son de ensayos sometidos en un laboratorio.

- La investigación fue Transversal en base al período temporal que se ejecuta

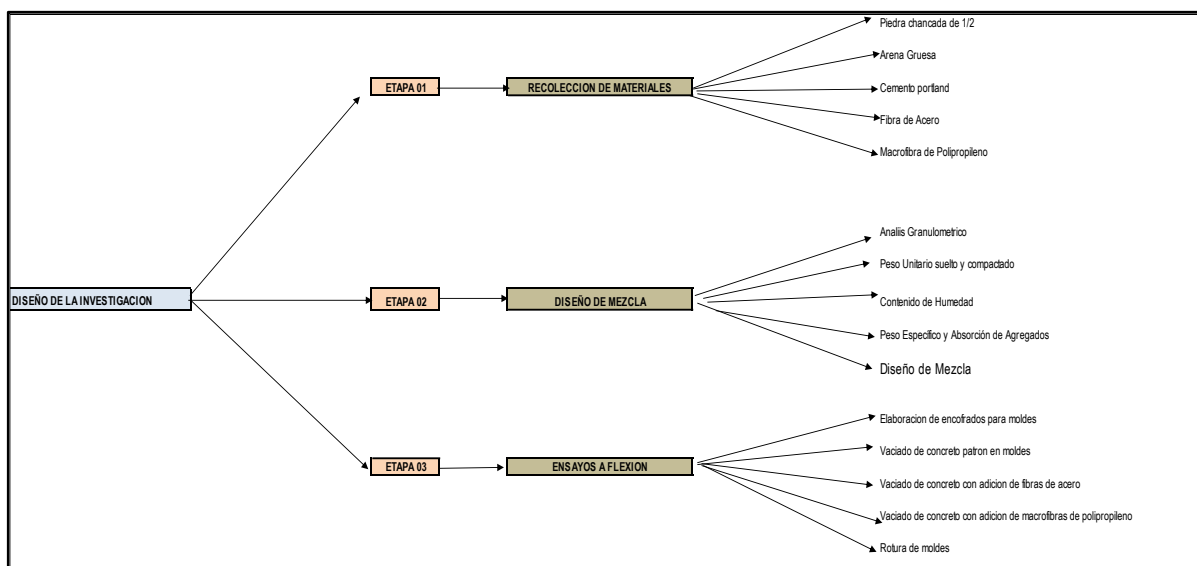
la Investigación es Transversal porque los datos que obtuvimos del ensayo se referían al período de tiempo específico (7 días, 14 días y 28 días) para el cual se evaluó.

3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014 determina el diseño como el plan y estrategia implementada para obtener la información necesaria para las investigaciones y responder a las declaraciones de problemas.

El diseño del estudio será experimental ya que se manipularán intencionalmente las variables independientes (diseño de pavimento rígido sin filamento de acero y diseño de pavimento rígido con fibra de acero y macrofibra de polipropileno) y se analizarán las consecuencias de la variable dependiente. (resistencia a la flexión) probeta de concreto prismático $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ durante la fabricación, continuaremos interpretando y evaluando los resultados obtenidos, con base en los puntos experimentos utilizados para verificar y evaluar la hipótesis propuesta.

Figura 9 Curva Etapas de la Investigación



Fuente: Elaboración propia.

3.6 MÉTODOS, TÉCNICAS E HERRAMIENTAS

3.6.1 FUENTE DE RECOPIACIÓN DE DATOS

3.6.1.1 Fuentes primarias

Las fuentes secundarias, trata de la recopilación de datos obtenidos en Laboratorio, en este caso, se desarrollarán en el Laboratorio de Suelo concreto y asfalto Gaspar E.I.R.L.

3.6.1.2 Fuentes secundarias

A través de esta fuente de recolección de datos, se incluye una recopilación de varias encuestas, ya sean manuales, revistas, libros, tesis, normas o materiales electrónicos.

3.6.2 MÉTODOS

Los métodos aplicados en el estudio para ensayar y evaluar las características de agregados, concreto fresco y concreto endurecido fueron bajo las indicaciones de las Normas Técnica Peruana y/o ASTM correspondiente a cada ensayo requerido.

Para el diseño de la mezcla se ha utilizado el método del comité ACI 211, el cual ha llevado a cabo el procedimiento de diseño de la mezcla, guiado por unas tablas realizadas a través de diferentes ensayos de áridos, lo que nos permitió obtener diferentes materiales, se integran en un solo cúbico. metro de concreto.

según INDECOPI (2012), los ensayos de flexión del concreto se realizaron de acuerdo a la Norma ASTM C78 y la Norma Técnica Peruana NTP 339.078.

Tabla 8 *Métodos de recolección de datos.*

ITEM	ENSAYO	ENSAYOS	MÉTODO
01	Análisis granulométrico	Agregado fino y grueso.	ASTM C-136 y NTP N°400.012/MTC E204
02	Peso unitario suelto y compactado	Agregado fino y grueso.	ASTM C-29 y NTP N° 400.017/MTC E203
03	Contenido de humedad	Agregado fino y grueso.	ASTM D-2216 y la NTP N°339.185/MTC E108
04	Peso Específico y Absorción de Agregados	Agregado fino	ASTM C-128 y la NTP N° 400.022/MTC E205
05	Peso Específico y Absorción de Agregados	Agregado grueso	ASTM C-127 y la NTP N° 400.021/MTC E206
06	Diseño de Mezcla	1 diseños (1 tipo de cemento)	Método ACI COMITÉ 211
07	Elaboración y curado de especímenes de concreto	84 probetas prismática de 15 x 15 cm x 50 cm.	ASTM C-172
08	Asentamiento del concreto - Cono de Abrams	Concreto en estado Fresco	ASTM C-143 y NTP 339.035
09	Ensayo de flexión del concreto	84 probetas prismática de 15 x 15 cm x 50 cm.	ASTM C78, NTP 339.078, según INDECOPI (2012).

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.2.1 Ensayos normados en laboratorio

3.6.3 Esta técnica consiste en preparar los ensayos necesarios para la investigación de laboratorio, cumpliendo con los parámetros señalados en cada norma, de esta manera, se pueden conocer las características y propiedades del concreto con y sin añadidura de fibras metálicas y macrofilamento de polipropileno.

3.6.2.2 Análisis documental y contenido

Para la selección correcta del contenido y documentos importantes, se utiliza una técnica para recopilar la información necesaria para llevar a cabo mi investigación.

Tabla 9 Técnicas y recolección y tratamientos de datos

FUENTE	TECNICAS	INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS
La investigación utilizará tanto fuentes físicas como electrónicas.	Ensayos normados de resistencia a la flexión	Ficha normada para la prueba
		Herramientas y equipos para el ensayo
	Análisis de contenido	Guía de análisis bibliográfico
		Cuaderno de apuntes de datos
		Cámara y memorias de almacenamiento

Fuente: Elaboración Propia

3.6.4 INSTRUMENTOS DE RECOPIACIÓN DE DATOS

3.6.3.1 Fichas reguladas por ensayo

Con este instrumento, se permite ensayar y evaluar las características de agregados, del concreto endurecido bajo las indicaciones de las NTP o ASTM de cada ensayo.

3.6.3.2 Guía del análisis bibliográfico

Para el presente estudio, se hace uso de una guía, para la recopilación de la información necesaria de diferentes fuentes bibliográficas.

3.7 VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

3.7.1 VALIDACIÓN DE DATOS

La validación de datos de la investigación se dio mediante las tabulaciones que muestra la comparación de los resultados ensayados para las diversas proporciones de fibra de acero y macrofibra de polipropileno con respecto al diseño tradicional, mediante los equipos y herramientas de laboratorio que sirvieron de medio de instrumento para la investigación. Dichos instrumentos corresponden a métodos de ensayos normados y

fueron aplicados de acuerdo a normas del ámbito nacional e internacional mencionadas en el ítem 3.6.2 Métodos.

3.7.2 CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Para la presentación de los datos se deben considerar y tener en cuenta la elaboración y roturas de las muestras ensayadas para los 03 diseños de investigación (adición de fibra de acero, adición de macrofibra de polipropileno y tradicional) y los 03 parámetros cronológicos de roturas de 04 muestras (07 , 14 y 28 días) que estos produzcan resultados coherentes y consistentes o similares.

3.8 PROCEDIMIENTO

3.8.1 PROCEDENCIA, ADQUISICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

Según la NTP 400.011, definido como un conjunto de agregados de partículas inorgánicas de origen natural o superficial, cuyo tamaño se encuentra dentro del rango especificado en la norma correspondiente.

El porcentaje que constituye los agregados, como las arenas y gravas en un 70% al 75% del volumen de la masa total del concreto una vez endurecida. (Ortega, 2014).

El agregado no solo limita la resistencia del concreto, sino que sus propiedades pueden afectar en gran medida su durabilidad y rendimiento.

Los agregados que son los principales componentes de las mezclas de concreto son el agregado fino (arena) y el agregado grueso (piedra triturada). (Valero, 2014).

En este estudio se utilizaron agregados de la cantera Huallaga, por lo que las fuentes de agregado fino (arena gruesa) y agregado grueso (triturado 1/2") fueron de chancadora Figueroa E.I.R.L, Se procedió almacenar el agregado grueso en un lugar libre de polvo en el laboratorio donde se procederá a elaborar las probetas prismáticas.

Figura 10 Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada



Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada de 1/2"



Fuente: Elaboración Propia

Figura 12 Acopio de agregado grueso y de piedra chanchada en el laboratorio



Fuente: Elaboración Propia

3.8.2 PROCEDENCIA, ADQUISICIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES

- **AGUA**

La calidad del agua que se utilizó en los ensayos, fabricación y curado de los moldes de concreto con agua potable de la ciudad de Huánuco, para lo cual cumple con las normas NTP 339.088 y ASTM 1602.

- **CEMENTO PORTLAND**

El cemento denominado "Portland" es un material obtenido a partir de materiales arcillosos y calcáreos y otras mezclas que contienen sílice, óxido de hierro y alúmina, todos los cuales se calientan a temperaturas que forman escoria. (Neville, 1998), para la investigación se utilizó cemento Portland Andino Tipo I y sus propiedades físicas y químicas estuvieron de acuerdo con la norma ASTM C150/NTP 334.009.

Con el peso específico en condicionales normales igual a 2960 kg/m³, cuyo producto se comercializa en bolsas de 42.5kg, ya que son los comerciales en el mercado de la ciudad de Huánuco - 2021.

- **FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO**

La investigación fue la adquisición de dos refuerzos para hormigón, uno es el de fibra de acero cuyo costo varía dependiendo de la distribuidora donde se quiera o necesite adquirir el producto. Por ello, se ha considerado conveniente la obtención de estas filamento de acero de MaccaFerri Perú realiza la venta de estas fibras, con la posibilidad abierta de elegir sus dimensiones, con un costo de 128 soles por 20 kg y las macrofilamento de polipropileno que también se tiene varios proveedores, se tomó por decisión usar de la empresa de Polystark con un costo de 17.5 soles por kg, ya tienen experiencia en obras en la ciudad de Huánuco, obras de pistas y veredas dentro del casco urbano dando buenos resultados.

Figura 13 *Fibra de acero de MACCAFERRI*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 14 *Fibra de acero de MACCAFERRI*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 15 *Macrofibra de polipropileno Polystark*



Fuente: Elaboración Propia

Figura 16 Macrofibra de polipropileno Polystark



Fuente: Elaboración Propia

3.8.3 SECCIÓN Y LONGITUDES DE ESPECÍMENES

En este estudio se han realizado probetas de viga para ensayos de flexión, las cuales tienen las siguientes dimensiones:

Los especímenes de vigas presentan una sección de 15x15 cm, y una longitud de 50 cm, cumpliéndolos requisitos que nos indica la ASTM C-31.

En el caso de la longitud de las vigas debe ser por lo menos 5 cm mayor que tres veces el alto en la posición del ensayo según ASTM C-78.

3.8.4 MOLDES PARA VIGUETAS

Los moldes empleados para preparar las probetas de concreto, para las vigas, son de material de madera, con la finalidad que no elimine su agua de diseño que forma parte de la mezcla. Además de considerar que estos moldes deben estar en óptimas condiciones, sus diseños bien definidos, libres a alguna deformación o alabeo.

Figura 17 *Moldes prismáticos*



Fuente: Elaboración propia

Figura 18 *Moldes prismáticos de madera.*



Fuente: Elaboración propia

3.8.5 MUESTREO REPRESENTATIVO

De acuerdo a la Norma ASTM C - 172 (Standard Practice for Sampling Fresh Concrete Mix), en ella se detalla el procedimiento que se debe realizar para el muestreo del concreto en su estado fresco, el cual tiene las siguientes consideraciones:

- Para la obtención de la muestra, de la primera porción hasta la última, no debe exceder un plazo de tiempo como máximo de 15 minutos.
- Las muestras obtenidas de manera individual deben ser transportadas de manera cuidadosa a la zona o lugar donde se procederá a ensayar o moldeará al concreto fresco, se debe buscar y asegurar la uniformidad de la primera hasta la última porción de mezcla.
- Se inició el ensayo de hormigón fresco: revenimiento, contenido de aire atrapado, temperatura a los 5 minutos de obtenida la última porción de la mezcla de concreto.
 - Finalmente, se debe tener en cuenta el límite de tiempo, debiendo estar totalmente protegido del viento, sol, tierra u otras fuentes que generen pérdida de agua, evaporación rápida o contaminación.

Figura 19 Asentamiento del concreto fresco(*Slump*)



Fuente: Elaboración propia

Figura 20 Asentamiento del concreto fresco(Slump)



Fuente: Elaboración propia

3.8.6 PREPARACIÓN VIGUETAS

Para llevar a cabo la preparación de las viguetas, se debe considerar que esta etapa consiste en poner aptas a los moldes de concreto que se piensan elaborar.

- Los moldes deben cubrirse inicialmente con una capa de aceite en el interior del molde de la viga, para evitar que el hormigón se adhiera a las paredes del molde.
- Procedemos a pesar los materiales indispensables para la preparación de la mezcla de hormigón, respetando el diseño de mezcla final.

Figura 21 Materiales para la elaboración de la mezcla



Fuente: Elaboración propia

Figura 22 Se realizó en batea para minorar el desperdicio



Fuente: Elaboración propia

- Se añaden los materiales seleccionados, comenzando por el árido grueso con una pequeña cantidad de agua que se utilizará para la preparación de la mezcla, seguido del árido fino, árido grueso, cemento, el resto del agua para los tradicionales y fibras. de acero, macrofibra de polipropileno.
- Se esperan 3 minutos que se mezclen los agregados con la finalidad de lograr una mezcla uniforme, y luego se colocó en agitación final durante 2 minutos.
- Se coloca la mezcla de concreto para el llenado de vigas.
- Se llenan los moldes de los especímenes seleccionados.

Figura 23 *Elaboración de las viguetas.*



Fuente: Elaboración propia

Figura 24 *Elaboración de las viguetas.*



Fuente: Elaboración propia

3.8.7 CURADO DE LAS PROBETAS Y VIGUETAS

En este procedimiento, las vigas elaboradas en la investigación son curadas para evitar la evaporación del agua de diseño y, por tanto, la conservación y aumento de su resistencia deseada.

Figura 25 Curado de las viguetas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 26 Curado de las viguetas.



Fuente: Elaboración propia

3.8.8 GRUPOS EXPERIMENTALES

3.8.8.1 Para las viguetas

Se procede a elaborar los moldes de concreto con la añadidura de filamento de acero y macrofilamento de polipropileno en las vigas.

Tabla 10 Dosificaciones incorporando la fibra de acero y la macrofibra de polipropileno

Resistencia a flexión			
Descripción	07 días	14 días	28 días
Diseño Pavimento rígido tradicional	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 10kg	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 20kg	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con fibra de acero 30kg	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con macrofibra de polipropileno 4kg	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con macrofibra de polipropileno 6kg	4	4	4
Diseño Pavimento rígido con macrofibra de polipropileno 8kg	4	4	4

Fuente: Elaboración propia

3.8.9 ENSAYO A FLEXIÓN DE LAS VIGUETAS

3.8.9.1 Equipos y materiales utilizados

- Espécimen prismático, viga de concreto de 150x150x500mm, medidas que cumplan con las medidas especificadas en la norma.
- Máquina universal, aquella máquina que ejerce la carga máxima que pueda resistir el espécimen de concreto.

3.8.9.2 Procedimiento

Se alistan los especímenes de concreto, estas vigas deben ser marcadas a un tercio de su longitud con la finalidad de evaluar las condiciones que presentan ante sus roturas, y así la aplicación de sus cálculos respectivos.

Se coloca el espécimen prismático de concreto una vez ya seco, con la finalidad que no se encuentre estos elementos húmedos que pueda afectar su módulo de rotura (la obtención de cargas menores).

Seguidamente se alinean los apoyos a un tercio exterior de la viga completa, ejerciendo así su carga máxima y verificar el indicador de esta carga se encuentre en cero.

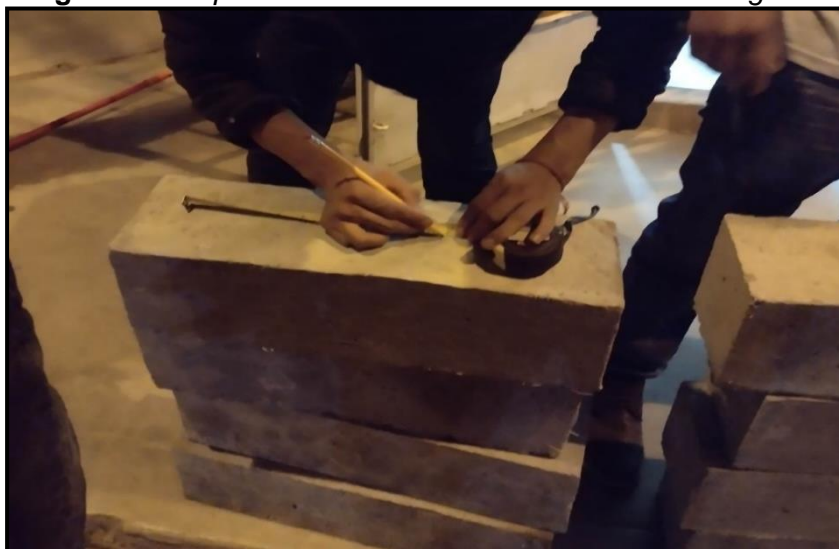
Se toma nota de la carga obtenida, para su próximo calculo.

Figura 27 Medidas de las vigas a ensayar



Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 Preparación de la marca a un tercio de las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 29 Preparación de la marca a un tercio de las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 30 Preparación de la marca a un tercio de las vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 32 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 33 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 35 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

Figura 36 *Ensayo a flexión de las probetas*



Fuente: Elaboración propia.

3.8.9.3 Medición de la muestra de ensayo

Se procede a realizar las medidas exactas a cada espécimen de concreto, con la finalidad de obtener una verificación más detallada en sus ensayos realizados a flexión. Además, de considerar esencial la identificación de las zonas de fallas de cada viga, para la selección de su cálculo específico que debe ser aplicado con la finalidad de obtener el módulo de rotura de cada una.

Figura 37 *Identificación de la falla a flexión*



Fuente: Elaboración propia

Figura 38 *Identificación de la falla a flexión*



Fuente: Elaboración propia

3.8.9.4 Determinación de la resistencia a flexión

En el caso, que la falla de la viga se encuentre en la parte media de los tercios de cada espécimen, se cree conveniente, realizar el cálculo de su módulo de rotura de la siguiente manera:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

R (Lg/plg) = Resistencia a la flexión o Módulo de rotura

P (Lbf) = Máxima carga aplicada al espécimen de concreto.

L (pulg) = Longitud libre entre apoyos

b (pulg) = ancho promedio de la viga

d (pulg) = altura promedio de la viga

3.9 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

3.9.1 ENSAYO DE AGREGADOS

3.9.1.1 ANALISIS GRANULOMETRICO

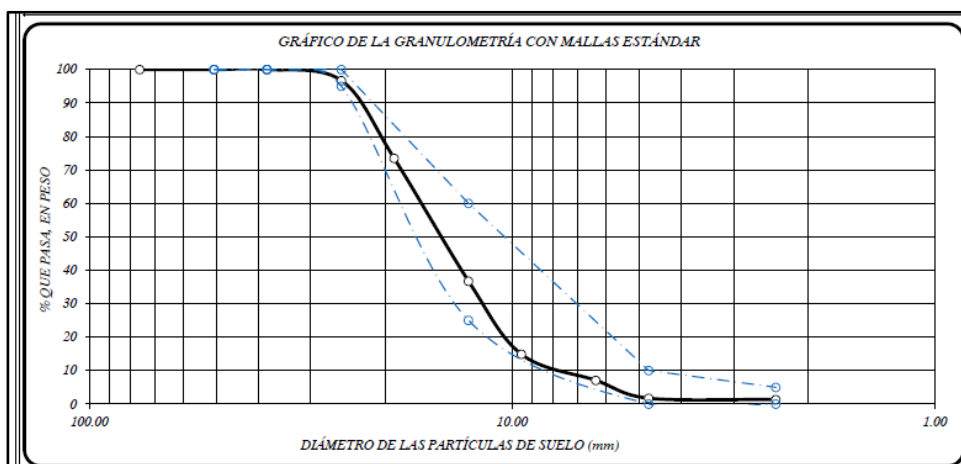
3.9.1.1.1 AGREGADO GRUESO

Tabla 11 *Análisis granulométrico del agregado grueso.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (NTP 400.012/ASTM C-136/MTC E204)						
TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	TAMAÑO MÁXIMO
3"	76.200				100.00	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00	AGREGADO GRUESO CON 98.67% DE GRUESO
1"	25.400	98.8	3.29	3.29	96.71	
3/4"	19.050	697.5	23.25	26.54	73.46	
1/2"	12.700	1102.0	36.73	63.28	36.72	
3/8"	9.525	654.5	21.82	85.09	14.91	
1/4"	6.350	234.5	7.82	92.91	7.09	Con
Nº 4	4.760	160.3	5.34	98.25	1.75	% DE GRAVAS = 98.25%
Nº 8	2.380	12.6	0.42	98.67	1.33	% DE ARENAS = 0.42%
Nº 10	2.000	0.0	0.00	98.67	1.33	% DE LIMO-ARCILLA = 1.33%
Nº 16	1.190	0.0	0.00	98.67	1.33	
Nº 20	0.840	0.0	0.00	98.67	1.33	
Nº 30	0.590	0.0	0.00	98.67	1.33	COEFICIENTE DE CURVATURA = 0.22
Nº 40	0.426	0.0	0.00	98.67	1.33	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 0.73
Nº 50	0.297	0.0	0.00	98.67	1.33	MÓDULO DE FINEZA 7.03
Nº 60	0.250	0.0	0.00	98.67	1.33	HUMEDAD = 0.51%
Nº 100	0.149	0.0	0.00	98.67	1.33	TMN = 1/2"
Nº 200	0.074	0.0	0.00	98.67	1.33	OBSERVACIONES
CAZOLETA	0.000	39.8	1.33	100.00	0.00	Pasa Tamiz Nº 200 = 1.33%
TOTAL		3000.0	100.00			

Fuente: *Elaboración del laboratorio*

Gráfico 1 Curva granulométrica del agregado grueso.



Fuente: Elaboración del laboratorio.

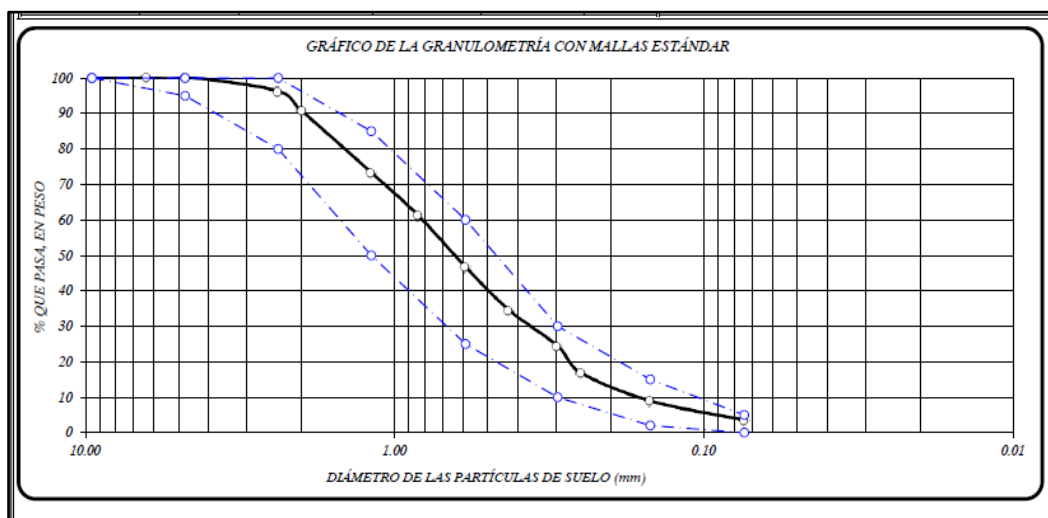
En el análisis granulométrico realizado al agregado grueso (piedra chancada), se determinó que presenta un módulo de fineza de 7.03, y un tamaño máximo nominal (TMN) de ½" (0.50 plg).

3.9.1.1.2 AGREGADO FINO

Tabla 12 Análisis granulométrico del agregado fino.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (NTP 400.012/ASTM C-136/MTC E204)						TAMAÑO MÁXIMO
TAMIZ No	DIÁMETRO (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	
3"						DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA ARENA ZARANDEADA 96.73%
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"						
1/2"						
3/8"	9.525	0.0	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.0	0.00	0.00	100.00	Con
Nº 4	4.760	0.0	0.00	0.00	100.00	% DE GRAVAS = 0.00%
Nº 8	2.380	40.2	4.02	4.02	95.98	% DE ARENAS = 96.73%
Nº 10	2.000	55.6	5.56	9.58	90.42	% DE LIMO-ARCILLA = 3.27%
Nº 16	1.190	174.0	17.40	26.98	73.02	
Nº 20	0.840	120.5	12.05	39.03	60.97	
Nº 30	0.590	145.2	14.52	53.55	46.45	COEFICIENTE DE CURVATURA = 1.05
Nº 40	0.426	122.5	12.25	65.80	34.20	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD = 4.76
Nº 50	0.297	100.2	10.02	75.82	24.18	MÓDULO DE FINEZA 2.52
Nº 60	0.250	75.4	7.54	83.36	16.64	HUMEDAD = 1.18%
Nº 100	0.149	79.5	7.95	91.31	8.69	
Nº 200	0.074	54.2	5.42	96.73	3.27	OBSERVACIONES
CAZOLETA	0.000	32.7	3.27	100.00	0.00	Pasa Tamiz Nº 200 = 3.27%
TOTAL		1000.0	100.00			

Fuente: Elaboración del laboratorio.

Gráfico 2 Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración del laboratorio.

El análisis granulométrico de la arena gruesa, se realizó bajo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana NTP 400.012, obteniendo de esta manera, un módulo de fineza de 2.52 como se visualiza en la tabla anterior.

La curva granulométrica de la arena gruesa como se observa en el gráfico anterior, se puede verificar que cumple con los límites granulométricos que corresponden al agregado fino según el ASTM C33.

3.9.1.2 CONTENIDO DE HUMEDAD

3.9.1.2.1 AGREGADO FINO

Tabla 13 Contenido de Humedad de la arena gruesa.

AGREGADO FINO				
Nº ENSAYO	01	02	03	04
PESO HUMEDO + VASIIA	3654.2	3701.5	3598.0	3602.3
PESO SECO + VASIIA	3615.4	3665.1	3562.1	3564.2
PESO DE LA VASIIA	437.8	437.8	437.8	437.8
PESO DEL AGUA	38.8	36.4	35.9	38.1
PESO DE LOS SOLIDOS	3177.6	3227.3	3124.3	3126.4
HUMEDAD DE ABSORCION	1.221	1.128	1.149	1.219
HUMEDAD DE ABSORCION	1.18%			

Fuente: Elaboración del laboratorio

En esta tabla, se muestran los resultados obtenidos del ensayo del contenido de humedad para agregados, ensayo realizado bajo los lineamientos de

la N.T.P. 339.185, obteniendo de esta manera, 1.18% de humedad en el agregado fino (arena gruesa).

3.9.1.2.2 AGREGADO GRUESO

Tabla 14 Contenido de Humedad de la piedra chanchada.

AGREGADO GRUESO				
Nº ENSAYO	01	02	03	04
PESO HUMEDO + VASIIA	3657.2	3657.2	3594.1	3605.9
PESO SECO + VASIIA	3640.2	3640.2	3574.6	3586.1
PESO DE LA VASIIA	0.0	0.0	0.0	0.0
PESO DEL AGUA	17.0	17.0	19.5	19.8
PESO DE LOS SOLIDOS	3640.2	3640.2	3574.6	3586.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.467	0.467	0.546	0.552
CONTECIDO DE HUMEDAD	0.51%			

Fuente: Elaboración del laboratorio

3.9.1.3 PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS

3.9.1.3.1 AGREGADO FINO

Tabla 15 Peso Unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203				
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3
Peso seco del agregado + recipiente	gr.	12,272.0	12,253.0	12,268.0
Peso del recipiente	gr.	7,895.0	7,895.0	7,895.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	3,139.24	3,139.2	3,139.2
Peso del Agregado Fino	gr.	4,377.0	4,358.0	4,373.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1.39429	1,388	1,393
Peso Unitario Suelto seco	=	927.5 Kg/m³.		
Peso Unitario Suelto seco	=	0.928 gr/cm³.		

Fuente: Elaboración del laboratorio

La tabla anterior presenta los resultados del ensayo realizado bajo los estándares de la NTP. 400.017, obteniendo 927.5 kg/m³ como peso unitario suelto del agregado fino o denominada también arena gruesa.

Tabla 16 *Peso Unitario compacto del agregado fino.*

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203				
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3
Peso seco del agregado + recipiente	gr.	13,179.0	13,212.0	13,188.0
Peso del recipiente	gr.	7,895.0	7,895.0	7,895.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	3,139.24	3,139.2	3,139.2
Peso del Agregado Fino	gr.	5,284.0	5,317.0	5,293.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1.68321	1.694	1.686
<hr/>				
Peso Unitario Seco Compacto	=	1127.2 Kg/m³.		
Peso Unitario Suelto seco	=	1.127 gr/cm³.		

Fuente: Elaboración del laboratorio

3.9.1.3.2 AGREGADO GRUESO

Tabla 17 *Peso Unitario suelto del agregado grueso*

PESO UNITARIO SUELTO SECO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203				
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	11,941.0	11,810.0	11,947.0
Peso del recipiente	gr.	7,895.0	7,895.0	7,895.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	3,139.24	3,139.2	3,139.2
Peso del agregado grueso	gr.	4,046.0	3,915.0	4,052.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1,289	1,247	1,291
<hr/>				
Peso Unitario Suelto seco	=	1275.575 Kg/m³.		
Peso Unitario Suelto seco	=	1.276 gr/cm³.		

Fuente: Elaboración del laboratorio

La tabla anterior presenta los resultados del ensayo realizado bajo los estándares de la NTP. 400.017, obteniendo 1275.575 kg/m³ como peso unitario suelto del agregado grueso o denominada también piedra chanchada.

Tabla 18 *Peso Unitario compactado del agregado grueso*

PESO UNITARIO SECO COMPACTADO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203				
MUESTRA	Unid.	M - 1	M - 2	M - 3
Peso seco del agregado grueso + recipiente	gr.	12,466.0	12,516.0	12,515.0
Peso del recipiente	gr.	7,895.0	7,895.0	7,895.0
Volumen de recipiente	cm ³ .	3,139.24	3,139.2	3,139.2
Peso del agregado grueso	gr.	4,571.0	4,621.0	4,620.0
Peso unitario suelto seco	Kg/m ³ .	1.456	1.472	1.472
<hr/>				
Peso Unitario seco Compactado	=	1466.598 Kg/m³.		
Peso Unitario Suelto seco	=	1.467 gr/cm³.		

Fuente: Elaboración del laboratorio

El peso unitario compactado del agregado grueso fue de 1466.598 kg/m³, aquel ensayo que se ha realizado respetando los estándares o lineamientos

importantes de la Norma Técnica Peruana existente, y así llevar a cabo la obtención de dichos resultados mostrados en la tabla anterior.

3.9.1.4 GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS

3.9.1.4.1 AGREGADO FINO

Tabla 19 Gravedad específica del agregado fino

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022/ASTM C-128/MTC E205)					
MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
volumen del picnometro	cm ³ .	942.0	942.0	942.0	942.0
Peso del picnometro	gr.	710.0	710.0	710.0	710.0
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr.	500.0	500.0	500.0	500.0
Peso del picnometro + agua + muestra	gr.	1994.0	1994.5	1993.0	1994.2
Peso del agua	gr.	784.0	784.5	783.0	784.2
Peso de la muestra seca al horno	cm ³ .	484.0	482.0	484.0	483.0

Fuente: Elaboración del laboratorio

Tabla 20 Porcentaje de absorción del agregado fino

Gravedad Especifica de masa	=	3.06 gr./cm ³ .
Gravedad Especifica Bulk (Base seca) aparente	=	3.42 gr./cm ³ .
Gravedad Especifica Bulk (Base saturada) nominal	=	3.16 gr./cm ³ .
Porcentaje de Absorcion (%)	=	3.47 %

Fuente: Elaboración del laboratorio

En la tabla anterior, se puede visualizar los resultados obtenidos del agregado fino,

teniendo, así como densidad muestra seca 3.06 gr/cm³, densidad aparente 3.42 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 3.47%.

3.9.1.4.2 AGREGADO GRUESO

Tabla 21 Gravedad específica del agregado grueso

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021/ASTM C-127/MTC E206)					
MUESTRA		M - 1	M - 2	M - 3	M - 4
Peso de la cesta en agua	gr.	894.0	894.0	894.0	894.0
Peso de la cesta en agua + muestra	gr.	2147.0	2150.0	2139.0	2136.0
Peso de la muestra sumergida	gr.	1253.0	1256.0	1245.0	1242.0
Peso de la muestra saturada superficialmente seca	gr.	2004.0	2004.0	1983.0	1976.0
Peso de la muestra seca al horno	gr.	1974.0	1984.0	1958.0	1949.0

Fuente: Elaboración del laboratorio

Tabla 22 Porcentaje de absorción del agregado grueso

Gravedad Específica de masa	= 2.65 gr./cm ³ .
Gravedad Específica Bulk (Base seca) aparente	= 2.74 gr./cm ³ .
Gravedad Específica Bulk (Base saturada) nominal	= 2.68 gr./cm ³ .
Porcentaje de Absorción (%)	= 1.30 %

Fuente: Elaboración del laboratorio

En la tabla anterior, se puede visualizar los resultados obtenidos del agregado grueso, teniendo, así como densidad muestra seca 2.65 gr/cm³, densidad aparente 2.74 gr/cm³ y un porcentaje de absorción de 1.30%.

3.9.2 RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS AGREGADOS

Finalmente, se ha creído conveniente realizar las siguientes tablas resúmenes que muestran los resultados de las características de los agregados gruesos y finos.

Tabla 23 Resultados del agregado grueso

Peso específico	2.65	gr/cm ³
Humedad natural	0.51	%
% Absorción	1.30	%
Peso volumétrico suelto	1275.575	kg/m ³
Peso Volumétrico compactado	1466.598	kg/m ³
% Material fino < 200	1.33%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24 Resultados del agregado fino

Peso específico	3.06	gr/cm3
Humedad natural	1.18	%
% Absorción	3.46	%
Peso volumétrico suelto	927.5	kg/m3
Peso Volumétrico compactado	1127.2	kg/m3
% Material fino < 200	3.27%	

Fuente: Elaboración propia

3.9.3 DISEÑO DE MEZCLAS

El diseño de mezclas realizado en la presente investigación fue por el método ACI, las cuales, se pueden detallar los resultados obtenidos de cantidad de materiales para obtener la mezcla deseada de concreto, tanto de sus agregados, cemento y cantidad de agua.

Gráfico 3 Diseño de mezcla.

DISEÑO	: DISEÑO DE MEZCLA F'c: 280
CANTERA	: CANTERA FIGUEROA
TESISTA	: JEAN PAUL ESPINOZA ROSALES - ALVARO ARQUINIÑO JAIMES
ASESOR	: DR. CARLOS VILLANUEVA VILLAR
FECHA	: 15 DE SETIEMBRE DEL 2021

1.0	MATERIALES
1.10	CEMENTO
	Se utilizó CEMENTO Pórtland Tipo I, proporcionado por el peticionario.
	Peso específico del cemento..... 2960 kg/m ³
1.20	Agregado Fino :
	Consistente en arena gruesa, procedente de cantera FIGUEROA; muestra proporcionada por el solicitante.
	GRANULOMETRÍA:
	Malla % Retenido
	Nº 4 0.0
	Nº 8 4.0
	Nº 16 23.0
	Nº 30 26.6
	Nº 50 22.3
	Nº 100 15.5
	Fondo 8.7
	Módulo de Fineza = 2.52
	Peso Específico
	Gravedad específica 3.42 gr/cm ³
	Peso Unitario
	p.u.suelto seco..... 927.5 kg/m ³ .
	p.u.compactado seco 1127.2 kg/m ³ .
	Humedades
	Contenido de Humedad 1.18 %
	Porcentaje de absorción 3.47 %
1.30	Agregado Grueso :
	Consiste en Piedra chancada, procedente de cantera AGREGADOS - CANTERA FIGUEROA; muestra proporcionada por el solicitante.
	Malla % Retenido
	1 1/2" 0.0
	1" 0.0
	3/4" 3.4
	1/2" 23.7
	3/8" 37.4
	1/4" 22.2
	Nº 4 8.0
	Nº 8 5.4
	Fondo 39.8
	Módulo de Fineza = 6.52
	TMN 1/2"

	<i>Peso Especifico</i>	
	<i>Gravedad especifica</i>	2.741 gr/cm3.
	<i>Peso Unitario</i>	
	<i>p.u.suelto seco</i>	1275.6 kg/cm3.
	<i>p.u.compactado seco</i>	1466.6 kg/cm3.
	<i>Humedades</i>	
	<i>Contenido de Humedad</i>	0.51 %
	<i>Porcentaje de absorción</i>	1.30 %
	<u>DISEÑO PRELIMINAR</u>	
2.0	DISEÑO DE MEZCLA ($f'c$: 280 kg/cm2) CEMENTO PÓRTLAND TIPO I	
2.10	<i>Características Generales</i>	
	<i>Denominación</i> $f'cr$ =	364 kg/cm2
	<i>Asentamiento</i>	4"
	<i>Relación a/c de diseño</i>	0.47
	<i>Cantidad de Agua</i>	216.0 Lit./m3
	<i>Cantidad de Cemento</i>	460.0 Kg./m3
	<i>Piedra chancada</i>	851.0 Kg./m3
	<i>Arena Gruesa</i>	788.0 Kg./m3
	<i>Proporciones de diseño</i>	1.00 1.70 1.90 20.00
2.40	<i>Cantidad de material por saco de cemento de obra</i>	
	<i>Cemento</i>	42.5 Kg.
	<i>Arena Gruesa húmedo</i>	73.636 Kg.
	<i>Piedra chancada húmedo</i>	78.995 Kg.
	<i>Agua efectiva</i>	22.266 Lit.
	<i>Peso Agregado Fino</i> :	26.3 Kg/p3.
	<i>Peso agregado grueso</i> :	36.1 Kg/p3.
2.50	<i>Proporciones en volumen por Bolsa de Cemento</i>	
	<i>Cemento</i>	1.00 p3.
	<i>Arena Gruesa húmedo</i>	1.70 p3.
	<i>Piedra chancada húmedo</i>	1.90 p3.
	<i>Agua efectiva</i>	22.30 Lit.
	DOSIFICACIÓN :	1.00 1.70 1.90 22.30 It/saco
	<i>Relación a/c</i>	0.52
	<u>DISEÑO FINAL</u>	
2.20	<i>Cantidad de material en peso por m3 de concreto en obra</i>	
	<i>Cemento</i>	460.0 Kg.
	<i>Arena Gruesa húmedo</i>	797.0 Kg.
	<i>Piedra chancada húmedo</i>	855.0 Kg.
	<i>Agua efectiva</i>	241.0 Lit.
2.30	<i>Cantidad de material en volumen de masa por m3 de concreto</i>	
	<i>Cemento</i>	0.155 m3. 10.82 bls.
	<i>Arena Gruesa húmedo</i>	0.233 m3. 0.23 m3.
	<i>Piedra chancada húmedo</i>	0.312 m3. 0.31 m3.
	<i>Agua efectiva</i>	0.241 m3. 0.241 m3.
		1.000 m3.

Fuente: Elaboración del laboratorio.

En esta tabla se puede visualizar las cantidades de materiales por metro cúbico para realizar la mezcla de concreto deseada, obteniendo así 241 lt/m3 de agua, piedra chancada de 855.00 kg/m3, y de arena grueso 797.00 kg/m3, siendo estas cantidades necesarias para llevar a cabo la elaboración del concreto de estudio.

Tabla 25 Cantidad de materiales para 12 moldes prismáticos

DISEÑO DE MEZCLA POR TANDA (PARA 12 VIGUETAS)		
CANTIDAD DE PROBETAS		12
LARGO (cm)		50
ANCHO (cm)		15
ALTO (cm)		15
VOLUMEN POR PROBETA CONJUNTO (cm ³)		135000
VOLUMEN POR CONJUNTO (m ³)		0.135
DESPERDICIO (%)		0
VOLUMEN TOTAL		0.135
VALORES DE DISEÑO PARA	1M3	0.135
Cemento (Kg)	460	62.1
Agua (Lt)	241	32.535
Arena gruesa (Kg)	797	107.595
Piedra canchada (Kg)	855	115.425
Relación a/c	0.52	0.52

Fuente: Elaboración propia

3.9.4 ANÁLISIS DE DATOS

3.9.7.1 Contrastación de hipótesis específica N°01

3.9.7.1.1 Contrastación de hipótesis específica (7 días)

Hipótesis específica N.º 01: “La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”.

Para constatar la hipótesis n°01 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 7 días de curado tal como se muestra a continuación:

Tabla 26 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 10kg de fibra de acero a los 7 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA10-01-14	34.58	33.67
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA10-02-14	33.74	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA10-03-14	34.18	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA10-04-14	32.20	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 28 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	31.36	4	1.55	1.25	3.97%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO	33.67	4	1.09	1.04	3.10%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 10 kg de fibra de acero a los 7 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

$H_0: \text{Si } X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es menor en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

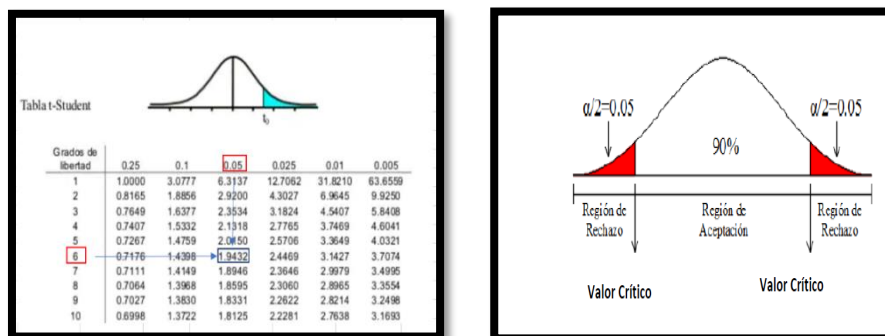
Grados de libertad = n_1+n_2-2 .

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 4 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°01.*



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

$$S_p = 1.15$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

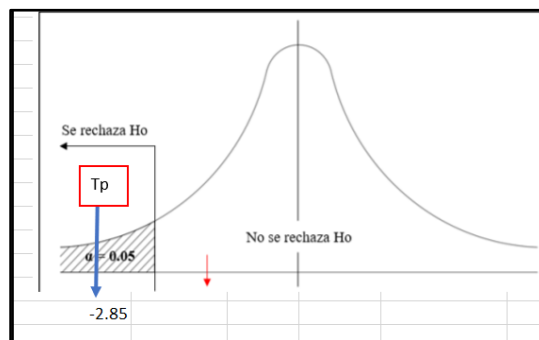
$$T_p = -2.85$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 5 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -2.85 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.1.2 Contratación de hipótesis específica (14 días)

Hipótesis específica N.º 01:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº01 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 14 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 29 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 10kg de fibra de acero a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA10-01-14	37.18	37.26
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA10-02-14	36.42	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA10-03-14	40.54	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA10-04-14	34.89	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 31 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	35.75	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO	37.26	4	5.70	2.39	6.41%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 10 kg de fibra de acero a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_a : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente:

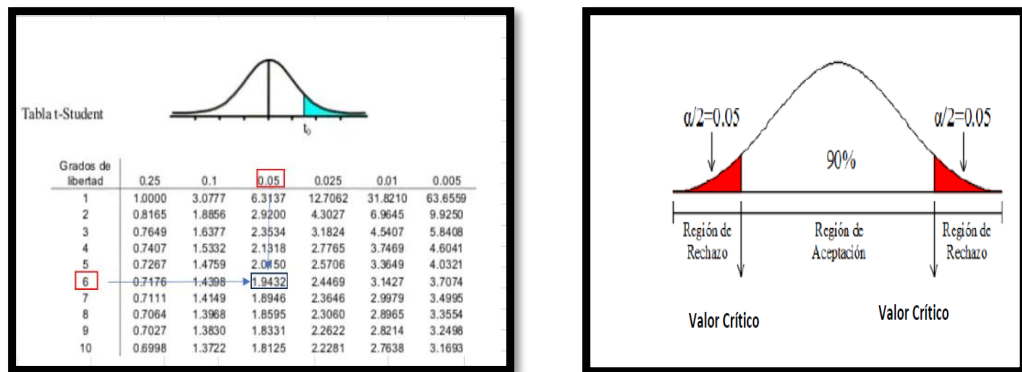
Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t (n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 6 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°01.



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

$S_p = 2.35$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

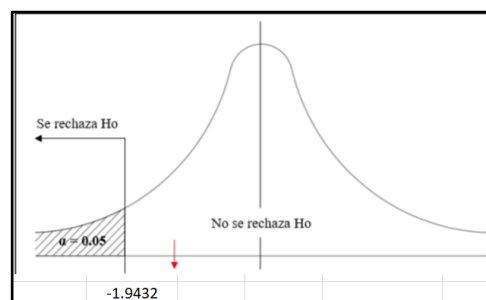
$T_p = -0.90$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 7 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -0.90 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión no aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.1.3 Contrastación de hipótesis específica (28 días)

Hipótesis específica N.º 01:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²”.

Para constatar la hipótesis nº01 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 28 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 32 Concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Código Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33 Concreto $f'c=280$ kg/cm² con adición de 10kg de fibra de acero a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Código Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA10-01-7	39.17	39.80
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA10-02-7	45.46	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA10-03-7	35.72	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA10-04-7	38.86	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 34 Cuadro de dato estadístico

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	37.88	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 10 KG DE FIBRA DE ACERO	39.80	4	16.66	4.08	10.25%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 10 kg de fibra de acero a los 28 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es menor en un 5% del concreto con la adición de 10 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

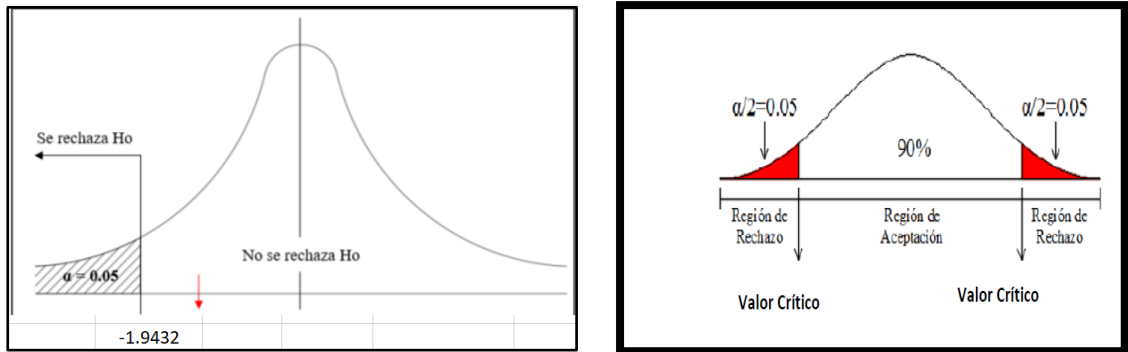
$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 8

Tabla t de Student para la hipótesis específica N°01.



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

$S_p=4.11$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2+(n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

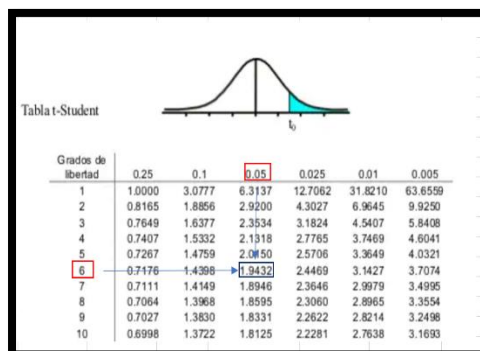
$T_p= -0.66$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 9 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -0.66 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión no aumenta en un 5 % con la adición de la ductilidad de 10Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.2. Contrastación de hipótesis específica N.º 02

3.9.7.2.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 02 (7 días)

Hipótesis específica N.º 02:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 20Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²”.

Para constatar la hipótesis nº02 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 7 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 35 Concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm² a los 7días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36 Concreto $f'c=280$ kg/cm² con adición de 20kg de fibra de acero a los 07 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA20-01-7	38.86	37.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA20-02-7	34.95	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA20-03-7	38.15	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA20-04-7	37.49	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 37 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm ²	31.36	4	1.55	1.25	3.97%
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO f _c =280kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO	37.36	4	2.91	1.70	4.56%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional f_c=280kg/cm² a los 7 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto f_c=280kg/cm² adicionando 20 kg de fibra de acero a los 7 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación f_c=280kg/cm².

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación f_c=280kg/cm².

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

$$\text{Grados de libertad} = n_1 + n_2 - 2$$

$$G_l = 4 + 4 - 2$$

$$G_l = 6$$

$$\text{El Punto Crítico } t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = -1.9432$$

Gráfico 10 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02.

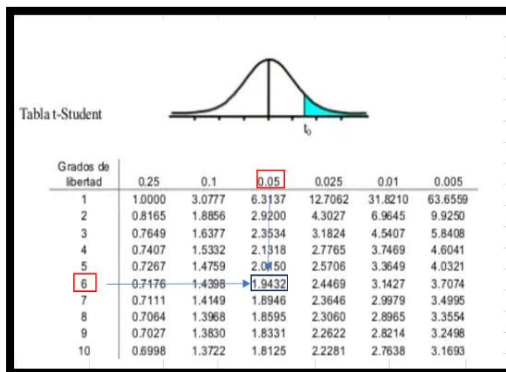
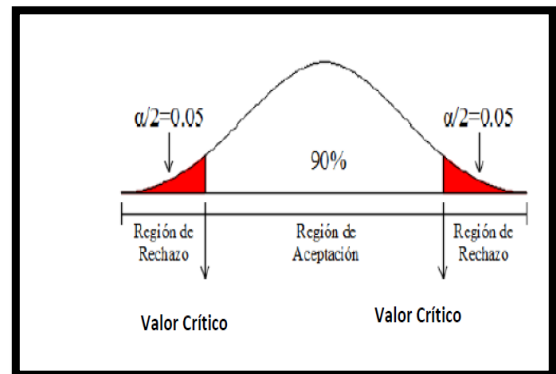


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2822	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

$S_p = 1.49$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

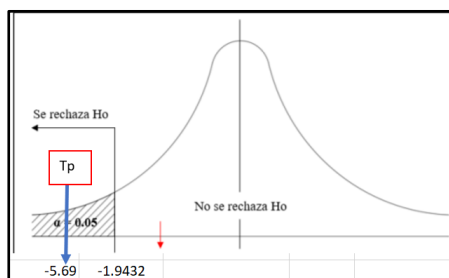
$T_p = -5.69$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 11 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -5.69 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ Se **acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.2 Contrastación de hipótesis específica N.º 02 (14 días)

Hipótesis específica N.º 02: “La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 20Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº02 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 14 días de curado tal como se muestra a continuación:

Tabla 38 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCI AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 20kg de fibra de acero a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCI AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA20-01-14	40.37	38.72
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA20-02-14	38.76	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA20-03-14	39.21	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA20-04-14	36.53	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 40 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm ²	35.75	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO fc=280kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO	38.72	4	2.59	1.61	4.16%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 20 kg de fibra de acero a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$ Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$ Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2


$Gl=4+4-2$

GI= 6

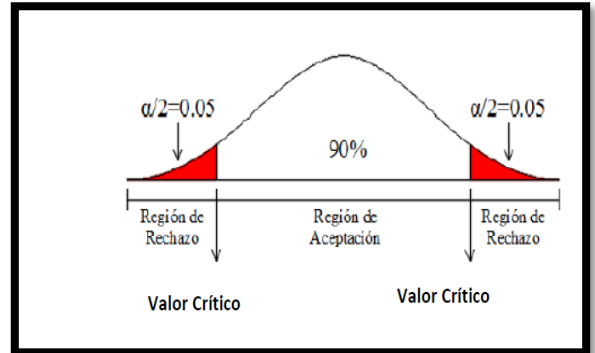
El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 12 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02.*

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

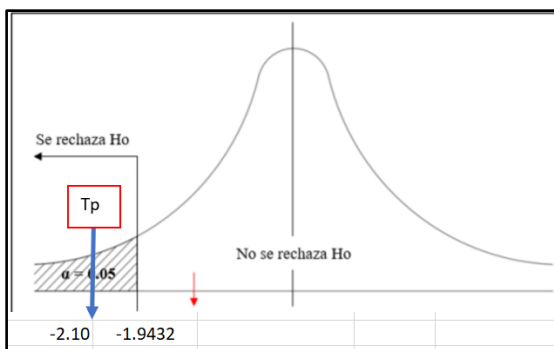
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=1.99$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -2.10$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 13 *Gráfico de comparación*



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -2.10 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

f) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.2.3 Contrastación de hipótesis específica N.º 02 (28 días)

Hipótesis específica N.º 02: “La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 20Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº02 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 28 días de curado tal como se muestra a continuación:

Tabla 41 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 20kg de fibra de acero a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA20-01-14	41.41	42.23
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA20-02-14	39.64	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA20-03-14	44.05	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA20-04-14	43.81	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 43 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm ²	37.88	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO fc=280kg/cm ² ADICIONANDO 20 KG DE FIBRA DE ACERO	42.23	4	4.40	2.10	4.97%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 20 kg de fibra de acero a los 28 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

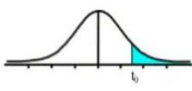
$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

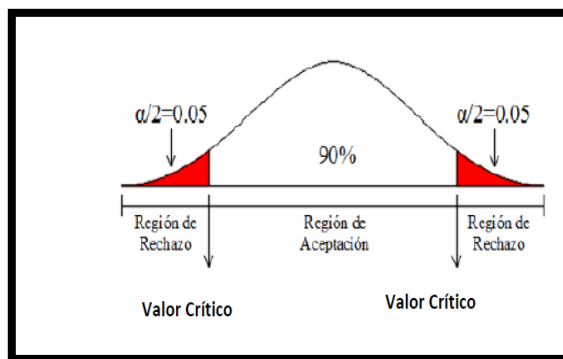
El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 14 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°02.*

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4905
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=3.28$$

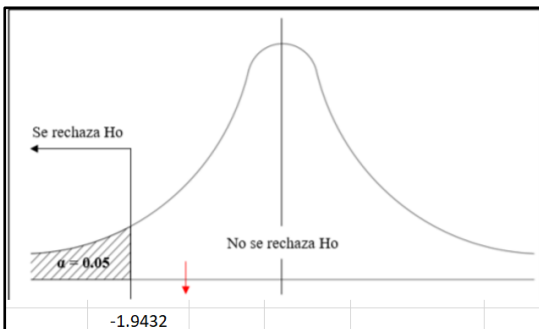
$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p= -1.87$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 15

Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -1.87 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, Y $\{X_1 > X_2\}$ **Se rechaza la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional no es menor en un 20% del concreto con la adición de 20 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.3 Contrastación de hipótesis específica N.º 03

3.9.7.3.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 03 (7 días)

Hipótesis específica N.º 03:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 10 % con la adición de la ductilidad de 30Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº03 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 7 días de curado tal como se muestra a continuación

Tabla 44

Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45 *Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 07 días.*

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO -01	PEF/CFA30-01-7	35.57	36.62
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO -02	PEF/CFA30-02-7	36.81	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO -03	PEF/CFA30-03-7	39.18	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO -04	PEF/CFA30-04-7	34.90	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 46 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm ²	31.36	4	1.55	1.25	3.98%
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO fc=280kg/cm ² ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO	36.62	4	3.55	1.89	5.15%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X₁= Resistencia a la flexión del concreto tradicional f'c=280kg/cm² a los 7 días.

X₂= Resistencia a la flexión del concreto f'c=280kg/cm² adicionando 30 kg de fibra de acero a los 7 días.

Hipótesis Nula

H₀: Si X₁ ≥ X₂

Si | T_p | < | t | Rechazar H₀

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación f'c=280kg/cm²

Hipótesis Alterna

H₀: Si X₁ < X₂

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación f'c=280kg/cm²

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

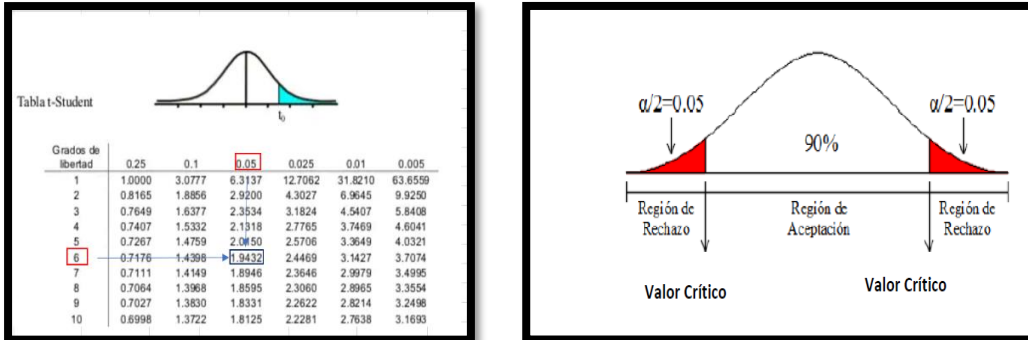
Grados de libertad = n₁+n₂-2

$GI=4+4-2$

$GI= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 16 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03.*



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

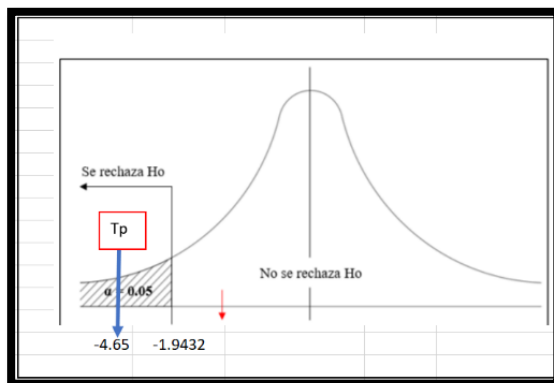
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=1.60$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -4.65$$

e) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 17 *Gráfico de comparación*



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -4.65 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

f) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.3.2 Contratación de hipótesis específica N.º 03 (14 días)

Hipótesis específica N.º 03:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 10 % con la adición de la ductilidad de 30Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº03 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 14 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 47 Concreto tradicional $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48 Concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 01	PEF/CFA30-01-14	38.04	39.20
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 02	PEF/CFA30-02-14	40.76	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 03	PEF/CFA30-03-14	40.23	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 04	PEF/CFA30-04-14	37.78	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 49 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	35.75	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO	39.20	4	2.29	1.51	3.86%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 30 kg de fibra de acero a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

c) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

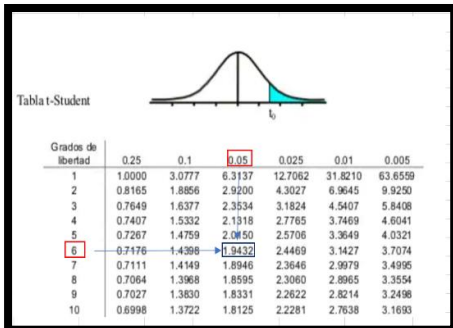
$$\text{Grados de libertad} = n_1 + n_2 - 2$$

$$Gf = 4 + 4 - 2$$

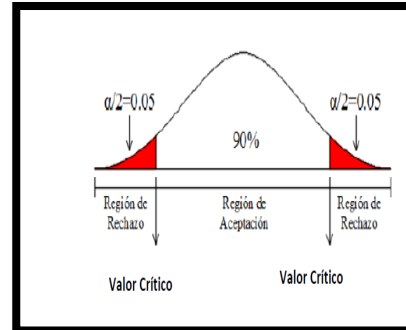
GI= 6

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 18 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03.*



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0050	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4956
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2496
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

d) Estadística de Pruebas

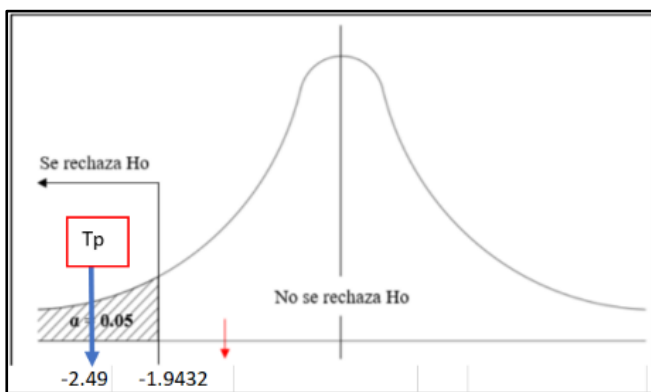
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=1.96$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p= -2.49$$

e) Comparación

Si $|T_p| > |t|$ Se Rechazar la Ho

Gráfico 19 *Gráfico de comparación*



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -0.92 > -1.9432 = t \alpha/2$, SE RECHAZA LA Ha, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

f) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.3.3 Contratación de hipótesis específica N.º 03 (28 días)

Hipótesis específica N.º 03:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 10 % con la adición de la ductilidad de 30Kg de fibra de acero de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ ”

Para constatar la hipótesis nº03 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 28 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 50 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 30kg de fibra de acero a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 01	PEF/CFA30-01-14	43.68	40.71
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 02	PEF/CFA30-02-14	44.70	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 03	PEF/CFA30-03-14	38.26	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO- 04	PEF/CFA30-04-14	36.20	

Fuente: Elaboración propia

Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 52 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	37.88	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 30 KG DE FIBRA DE ACERO	40.71	4	17.02	4.13	10.13%

Fuente: Elaboración propia

a) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 30 kg de fibra de acero a los 28 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

b) Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente:

Grados de libertad = n_1+n_2-2

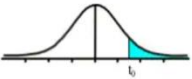
$Gf=4+4-2$

GI= 6

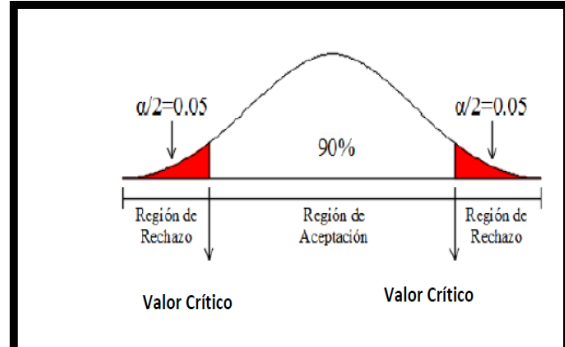
El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 20 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°03.*

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	1.9650	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

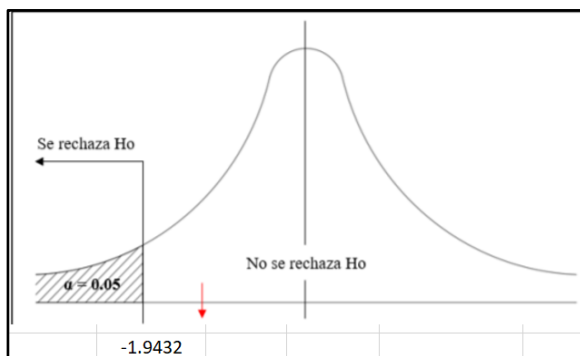
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=4.13$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -0.97$$

d) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_0

Gráfico 21 *Gráfico de comparación*



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -0.97 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_0** con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es menor en un 10% del concreto con la adición de 30 kg de la ductilidad de la fibra de acero en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.4 Contrastación de hipótesis específica N.º 04

3.9.7.4.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 04 (7 días)

Hipótesis específica N.º 04:” La efectividad de la resistencia a la flexión crece en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$

Para constatar la hipótesis nº04 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días de curado tal como se muestra a continuación

Tabla 53 Concreto tradicional $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7días.

Nº	DESCRIPCION	Código Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54

Concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 04kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP4-01-7	28.46	31.32
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP4-02-7	34.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP4-03-7	29.60	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP4-04-7	32.93	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 55 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	31.36	4	1.55	1.25	3.98%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	31.32	4	7.52	2.74	8.76%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20 % del concreto con la adición de 4 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión sube en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 22 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04.*

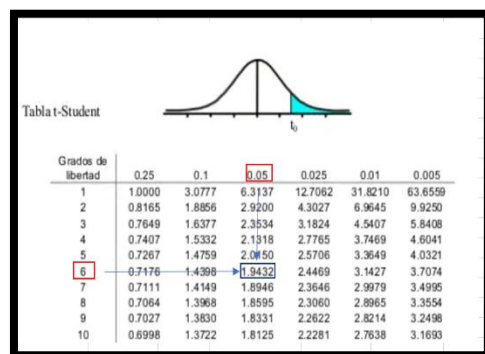
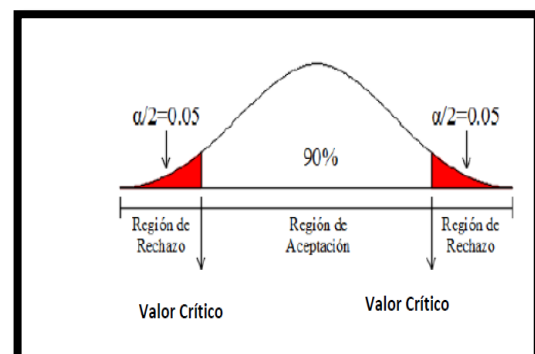


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: *Elaboración propia*

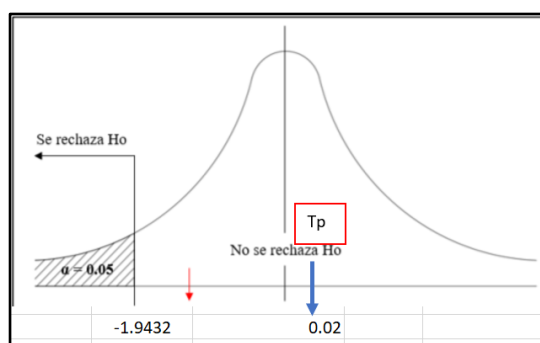
c) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=2.13$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p= 0.02$$

d) Comparación

Si $|T_p| < |t|$ No se Rechazar el H_0

Gráfico 23 Gráfico de comparación

Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = 0.02 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) Conclusión

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20 % del concreto con la adición de 4 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

3.9.7.4.2 Contrastación de hipótesis específica N.º 04 (14 días)

Hipótesis específica N.º 04: "La efectividad de la resistencia a la flexión sube en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Para constatar la hipótesis nº04 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días de curado tal como se observa a continuación.

Tabla 56 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 04kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP4-01-14	34.91	35.02
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP4-02-14	37.38	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP4-03-14	38.13	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP4-04-14	29.68	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 58 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	31.36	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	35.02	4	14.60	3.82	10.91%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20 % del concreto con la adición de 4 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 24 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04.

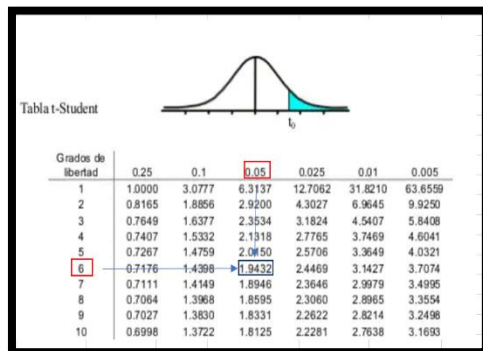
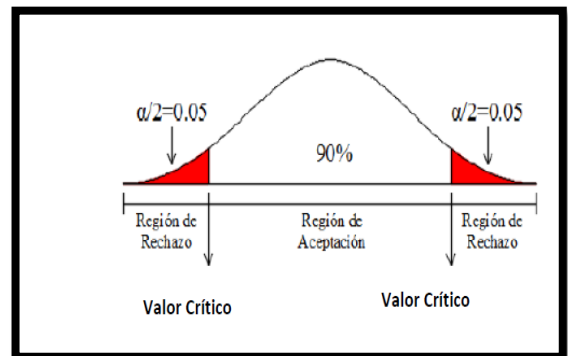


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

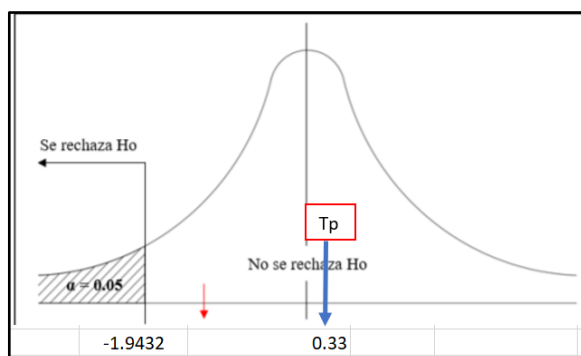
c) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=3.16$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p= 0.33$$

d) Comparación

Si $|T_p| > |t|$ No se Rechazar la Ho

Gráfico 25 Gráfico de comparación

Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = 0.33 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, **NO SE RECHAZA LA Ho**, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión no incrementa en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

3.9.7.4.3 Contrastación de hipótesis específica N.º 04 (28 días)

Hipótesis específica N.º 04:” La efectividad de la resistencia a la flexión incrementa en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Para constatar la hipótesis nº04 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 59 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 04kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP4-01-14	37.15	38.02
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP4-02-14	39.49	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP4-03-14	39.18	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP4-04-14	36.27	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 61 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S^2	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	37.88	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	38.02	4	2.44	1.56	4.11%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20 % del concreto con la adición de 4 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 26 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°04.

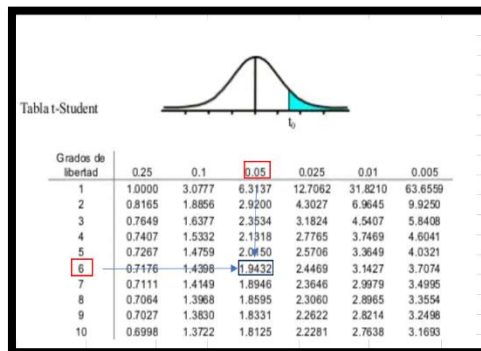
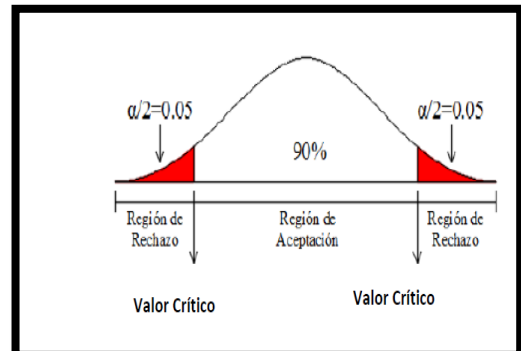


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

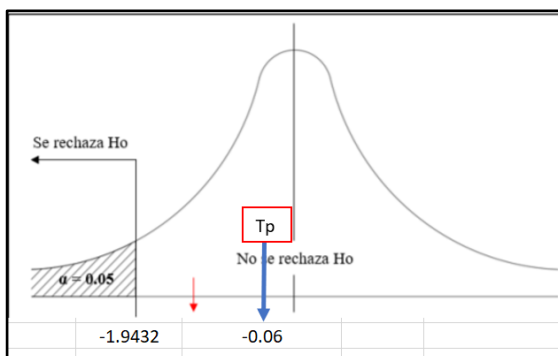
$S_p=3.13$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$T_p= -0.06$

d) Comparación

Si $|T_p| > |t|$ No se Rechazar la Ho

Gráfico 27 Gráfico de comparación

Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -0.06 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, **NO SE RECHAZA LA H_0** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión no se eleva en un 20 % con la adición de la ductilidad de 4Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.5 Contrastación de hipótesis específica N.º 05

3.9.7.5.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 05 (7 días)

Hipótesis específica N.º 05:” La efectividad de la resistencia a la flexión se eleva en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº05 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días de curado tal como se observa a continuación

Tabla 62 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP6-01-7	36.11	35.19
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP6-02-7	32.79	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP6-03-7	36.36	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP6-04-7	35.49	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 64 Cuadro de dato estadístico

Nº	Tipo de Muestra	X	n	s^2	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	31.36	4	1.55	1.25	3.98%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	35.19	4	2.69	1.64	4.66%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 6 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

$H_0: \text{Si } X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión incrementa en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gf=4+4-2$

$Gf= 6$

El Punto Crítico $t (n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 28 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05.*

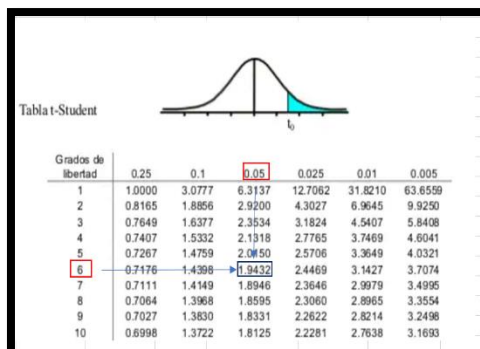
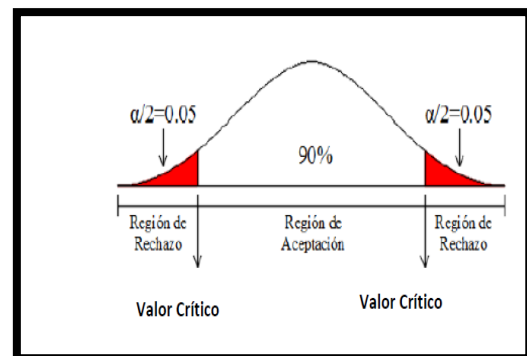


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: *Elaboración propia*

c) **Estadística de Pruebas**

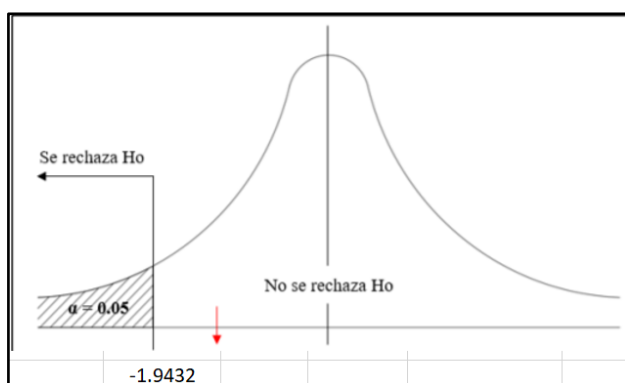
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=1.46$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -3.72$$

d) **Comparación**

Si $|X_1| < |X_2|$ **Se acepta la Ha**

Gráfico 29 Gráfico de comparación



Fuente: *Elaboración propia*

Como $t_p = -3.72 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la Ha**, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) **Conclusión**

La efectividad de la resistencia a la flexión mejora en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.5.2 Contrastación de hipótesis específica N.º 05 (14 días)

Hipótesis específica N.º 05: "La efectividad de la resistencia a la flexión mejora en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº05 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días de curado tal como se visualiza a continuación.

Tabla 65 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP6-01-14	42.29	40.33
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP6-02-14	38.18	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP6-03-14	43.42	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP6-04-14	37.45	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 67 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	s^2	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	35.75	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 6KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	40.33	4	8.77	2.96	7.34%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 6 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión crece en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2


$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

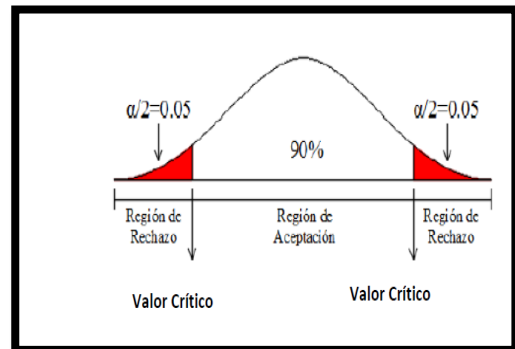
El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 30 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05.

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6599
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}}$$

$$S_p = 2.66$$

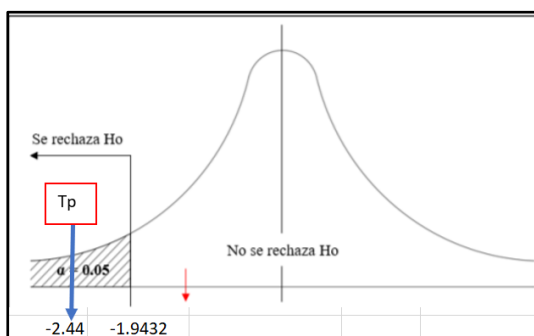
$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

$$T_p = -2.44$$

d) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 31 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -2.44 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X1 < X2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

e) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión se eleva en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.5.3 Contrastación de hipótesis específica N.º 05 (28 días)

Hipótesis específica N.º 05:” La efectividad de la resistencia a la flexión se eleva en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº05 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días de curado tal como se muestra a continuación.

Tabla 68 Concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm² a los 14días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69 Concreto $f'c=280$ kg/cm² con adición de 06kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP6-01-14	41.42	44.94
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP6-02-14	43.77	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP6-03-14	49.59	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO FC=280kg/cm2 ADICIONANDO 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP6-04-14	44.98	

Fuente: Elaboración propia

f) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 70 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm2	31.36	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO fc=280kg/cm2 ADICIONANDO 6KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	44.94	4	11.78	3.43	7.64%

Fuente: Elaboración propia

g) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 6 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

$$\text{Grados de libertad} = n_1 + n_2 - 2$$

$$Gl = 4 + 4 - 2$$

$$Gl = 6$$

El Punto Crítico $t(n_1 + n_2 - 2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 32 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°05.

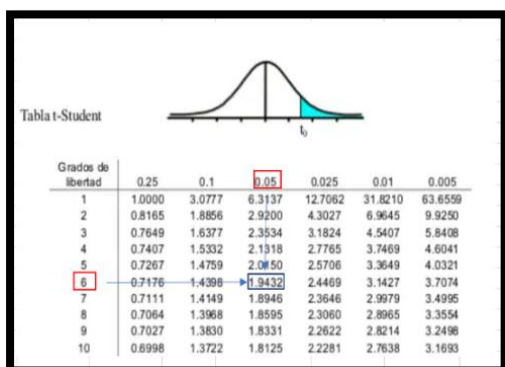
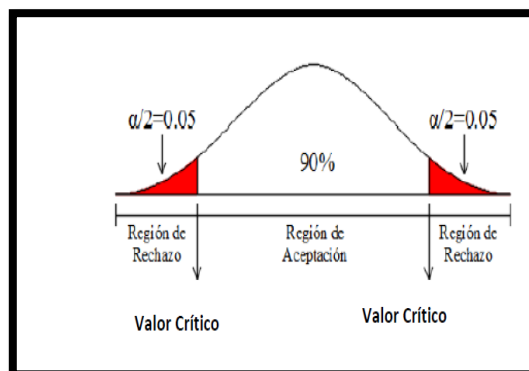


Tabla t-Student

Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

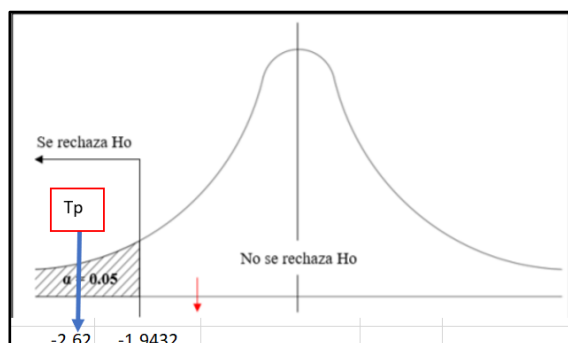
h) Estadística de Pruebas

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad S_p = 3.80$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -2.62$$

i) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ Se acepta la H_a

Gráfico 33 Gráfico de comparación

Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -2.62 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la H_a** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

j) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión sube en un 20 % con la adición de la ductilidad de 6Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.6 Contrastación de hipótesis específica N.º 06

3.9.7.6.1 Contrastación de hipótesis específica N.º 06 (7 días)

Hipótesis específica N.º 06:” La efectividad de la resistencia a la flexión sube en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº06 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días de curado tal como se observa a continuación

Tabla 71 Concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm² a los 7días

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	30.01	31.36
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 02	PEF/CT-02	31.71	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 03	PEF/CT-03	30.80	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 04	PEF/CT-04	32.91	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP8-01-7	28.59	33.47
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP8-02-7	32.93	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP8-03-7	35.90	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP8-04-7	36.45	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 73 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	s^2	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	31.36	4	1.55	1.25	3.98%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	33.47	4	12.98	3.60	10.76%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 7 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 8 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión incrementa en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8 Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

Grados de libertad = n_1+n_2-2


$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

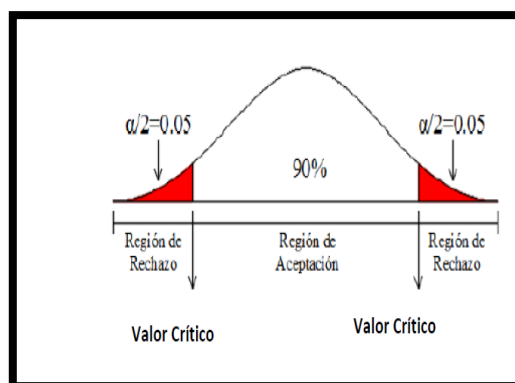
El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 34 *Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06.*

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

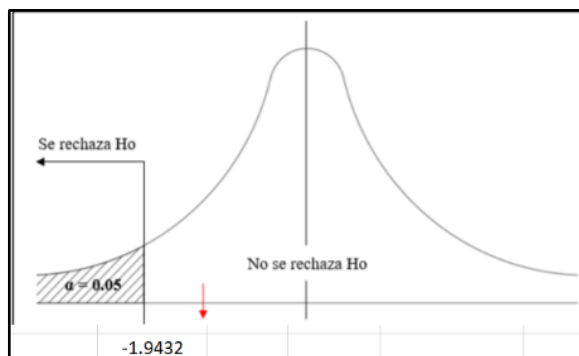
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p = 2.70$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p = -1.11$$

d) Comparación

Si $|X_1| < |X_2|$ **Se acepta la Ha**

Gráfico 35 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = -1.11 < -1.9432 = t_{\alpha/2}$, $\{X_1 < X_2\}$ **Se acepta la Ha**, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

e) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

3.9.7.6.2 Contrastación de hipótesis específica N.º 06 (14 días)

Hipótesis específica N.º 06:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº06 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días de curado tal como se visualiza a continuación

Tabla 74 Concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	34.11	35.75
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	37.29	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	38.16	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	33.47	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75 Concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP8-01-14	29.73	34.58
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP8-02-14	34.12	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP8-03-14	32.35	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP8-04-14	42.14	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 76 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	s^2	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280\text{kg/cm}^2$	31.36	4	5.37	2.32	6.48%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	34.58	4	28.61	5.35	15.47%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X_1 = Resistencia a la flexión del concreto tradicional $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 14 días.

X_2 = Resistencia a la flexión del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ adicionando 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 14 días.

Hipótesis Nula

H_0 : Si $X_1 \geq X_2$

Si $|T_p| < |t|$ Rechazar H_0

La resistencia a la flexión promedio a los 14 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 8 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Hipótesis Alterna

H_0 : Si $X_1 < X_2$

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión se eleva en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8 Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

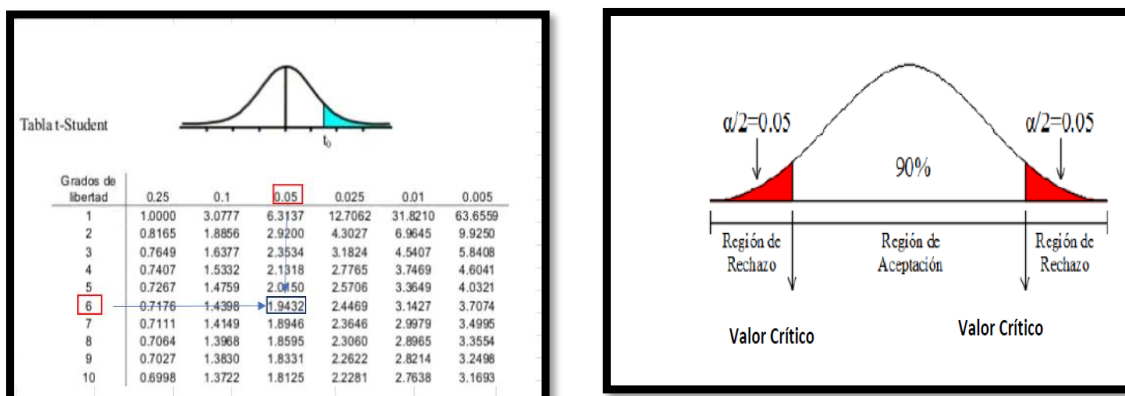
Grados de libertad = n_1+n_2-2

$Gl=4+4-2$

$Gl= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 36 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06.



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

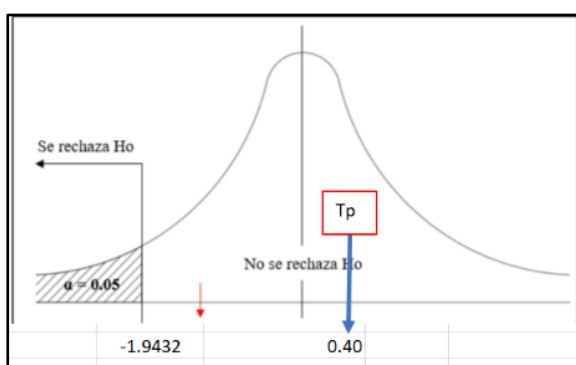
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=4.12$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p=0.40$$

d) Comparación

Si $|T_p| > |t|$ No Se Rechazar la Ho

Gráfico 37 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = 0.40 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, **NO SE RECHAZA LA Ho**, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%,

e) Conclusión

La efectividad de la resistencia a la flexión no aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm².

3.9.7.6.3 Contratación de hipótesis específica N.º 06 (28 días)

Hipótesis específica N.º 06:” La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'c=280$ kg/cm²

Para constatar la hipótesis nº06 se consideró los resultados de los ensayos elaborados con el concreto patrón y el concreto con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días de curado tal como se exhibe a continuación.

Tabla 77 Concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días.

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	39.59	37.88
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 02	PEF/CT-02	32.05	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 03	PEF/CT-03	41.69	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL- 04	PEF/CT-04	38.19	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78 Concreto $f'c=280$ kg/cm² con adición de 08kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días

Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	RESISTENCIA AMr (Kg/cm2)	RESISTENCIA Mr Promedio
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -01	PEF/CMP8-01-14	37.80	36.26
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -02	PEF/CMP8-02-14	40.91	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -03	PEF/CMP8-03-14	29.21	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO -04	PEF/CMP8-04-14	37.11	

Fuente: Elaboración propia

a) Datos Estadísticos Obtenidos

Tabla 79 Cuadro de dato estadístico.

Nº	Tipo de Muestra	X	n	S ²	S	Coef. Var
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO TRADICIONAL FC=280kg/cm ²	37.88	4	17.16	4.14	10.94%
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CONCRETO fc=280kg/cm ² ADICIONANDO 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	36.26	4	24.83	4.98	13.74%

Fuente: Elaboración propia

b) Hipótesis

X₁= Resistencia a la flexión del concreto tradicional f'c=280kg/cm² a los 28 días.

X₂= Resistencia a la flexión del concreto f'c=280kg/cm² adicionando 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días.

Hipótesis Nula

H₀: Si X₁ ≥ X₂

Si | T_p | < | t | Rechazar H₀

La resistencia a la flexión promedio a los 28 días del concreto tradicional es mayor o igual en un 20% del concreto con la adición de 8 kg de la ductilidad de la macrofibra de polipropileno en un diseño pavimento rígido con dosificación f'c=280kg/cm².

Hipótesis Alterna

H₀: Si X₁ < X₂

Unilateral con cola a la izquierda

La efectividad de la resistencia a la flexión aumenta en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8 Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación f'c=280 kg/cm².

Nivel de Significancia

	α	α
Nivel de Significancia	0.10	0.05

El grado de libertad al ser para muestras pequeñas de dos poblaciones es la siguiente

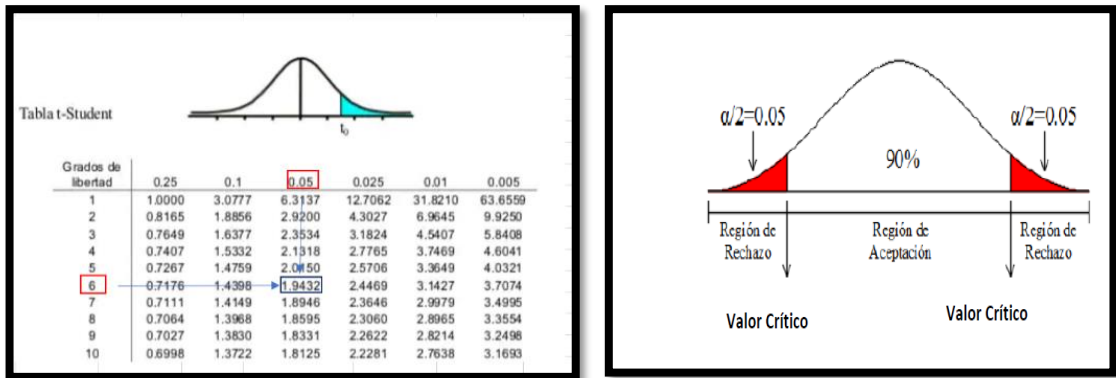
Grados de libertad = n₁+n₂-2

$GI=4+4-2$

$GI= 6$

El Punto Crítico $t(n_1+n_2-2; \alpha) = -1.9432$

Gráfico 38 Tabla t de Student para la hipótesis específica N°06.



Fuente: Elaboración propia

c) Estadística de Pruebas

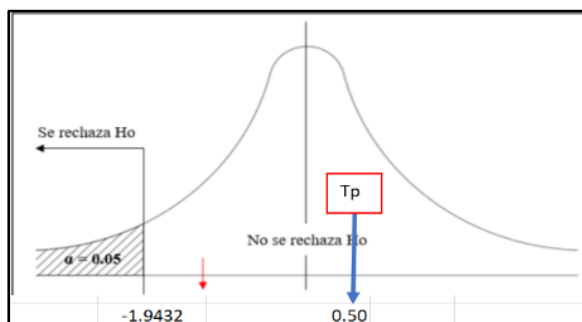
$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1+n_2-2}} \quad S_p=4.58$$

$$t_p = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad T_p= 0.50$$

d) Comparación

Si $|T_p| > |t|$ No Se Rechazar la Ho

Gráfico 39 Gráfico de comparación



Fuente: Elaboración propia

Como $t_p = 0.50 > -1.9432 = t_{\alpha/2}$, **NO SE RECHAZA LA H_0** , con un nivel de significancia de $\alpha = 0.1$ y confiabilidad de 90%.

e) **Conclusión**

La efectividad de la resistencia a la flexión no incrementa en un 20 % con la adición de la ductilidad de 8Kg de macrofibra de polipropileno de un diseño de pavimento rígido con dosificación $f'_c=280$ kg/cm².

3.10 CONSIDERACIONES ETICAS

La presente Investigación que realizamos trae la participación de terceras personas en el proceso de manipular algunos materiales, en la elaboración de ensayos, en el transporte de materiales con la finalidad de obtener nuestros datos y poder sacar nuestros resultados es por eso que en la siguiente investigación se cuenta con las siguientes consideraciones éticas.

- El valor de esta investigación es aportar con el conocimiento del diseño de concreto con la adición el filamento de acero y macrofilamento de polipropileno en un pavimento rígido $f'_c=280$ kg/cm² como una nueva propuesta frente al diseño tradicional.
- La investigación propuesta tiene la viabilidad de producir nuevos conocimientos para respaldar futuros proyectos viales, estructurales, que involucren los aditivos de fibra de acero y macrofibra de polipropileno.
- El personal de apoyo fue remunerado por los servicios prestados, asegurándose su bienestar, integridad física, material y económica.
- Los investigadores y los participantes que ayudaron con la investigación cumplieron con los lineamientos de seguridad y salud en los trabajos realizados de manera que no se expongan su salud física y mental realizando los trabajos en un ambiente seguro con los equipos de protección personal y

con el distanciamiento establecido por las normas para el plan de prevención y control del COVID-19.

- Los investigadores y los participantes tienen el conocimiento de la investigación para llevar de manera correcta el proceso de preparación de diseño de mezcla y elaboración de tubos de ensayo, siempre prevaleciendo el dialogo la información entre los investigadores y los participantes a la hora de cualquier manipulación y proceso de elaboración.

4 CAPITULO V. RESULTADOS

4.1 RESULTADOS DEL ENSAYO

4.1.1 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280$ KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto patrón que no contiene ninguna adición de fibra ni macro fibra.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño $f'c=280$ kg/cm² para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 80 Concreto tradicional patrón $f'c=280$ kg/cm² a los 07 días de curado

ANALISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CONVENCIONAL FC=280KG/CM2 - EDAD: 7 DIAS																							
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO												CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA Alr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)				LONGITUD DEL ESPECIME N	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)				Verificación		
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO											
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	280.00	24/09/2021	01/10/2021	15.03	15.05	15.05	15.04	15.04	15.06	15.05	50.03	45.03	2270.00	7	30.01	2.94	2.75 -5.49	SI CUMPLE			
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 02	PEF/CT-02	280.00	24/09/2021	01/10/2021	15.05	15.06	15.10	15.07	15.05	15.10	15.08	50.04	45.04	2410.00	7	31.71	3.11	2.75 -5.49	SI CUMPLE			
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 03	PEF/CT-03	280.00	24/09/2021	01/10/2021	15.06	15.04	15.10	15.07	15.05	15.10	15.08	50.05	45.05	2340.00	7	30.80	3.02	2.75 -5.49	SI CUMPLE			
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 04	PEF/CT-04	280.00	24/09/2021	01/10/2021	15.04	15.05	15.10	15.06	15.06	15.10	15.08	50.05	45.05	2500.00	7	32.91	3.23	2.75 -5.49	SI CUMPLE			
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO TRADICIONAL A LOS 07 DIAS																	31.36	KG/CM2					

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto tradicional a los 7 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 31.36 kg/, observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado.

Tabla 81 Concreto tradicional patrón $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CONVENCIONAL FC=280KG/CM2 - EDAD: 14 DIAS																				
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO								CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA			
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN				LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % f _c al	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO								
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	280.00	24/09/2021	08/10/2021	15.12	15.09	15.10	15.10	15.12	15.10	15.11	50.04	45.04	2610	14	34.11	3.34	2.75-5.49	SI CUMPLE
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 02	PEF/CT-02	280.00	24/09/2021	08/10/2021	15.09	15.11	15.10	15.10	15.09	15.10	15.10	50.03	45.03	2850	14	37.29	3.66	2.75-5.49	SI CUMPLE
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 03	PEF/CT-03	280.00	24/09/2021	08/10/2021	15.11	15.06	15.12	15.10	15.11	15.12	15.12	50.02	45.02	2920	14	38.16	3.74	2.75-5.49	SI CUMPLE
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 04	PEF/CT-04	280.00	24/09/2021	08/10/2021	15.08	15.08	15.09	15.08	15.08	15.09	15.09	50.04	45.04	2550	14	33.47	3.28	2.75-5.49	SI CUMPLE
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO TRADICIONAL A LOS 14 DIAS																	35.75	KG/CM2		

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto tradicional a los 14 días de curado obteniendo un promedio de 35.75 kg/cm², observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado aumentando en un 14.80% su resistencia aproximadamente con respecto a los 7 días.

Tabla 81 Concreto tradicional patrón $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CONVENCIONAL FC=280KG/CM2 - EDAD: 28 DIAS																				
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO								CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA			
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN				LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % f _c al	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO								
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 01	PEF/CT-01	280.00	24/09/2021	22/10/2021	15.12	15.09	15.10	15.10	15.12	15.10	15.11	50.04	45.04	3030	28	39.59	3.88	2.75-5.49	SI CUMPLE
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 02	PEF/CT-02	280.00	24/09/2021	22/10/2021	15.09	15.11	15.10	15.10	15.09	15.10	15.10	50.03	45.03	2450	28	32.05	3.14	2.75-5.49	SI CUMPLE
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 03	PEF/CT-03	280.00	24/09/2021	22/10/2021	15.11	15.06	15.12	15.10	15.11	15.12	15.12	50.02	45.02	3190	28	41.69	4.09	2.75-5.49	SI CUMPLE
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL - 04	PEF/CT-04	280.00	24/09/2021	22/10/2021	15.08	15.08	15.09	15.08	15.08	15.09	15.09	50.04	45.04	2910	28	38.19	3.74	2.75-5.49	SI CUMPLE
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO TRADICIONAL A LOS 28 DIAS																	37.88	KG/CM2		

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto tradicional a los 28 días de curado obteniendo un promedio de 37.88 kg/cm², observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado aumentando en un 9.03 % su resistencia aproximadamente con respecto a los 14 días

4.1.2 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 10 KG DE FIBRA DE ACERO F'C=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 82 Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 07 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 10KG FIBRA DE ACERO FC=280KG/CM2 - EDAD: 07 DIAS																					
Nº	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % fo al 20 %fc) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/CFA10-01-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.10	15.15	15.10	15.12	15.10	15.08	15.09	50.00	45.00	2650	7	34.58	3.39	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/CFA10-02-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.12	15.18	15.10	15.13	15.12	15.05	15.09	50.00	45.00	2590	7	33.74	3.31	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/CFA10-03-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.10	15.10	15.08	15.09	15.10	15.07	15.09	50.00	45.00	2610	7	34.18	3.35	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/CFA10-04-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.11	15.09	15.09	15.10	15.11	15.06	15.09	50.00	45.00	2460	7	32.20	3.16	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 10 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 07 DIAS																	33.67	KG/CM2			

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 7 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 33.67 kg/cm², observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 7.36% mayor.

Tabla 83 Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 10KG FIBRA DE ACERO FC=280KG/CM ² - EDAD: 14 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO								CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/CF10-01-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.10	15.08	15.10	15.09	15.10	15.08	15.09	50.00	45.00	2840	14	37.18	3.64	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/CF10-02-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.11	15.10	15.05	15.09	15.11	15.07	15.09	50.00	45.00	2780	14	36.42	3.57	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/CF10-03-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.12	15.11	15.10	15.11	15.12	15.02	15.07	50.00	45.00	3100	14	40.54	3.97	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/CF10-04-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.09	15.10	15.02	15.07	15.09	15.01	15.05	50.00	45.00	2650	14	34.89	3.42	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 10 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 14 DÍAS																37.26	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 37.26 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 4.22 % mayor.

Tabla 84 Concreto con adición de 10 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 10KG FIBRA DE ACERO FC=280KG/CM ² - EDAD: 28 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO								CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/CF10-01-28	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.10	15.10	15.10	15.10	15.02	15.01	15.02	50.00	45.00	2980	28	39.17	3.84	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/CF10-02-28	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.11	15.09	15.10	15.10	15.02	15.02	15.02	50.00	45.00	3460	28	45.46	4.46	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/CF10-03-28	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.12	15.10	15.09	15.10	15.02	15.02	15.02	50.00	45.00	2720	28	35.72	3.50	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 10KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/CF10-04-28	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.10	15.13	15.10	15.11	15.02	15.01	15.02	50.00	45.00	2960	28	38.86	3.81	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 10 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 28 DÍAS																39.80	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 10 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio

alcanzado de 39.80 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 5.07 % mayor.

4.1.3 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 20 KG DE FIBRA DE ACERO F'C=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 85 Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 07 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON 20KG FIBRA DE ACERO FC=280KG/CM2 - EDAD: 07 DIAS																					
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO										CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MODULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGUN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % f_c al 20 % f_c) (Mpa)	Verificacion	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 20KG DE FIBRA DE ACERO-01	PEF/CF A20-01-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.10	15.08	15.05	15.08	15.10	15.06	15.08	50.00	45.00	2960	7	38.86	3.81	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 20KG DE FIBRA DE ACERO-02	PEF/CF A20-02-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.07	15.05	15.00	15.04	15.07	15.10	15.09	50.00	45.00	2650	7	34.95	3.43	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 20KG DE FIBRA DE ACERO-03	PEF/CF A20-03-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.07	15.00	15.10	15.06	15.07	15.00	15.04	50.00	45.00	2890	7	38.15	3.74	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 20KG DE FIBRA DE ACERO-04	PEF/CF A20-04-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.16	15.07	15.05	15.09	15.16	15.08	15.12	50.00	45.00	2870	7	37.49	3.68	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 20 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 07 DIAS																	37.36	KG/CM2			

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 7 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 38.17 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 19.15% mayor.

Tabla 86 Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 20KG FIBRA DE ACERO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 14 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	F _c 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280$ KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/CF20-01-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.10	15.18	15.12	15.13	15.10	15.08	15.09	50.00	45.00	3100	14	40.37	3.96	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/CF20-02-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.11	15.20	15.13	15.15	15.11	15.05	15.08	50.00	45.00	2980	14	38.76	3.80	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/CF20-03-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	15.10	50.00	45.00	3000	14	39.21	3.84	2.75-5.49	SI CUMPLE		
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/CF20-04-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.12	15.10	15.05	15.09	15.12	15.07	15.10	50.00	45.00	2790	14	36.53	3.58	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 20 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 14 DÍAS																38.72	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 38.72 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 8.31 % mayor.

Tabla 87 Concreto con adición de 20 kg de fibra de acero $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 20KG FIBRA DE ACERO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 28 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	F _c 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280$ KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/CF20-01-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.10	15.11	15.10	15.10	15.10	15.10	50.00	45.00	3170	28	41.41	4.06	2.75-5.49	SI CUMPLE		
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/CF20-02-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.11	15.09	15.08	15.09	15.11	15.09	50.00	45.00	3030	28	39.64	3.89	2.75-5.49	SI CUMPLE		
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/CF20-03-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.09	15.08	15.07	15.08	15.09	15.10	50.00	45.00	3240	28	42.47	4.16	2.75-5.49	SI CUMPLE		
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 20KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/CF20-04-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.12	15.10	15.05	15.09	15.12	15.10	50.00	45.00	3150	28	41.20	4.04	2.75-5.49	SI CUMPLE		
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 20 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 28 DÍAS																41.18	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 20 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 41.18 kg/cm² ; observándose que la resistencia alcanzada está

dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 8.71% mayor.

4.1.4 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 30 KG DE FIBRA DE ACERO FC=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 88 Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 07 días de curado

ANALISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON 30KG FIBRA DE ACERO FC=280KG/CM2 - EDAD: 07 DIAS																				
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO									CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA AMr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MODULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGUN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIME N	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)				Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificacion
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO								
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 30KG DE FIBRA DE ACERO - 01	PEF/IFA30-01-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.15	15.10	15.10	15.12	15.13	15.08	15.11	50.00	45.00	2680	7	34.94	3.43	2.75-5.49	SI CUMPLE
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 30KG DE FIBRA DE ACERO - 02	PEF/IFA30-02-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.13	15.05	15.00	15.06	15.12	15.10	15.11	50.00	45.00	2770	7	36.37	3.57	2.75-5.49	SI CUMPLE
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 30KG DE FIBRA DE ACERO - 03	PEF/IFA30-03-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.16	15.04	15.05	15.08	15.16	15.12	15.14	50.00	45.00	2950	7	38.54	3.78	2.75-5.49	SI CUMPLE
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 30KG DE FIBRA DE ACERO - 04	PEF/IFA30-04-7	280.00	30/09/2021	07/10/2021	15.15	15.08	15.05	15.09	15.15	15.09	15.12	50.00	45.00	2630	7	34.36	3.37	2.75-5.49	SI CUMPLE
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 30 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 07 DIAS																36.05	KG/CM2			

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 7 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 36.05 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 14.95% mayor.

Tabla 89 Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 14 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 30KG FIBRA DE ACERO $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ - EDAD: 14 DIAS																							
Nº	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO												CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECÍMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECÍMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECÍMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación						
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO											
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-01	PEF/CFA30-01-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.10	15.02	15.10	15.07	15.10	15.10	15.10	50.00	45.00	2900	14	38.04	3.73	2.75-5.49	SI CUMPLE			
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-02	PEF/CFA30-02-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.09	15.02	15.08	15.06	15.09	15.08	15.09	50.00	45.00	3100	14	40.76	4.00	2.75-5.49	SI CUMPLE			
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-03	PEF/CFA30-03-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.08	15.02	15.09	15.06	15.08	15.09	15.09	50.00	45.00	3060	14	40.23	3.94	2.75-5.49	SI CUMPLE			
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-04	PEF/CFA30-04-14	280.00	30/09/2021	14/10/2021	15.08	15.02	15.12	15.07	15.08	15.12	15.10	50.00	45.00	2880	14	37.78	3.70	2.75-5.49	SI CUMPLE			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 30 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 14 DÍAS																	39.20	KG/CM ²					

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 39.20 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 9.65 % mayor.

Tabla 90 Concreto adición 30 kg de fibra de acero $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 30KG FIBRA DE ACERO $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ - EDAD: 28 DIAS																							
Nº	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO												CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECÍMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECÍMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECÍMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación						
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO											
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-01	PEF/CFA30-01-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.10	15.02	15.10	15.07	15.10	15.10	15.10	50.00	45.00	3330	28	43.68	4.28	2.75-5.49	SI CUMPLE			
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-02	PEF/CFA30-02-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.09	15.02	15.08	15.06	15.09	15.08	15.09	50.00	45.00	3400	28	44.70	4.38	2.75-5.49	SI CUMPLE			
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-03	PEF/CFA30-03-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.08	15.02	15.09	15.06	15.08	15.09	15.09	50.00	45.00	2910	28	38.26	3.75	2.75-5.49	SI CUMPLE			
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 30KG DE FIBRA DE ACERO-04	PEF/CFA30-04-14	280.00	30/09/2021	28/10/2021	15.08	15.02	15.12	15.07	15.08	15.12	15.10	50.00	45.00	2760	28	36.20	3.55	2.75-5.49	SI CUMPLE			
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 30 KG DE FIBRA DE ACERO A LOS 28 DÍAS																	40.71	KG/CM ²					

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 30 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 40.71 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del

concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 7.47% mayor.

4.1.5 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 4 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO F'C=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto con la adición de 4 kg de macro fibra de polipropileno.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño f'c=280kg/cm² para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra posteriormente.

Tabla 91 Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno f'c=280 kg/cm² a los 07 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON 4KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280KG/CM2 - EDAD: 7 DIAS																					
Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO								CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCI AMr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MODULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Modulo de Rotura según Norma (10 % fo al 20 %fo) (Mpa)	Verificacion
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 4KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CMP4-01-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.05	15.05	15.04	15.05	15.10	15.10	15.10	50.04	45.04	2160	7	28.46	2.79	2.75-5.49	SICUMPLE	
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 4KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CMP4-02-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.04	15.05	15.06	15.05	15.08	15.08	15.08	50.05	45.05	2600	7	34.29	3.36	2.75-5.49	SICUMPLE	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 4KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CMP4-03-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.08	15.08	15.09	15.08	15.05	15.05	15.05	50.05	45.05	2250	7	29.60	2.90	2.75-5.49	SICUMPLE	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 4KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CMP4-04-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.06	15.06	15.10	15.07	15.04	15.06	15.05	50.04	45.04	2500	7	32.93	3.23	2.75-5.49	SICUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO MAS LA ADICION DE 04 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 07 DIAS																31.32	KG/CM2				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 4 kg de macrofibra de polipropileno a los 7 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 31.32 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una deficiencia en 0.13% menor.

Tabla 92 Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 4KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 14 DÍAS																					
Nº	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280$ KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CMP4-01-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.05	15.06	15.04	15.05	15.10	15.08	15.09	50.03	45.03	2650	14	34.91	3.42	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CMP4-02-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.05	15.05	15.04	15.05	15.08	15.05	15.07	50.05	45.05	2830	14	37.38	3.66	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CMP4-03-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.06	15.06	15.07	15.06	15.10	15.08	15.09	50.02	45.02	2900	14	38.13	3.74	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CMP4-04-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.04	15.05	15.04	15.04	15.10	15.08	15.09	50.04	45.04	2250	14	29.68	2.91	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÁS LA ADICIÓN DE 04 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 14 DÍAS																35.02	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 4 kg de macrofibra de polipropileno de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 35.02 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75kg/cm² en la cual se va apreciando una deficiencia en 2.04 % menor.

Tabla 93 Concreto con adición 4kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 4KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 28 DÍAS																					
Nº	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA $f'c=280$ KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Rotura según Norma (10 % $f'c$ al 20 % $f'c$) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CMP4-01-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.05	15.06	15.04	15.05	15.10	15.08	15.09	50.03	45.03	2820	28	37.15	3.64	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CMP4-02-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.05	15.05	15.04	15.05	15.08	15.05	15.07	50.05	45.05	2990	28	39.49	3.87	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CMP4-03-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.06	15.06	15.07	15.06	15.10	15.08	15.09	50.02	45.02	2980	28	39.18	3.84	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN/CON 4KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CMP4-04-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.04	15.05	15.04	15.04	15.10	15.08	15.09	50.04	45.04	2750	28	36.27	3.56	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO MÁS LA ADICIÓN DE 04 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS																38.02	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 4 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 38.02 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro

del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 0.37 % mayor.

4.1.6 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 6 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra las resistencias promedias a la flexión obtenidas del concreto con la adición de 6 kg de macro fibra de polipropileno.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se muestra en los siguientes cuadros.

Tabla 94 Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ a los 07 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON 6KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280KG/CM2 - EDAD: 07 DIAS																					
Nº	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO								CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MODULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Modulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificacion
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 6KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CMP6-01-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.05	15.10	15.08	15.08	15.10	15.08	15.09	50.04	45.04	2750	7	36.11	3.54	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 6KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CMP6-02-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.05	15.10	15.06	15.07	15.08	15.05	15.07	50.05	45.05	2490	7	32.79	3.21	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 6KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CMP6-03-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.05	15.08	15.07	15.07	15.09	15.07	15.08	50.10	45.10	2760	7	36.36	3.56	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CON 6KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CMP6-04-7	280.00	28/09/2021	05/10/2021	15.05	15.06	15.05	15.05	15.10	15.06	15.08	50.08	45.08	2690	7	35.49	3.48	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 06 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 07 DIAS																35.19	KG/CM2				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 6 kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 35.19 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 12.21% mayor.

Tabla 95 Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 6KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280KG/CM ² - EDAD: 14 DIAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Modulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CM/P6-01-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.15	15.06	15.12	15.11	15.10	15.06	15.08	50.50	45.50	3200	14	42.29	4.15	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CM/P6-02-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.08	15.10	15.09	15.09	15.03	15.05	15.04	50.40	45.40	2880	14	38.18	3.74	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CM/P6-03-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.05	15.08	15.05	15.06	15.05	15.04	15.05	50.60	45.60	3250	14	43.42	4.26	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CM/P6-04-14	280.00	28/09/2021	12/10/2021	15.11	15.00	15.08	15.06	15.04	15.08	15.06	50.70	45.70	2800	14	37.45	3.67	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 06 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 14 DIAS																40.33	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 6 kg de macrofibra de polipropileno de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 40.33 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 13.08 % mayor.

Tabla 96 Concreto con adición 6kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 6KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280KG/CM ² - EDAD: 28 DIAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO										CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)			LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)				Rango de Modulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación	
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CM/P6-01-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.13	15.06	15.08	15.09	15.04	15.06	15.05	50.50	45.50	3120	28	41.42	4.06	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CM/P6-02-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.10	15.07	15.09	15.09	15.03	15.05	15.04	50.40	45.40	3300	28	43.77	4.29	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CM/P6-03-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.05	15.08	15.10	15.08	15.05	15.04	15.05	50.60	45.60	3720	28	49.59	4.86	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 6KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CM/P6-04-14	280.00	28/09/2021	26/10/2021	15.04	15.05	15.08	15.06	15.04	15.08	15.06	50.70	45.70	3360	28	44.98	4.41	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 06 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DIAS																44.94	KG/CM ²				

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 6 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 44.94 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del

concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 18.63 % mayor.

4.1.7 RESULTADOS DE LAS PROBETAS PRISMATICAS A FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 8 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280 KG/CM2

En la siguiente tabla, se muestra la resistencia a la flexión media obtenida del hormigón con la adición de 8 kg de macro fibra de polipropileno.

Se ha optado por elaborar 4 especímenes de concreto con diseño fc=280kg/cm² para sacar la resistencia promedio en 7, 14 y 28 días tal como se observa en los cuadros siguientes.

Tabla 97 Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno f'c=280 kg/cm² a los 07días de curado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON 8KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FC=280KG/CM2 - EDAD: 07 DIAS																							
N°	DESCRIPCION	Codigo Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FISICAS DEL MOLDE PRISMATICO												CARGA (Kg)	EDAD (Dias)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACION DEL RANGO MINIMO DE MODULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM2 SEGUN NORMA		
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)				LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACION DE APOYO (cm)	Modulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Rotura según Norma (10 % f'c al 20 %f'c) (Mpa)				Verificacion		
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO											
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 8KG DE MACROFIBRA - 01	PEF/CMP8-01-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.07	15.06	15.05	15.06	15.07	15.04	15.06	50.40	45.40	2150	7	28.59	2.80	2.75-5.49	SI CUMPLE			
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 8KG DE MACROFIBRA - 02	PEF/CMP8-02-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.05	15.06	15.06	15.06	15.05	15.05	15.05	50.30	45.30	2480	7	32.93	3.23	2.75-5.49	SI CUMPLE			
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 8KG DE MACROFIBRA - 03	PEF/CMP8-03-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.04	15.05	15.06	15.05	15.04	15.06	15.05	50.50	45.50	2690	7	35.90	3.52	2.75-5.49	SI CUMPLE			
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION CON 8KG DE MACROFIBRA - 04	PEF/CMP8-04-7	280.00	29/09/2021	06/10/2021	15.03	15.08	15.06	15.06	15.03	15.08	15.06	50.40	45.40	2740	7	36.45	3.57	2.75-5.49	SI CUMPLE			
RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO CON LA ADICION DE 08 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 07 DIAS																	33.47	KG/CM2					

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno a los 07 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 33.47 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 7 días es de 31.36 kg/cm² en la cual se va apreciando una eficiencia en 6.73 % mayor.

Tabla 98 Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 14 días de curado

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 8KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 14 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Código Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO								CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 01	PEF/CMP8-01-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.10	15.05	15.10	15.08	15.10	15.01	15.06	50.05	45.05	2260	14	29.73	2.91	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 02	PEF/CMP8-02-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.11	15.10	15.08	15.10	15.11	15.02	15.07	50.06	45.06	2600	14	34.12	3.35	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 03	PEF/CMP8-03-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.09	15.11	15.07	15.09	15.09	15.02	15.06	50.08	45.08	2460	14	32.35	3.17	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 04	PEF/CMP8-04-14	280.00	29/09/2021	13/10/2021	15.07	15.08	15.09	15.08	15.07	15.02	15.05	50.05	45.05	3200	14	42.14	4.13	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 08 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 14 DÍAS																	34.58	KG/CM ²			

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno de acero a los 14 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 34.58 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 14 días es de 35.75 kg/cm² en la cual se va apreciando una deficiencia en 3.28 % menor.

Tabla 99 Concreto con adición 8kg de macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm² a los 28 días de curado.

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON 8KG MACROFIBRA DE POLIPROPILENO $f'c=280$ KG/CM ² - EDAD: 28 DÍAS																					
N°	DESCRIPCIÓN	Código Probeta	Fc 280 kg/cm ²	Fecha de Moldeo	Fecha de Roturas	PROPIEDADES FÍSICAS DEL MOLDE PRISMÁTICO								CARGA (Kg)	EDAD (Días)	RESISTENCIA Mr (Kg/cm ²)	VERIFICACIÓN DEL RANGO MÍNIMO DE MÓDULO DE ROTURA PARA FC=280KG/CM ² SEGÚN NORMA				
						ALTURA DEL ESPECIMEN (CM)				ANCHURA DEL ESPECIMEN (CM)							LONGITUD DEL ESPECIMEN	LONGITUD DE SEPARACIÓN DE APOYO (cm)	Módulo de Rotura Ensayado (Mpa)	Rango de Módulo de Rotura según Norma (10 % fc al 20 %fc) (Mpa)	Verificación
						INICIAL	MEDIO	FINAL	PROMEDIO	INICIAL	FINAL	PROMEDIO									
01	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 01	PEF/CMP8-01-14	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.10	15.08	15.12	15.10	15.10	15.01	15.06	50.05	45.05	2880	28	37.80	3.71	2.75-5.49	SI CUMPLE	
02	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 02	PEF/CMP8-02-14	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.12	15.08	15.10	15.10	15.12	15.02	15.07	50.06	45.06	3120	28	40.91	4.01	2.75-5.49	SI CUMPLE	
03	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 03	PEF/CMP8-03-14	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.13	15.10	15.10	15.11	15.13	15.02	15.08	50.08	45.08	2230	28	29.21	2.86	2.75-5.49	SI CUMPLE	
04	PROBETA PRISMÁTICA ENSAYO A LA FLEXIÓN CON 8KG DE MACROFIBRA- 04	PEF/CMP8-04-14	280.00	29/09/2021	27/10/2021	15.10	15.00	15.13	15.08	15.10	15.02	15.06	50.05	45.05	2820	28	37.11	3.64	2.75-5.49	SI CUMPLE	
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO CON LA ADICIÓN DE 08 KG DE MACROFIBRA DE POLIPROPILENO A LOS 28 DÍAS																	36.26	KG/CM ²			

Fuente: Elaboración propia

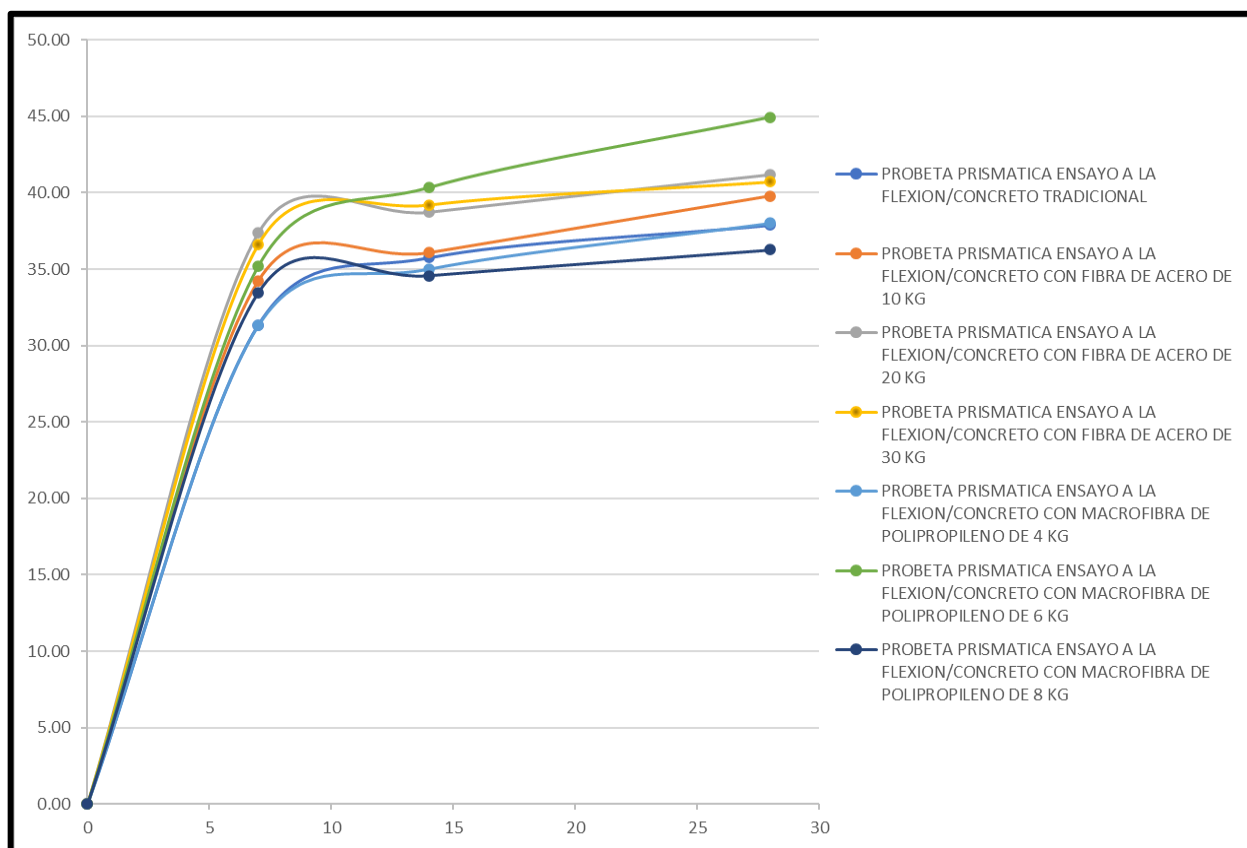
Se puede observar el promedio de la resistencia a flexión del concreto con la adición de 8 kg de fibra de acero a los 28 días de curado obteniendo un promedio alcanzado de 36.26 kg/cm²; observándose que la resistencia alcanzada está dentro

del rango normado a su vez se aprecia que versus el promedio aritmético del concreto tradicional a los 28 días es de 37.88 kg/cm² en la cual se va apreciando una deficiencia en 4.28% menor.

5 CAPITULO IV. DISCUSIONES

5.1 COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN OBTENIDA CON LA TEORIA Y ANTECEDENTES DE INVESTIGADORES

Gráfico 40 Gráfico de resistencia a la flexión de las probetas prismáticas.



Fuente: Elaboración propia

En la imagen de arriba se puede observar el comportamiento que presenta cada muestra de estudio al pasar los días desde los 7 días, 14 días y 28 días de rotura, los especímenes diseñados con proporciones de adición de fibra de acero, con adición de macrofibra de polipropileno y el diseño tradicional sometidos a cargas de flexión se tiene las siguientes discusiones.

Como se puede observar el concreto $f_c=280 \text{ kgm/cm}^2$ con la adición de fibra de acero presenta un ligero aumento de resistencia a la flexión en comparación con el diseño

tradicional tal como lo indicaba **Lucea, Ildelfonso (2010)**, en su estudio titulado "Concreto de Fibra de Acero, Propiedades del Metal" quien concluye;

Los hormigones con refuerzo de fibras de acero, tiene comportamientos estructurales que mejoran su tenacidad, control de grietas y resistencia a la flexión.

En nuestra investigación se observa que el concreto $f_c=280$ kg/cm² con la adición de 20kg fibra de acero a los 28 días presenta un aumento del 8.71% a la resistencia a la flexión habiendo esperado un aumento mayor o igual al 20% tal como se aprecia en la investigación de **Salcedo Puma, Ricardo (2019)**, en su tesis de investigación "Acción del filamento de acero en el suelo duro del distrito La Victoria -Lima 2019" concluyó lo siguiente;

Según los hallazgos de haber probado la flexibilidad lograda en este trabajó para concreto con y sin fibras, donde se representan como vigas, se encuentra que luego de agregar fibras al concreto post-neutralización resulta se aumenta en un 25 % la resistencia a la flexión sobre una vida útil de 28 años y, por lo tanto, un mejor módulo de rotura, en comparación con el hormigón sin fibras.

En nuestra investigación observamos que la mayor resistencia a la flexión se encuentra con la adición de 6kg de macrofibra de polipropileno a los 28 días con un aumento del 18.63% que es superior al resultado de la investigación de **Wilmer Raphael CARHUAPOMA CARLOS (2018)**, en su disertación sobre "Influencia de las filamento de polipropileno en concretos con resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², elaborados a partir de agregados de la cantera Cochamarca – Pasco" quien concluye en lo siguiente;

Para hormigones con $f'_c=280$ kg/cm², la concentración adecuada de fibra de polipropileno virgen es de 5 kg/m³, y la mejora de la resistencia a la compresión es del 12,03% y 13,32%, respectivamente.

En cuanto a la comparación con la tesis a nivel local se evaluó la tesis de **Evaristo Yrigoin, Paol Alexander (2018)**, en su tesis: "CONCRETO REFORZADO CON

FIBRAS METÁLICAS Y FIBRAS SINTÉTICAS, UTILIZANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE ANDABAMBA HUÁNUCO” quien concluye;

Se obtuvieron mejores resultados cuando el concreto se reforzó con filamento de acero durante 28 días f'c, con un aproximado de 271 kg/cm²; en cuanto a la resistencia, se incrementó la flexión con acero aumentó con un aumento en la fibra. De esto se concluyó que la añadidura de filamento de acero fue un factor relevante en el incremento de la resistencia a la flexión del hormigón.

En la cual se puede observar que el tesista obtiene mayores resultados con la añadidura de fibra de acero caso contrario a lo que paso con nuestra investigación que el mayor resultado obtuvimos con la proporción de 06 kg de macrofibra de polipropileno También se tomó en cuenta la investigación de **Franklin Alvarado Osorio y Steven Samir Meza Beraún (2020)**, en su tesis: “ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO AL AÑADIR MACROFILAMENTO DE POLIPROPILENO CON AGREGADOS DE LA CANTERA SAN MIGUEL DE HUÁCAR FRENTE A LA CANTERA DE AGREGADOS FIGUEROA HUÁNUCO - 2019”, en esta tesis, se analizó y comparó objetivamente la resistencia mecánica del concreto, f'c = 210 kg/cm², utilizando agregado de cantera San Miguel de Huácar y agregado de cantera Figueroa fueron 2.2%, 2.2%, 2.6%, 3% y 3.4% filamento de polipropileno como refuerzo de hormigón quienes obtuvieron los siguientes resultados;

En el Grupo 1, el mayor aumento en la resistencia a la compresión con la adición de un 3 % de filamento de polipropileno fue un aumento del 13,892 % en relación con el hormigón sin filamento de polipropileno.

En el grupo 1, se encontró que la resistencia a la flexión aumentaba a medida que se añadía el porcentaje de polipropileno. Se evidencia el comportamiento lineal con pendiente positiva. Por lo tanto, se dedujo que debe haber un porcentaje óptimo para valores más altos de adición de fibra de polipropileno

5.2 COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE NUESTRA PROPIA INVESTIGACION

Tabla 100 Cuadro de discusiones de resultados de la resistencia a la flexión.

Nº	DESCRIPCION	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)	INCREMENTO 7 DIAS	INCREMENTO 14 DIAS	INCREMENTO 28 DIAS
		7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS			
01	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO TRADICIONAL	31.36	35.75	37.88	100.00%	100.00%	100.00%
02	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON FIBRA DE ACERO DE 10 KG	33.67	37.26	39.80	107.36%	104.22%	105.07%
03	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON FIBRA DE ACERO DE 20 KG	37.36	38.72	41.18	119.13%	108.31%	108.71%
04	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON FIBRA DE ACERO DE 30 KG	36.05	39.20	40.71	114.95%	109.65%	107.47%
05	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON MACROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 4 KG	31.32	35.02	38.02	99.87%	97.96%	100.37%
06	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON MACROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 6 KG	35.19	40.33	44.94	112.21%	112.81%	118.63%
07	PROBETA PRISMATICA ENSAYO A LA FLEXION/CONCRETO CON MACROFIBRA DE POLIPROPILENO DE 8 KG	33.47	34.58	36.26	106.73%	96.72%	95.72%

Fuente: Elaboración propia

- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con fibra de acero 10 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 7.36%.
- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con fibra de acero 10 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 4.22%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con fibra de acero 10 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 5.07%.

- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con fibra de acero 20 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 19.13%.
- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con fibra de acero 20 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 8.31%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con fibra de acero 20 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 8.71%.
- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con fibra de acero 30 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 14.95%.
- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con fibra de acero 30 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 9.65%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con fibra de acero 30 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 7.47%.
- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 4 Kg en comparación con la tradicional disminuye en 0.13%.
- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 4 Kg en comparación con la tradicional disminuye en 2.04%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 4 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 0.37%.
- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 6 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 12.21%.

- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 6 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 12.81%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 6 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 18.63%.
- La resistencia a la flexión en 7 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 8 Kg en comparación con la tradicional aumenta en 6.73%.
- La resistencia a la flexión en 14 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 8 Kg en comparación con la tradicional disminuye en 3.28%.
- La resistencia a la flexión en 28 días de la probeta prismática con macrofibra de polipropileno 8 Kg en comparación con la tradicional disminuye en en 4.28%.

5.3 ANALISIS DE LOS PRECIOS UNITARIOS DEL CONCRETO $F_c=280\text{KG}/\text{CM}^2$ POR M3

5.3.1 Concreto $F_c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ $E=0.20\text{cm}$

En el siguiente cuadro de análisis de costos unitarios del concreto $F_c=280\text{kg}/\text{cm}^2$ se consideró los costos actuales de acuerdo al mercado de la ciudad de Huánuco como también al sistema de construcción civil laboral, en el tema de los agregados se está considerando el costo con el flete puesto insitu.

Tabla 101 Análisis de precios unitarios de un concreto tradicional $f'c=280$ kg/cm²

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Presupuesto	1501001	ANALISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL					
Subpresupuesto	001	ANALISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL				Fecha presupuesto	17/10/2021
Partida	01.01	CONCRETO TRADICIONAL $f'c=280$ kg/cm ² $E=0.20$ m					
Rendimiento	m3/DIA	MO.	18.0000	EQ.	18.0000	Costo unitario directo por : m3	505.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	23.44	31.25	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	18.53	24.71	
0147010004	PEON	hh	12.0000	5.3333	16.76	89.39	
						145.35	
Materiales							
0205000005	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3100	80.00	24.80	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.2300	120.00	27.60	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		10.8200	25.50	275.91	
0239050000	AGUA	m3		0.2410	1.00	0.24	
						328.55	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	145.35	4.36	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 - 11p3	hm	1.0000	0.4444	50.00	22.22	
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33	
						31.92	

Fuente: Elaboración propia

5.3.2 Concreto $F'c=280$ kg/cm² con la adición de fibra de acero $E=0.20$ cm

En el siguiente cuadro de análisis de costos unitarios del concreto $F'c=280$ kg/cm² con la adición de fibra de acero se consideró los costos actuales de acuerdo al mercado de la ciudad de Huánuco como también al sistema de construcción civil laboral, en el tema de los agregados se está considerando el costo con el flete puesto insitu, la fibra de acero fue adquirida mediante cotización en la ciudad de lima por la empresa Macafferri.

Tabla 102 Análisis de precios unitarios concreto con fibra de acero $f'c=280$ kg/cm²

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Presupuesto	1501002	ANÁLISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL				
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL			Fecha presupuesto	17/10/2021
Partida	02.01	CONCRETO $f'c=280$ kg/cm ² CON FIBRA DE ACERO $E=0.20$ m				
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000	Costo unitario directo por : m ³		637.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	23.44	31.25
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	18.53	24.71
0147010004	PEON	hh	12.0000	5.3333	16.76	89.39
						145.35
Materiales						
0205000005	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³		0.3100	80.00	24.80
0205010004	ARENA GRUESA	m ³		0.2300	120.00	27.60
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bis		10.8200	25.50	275.91
0221000003	FIBRA DE ACERO WINRAD FF1	kg		20.0000	6.60	132.00
0239050000	AGUA	m ³		0.2160	1.00	0.22
						460.53
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	145.35	4.36
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -1	hm	1.0000	0.4444	50.00	22.22
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33
						31.92

Fuente: Elaboración propia

5.3.3 Concreto $F'c=280$ kg/cm² con la adición de macrofibra de polipropileno $E=0.20$ cm

En el siguiente cuadro de análisis de costos unitarios del concreto $F'c=280$ kg/cm² con la adición de la macrofibra de polipropileno se consideró los costos actuales de acuerdo al mercado de la ciudad de Huánuco como también al sistema de construcción civil laboral, en el tema de los agregados se está considerando el costo con el flete puesto insitu, la macrofibra de polipropileno fue adquirida mediante cotización en la ciudad de Lima por la empresa Polystark Perú.

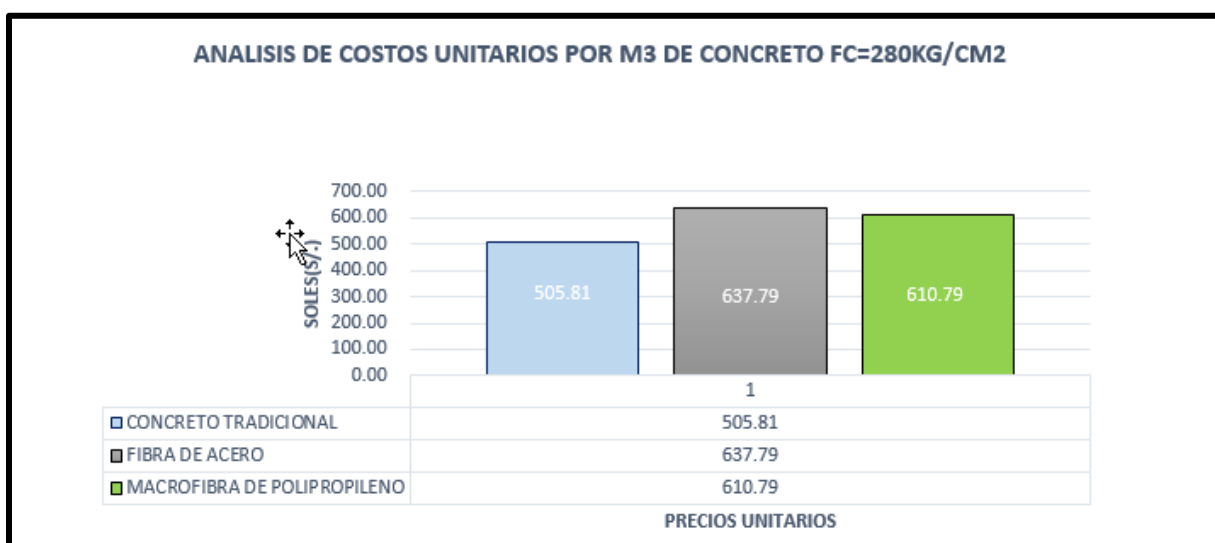
Tabla 103 Análisis de precios unitarios concreto con macrofibra de polipropileno $f'c=280$ kg/cm²

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
Presupuesto	1501002	ANÁLISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO TRADICIONAL CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL				Fecha presupuesto	17/10/2021
Subpresupuesto	001	ANÁLISIS ECONOMICO DEL PAVIMENTO RIGIDO CON ADICION DE FIBRAS DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL TRADICIONAL					
Partida	03.01	CONCRETO L $f'c=280$ kg/cm ² CON MACROFIBRA DE POLIPROPILENO $E=0.20m$					
Rendimiento	m ³ /DIA	MO. 18.0000	EQ. 18.0000		Costo unitario directo por : m ³		610.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	1.3333	23.44	31.25	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	1.3333	18.53	24.71	
0147010004	PEON	hh	12.0000	5.3333	16.76	89.39	
						145.35	
Materiales							
0205000005	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m ³		0.3100	80.00	24.80	
0205010004	ARENA GRUESA	m ³		0.2300	120.00	27.60	
0221000001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		10.8200	25.50	275.91	
0221000004	MACROFIBRA DE POLIPROPILENO	kg		6.0000	17.50	105.00	
0239050000	AGUA	m ³		0.2160	1.00	0.22	
						433.53	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	145.35	4.36	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -1	hm	1.0000	0.4444	50.00	22.22	
0349070052	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.4444	12.00	5.33	
						31.92	

Fuente: Elaboración propia

5.3.4 Análisis comparativo de costos del concreto tradicional, con la adición de fibra de acero y la macrofibra de polipropileno

Gráfico 41 Gráfico de comparación de precios unitarios



Fuente: Elaboración propia

- El concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con Fibra de acero tiene el mayor costo por m^3 de S/ 637.79 en un pavimento rígido.
- El concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con Macrofibra de Polipropileno está en el intervalo medio con S/ 610.79 en un pavimento rígido.
- El concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ Tradicional tiene el precio más bajo con S/ 505.81 en un pavimento rígido.
- La variación de costo entre la Fibra de acero y el Tradicional es de S/131.98 por metro cubico en un pavimento rígido.
- La variación de costo entre la Macrofibra de Polipropileno y el Tradicional es de S/104.98 por metro cubico en un pavimento rígido
- La variación de costo entre la Fibra de Acero y la Macrofibra de Polipropileno es de S/27.00 por metro cubico en un pavimento rígido.

6 CONCLUSIONES

1. Las fibras metálicas y las macrofilamento de polipropileno se consideran una alternativa efectiva que permite la optimización y reducción de los recursos para la elaboración del concreto, presentando buen comportamiento como material agregado, proporcionando mejores características mecánicas al concreto. En el presente estudio se han obtenido resultados favorables en los que se demuestra la efectividad de las fibras metálicas y fibras gruesas de polipropileno en las dosis correctas en el diseño de mezclas de concreto para brindar resistencia a la flexión del concreto.
2. La resistencia a la flexión de un pavimento rígido ($f'c=280$ kg/cm²) con la incorporación de 20 kg de fibra de acero no incrementa su efectividad en un 20% de su resistencia a la flexión, presentando un incremento 8.71% con respecto al concreto adicional a los 28 días de haber sido ensayado.
3. La resistencia a la flexión de un pavimento rígido ($f'c=280$ kg/cm²) con la incorporación de 6 kg de macrofibra de polipropileno no incrementa su efectividad en un 20% de su resistencia a la flexión, presentando un incremento 18.63% con respecto al concreto adicional a los 28 días de haber sido ensayado.
4. La efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 10 kg, 20 kg y 30 kg de fibra de acero en un diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm². frente al concreto tradicional es del 5.07%, 8.71% y 7.47% a los 28 días de haber sido ensayado.
5. La efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de 4 kg y 6 kg de macrofibra de polipropileno en un diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm². frente al concreto tradicional es del 0.37% y 18.63% a los 28 días de haber sido ensayado.
6. La resistencia a la flexión con la adición de 8 kg de macrofibra de polipropileno en un diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² no es efectivo puesto que su valor

está por debajo del diseño tradicional en un 4.28% a los 28 días de haber sido ensayado.

7. El costo de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con fibra de acero es mayor al tradicional, y en su uso se evita la colocación de varillas transversales y longitudinales en el pavimento rígido a comparación del tradicional.
8. El costo de concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$ con macrofibra de polipropileno es más económico que utilizar con la fibra de acero.

7 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda adicionar fibras metálicas y macrofilamento de polipropileno en el diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² puesto que presentan mejor efectividad en la resistencia a la flexión frente al diseño tradicional
2. Si se desea incrementar la efectividad de la resistencia a la flexión con la añadidura de filamento de acero se recomienda usar la incorporación de 20 kg al diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm², puesta que es la que presenta mayor valor en comparación con el diseño tradicional.
3. Si se desea incrementar la efectividad de la resistencia a la flexión con la adición de macrofilamento de polipropileno se recomienda usar la incorporación de 6 kg al diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm², puesta que es la que presenta mayor valor en comparación con el diseño tradicional.
4. Se recomienda utilizar la añadidura de filamento de aceros de 10 kg, 20 kg y 30 kg en el diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² como alternativa de diseño puesto que sus resultados a la resistencia a la flexión son efectivos al presentar valores mayores al concreto tradicional con ello mejorar las características mecánicas del concreto reduciendo recursos para la construcción del pavimento rígido.
5. Se recomienda utilizar la adición de macrofilamento de polipropileno de 4 kg y 6 kg en el diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² como alternativa de diseño puesto que sus resultados a la resistencia a la flexión son efectivos al presentar valores mayores al concreto tradicional con ello mejorar las características mecánicas del concreto reduciendo recursos para la construcción del pavimento rígido.
6. No se recomienda utilizar la adición de macrofilamento de polipropileno de 8 kg en el diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² como alternativa de diseño puesto que sus resultados a la resistencia a la flexión no son efectivos al presentar valores menores al concreto tradicional.

7. Si se quiere optar por la alternativa de incorporación de filamento de acero en un diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² se recomienda tener en cuenta que el precio es mayor al tradicional y al de la macrofibra de polipropileno.
8. Se recomienda optar por la alternativa de integración de macrofilamento de polipropileno en un diseño de pavimento rígido $f'c=280$ kg/cm² puesto que su costo es menor que de la fibra de acero, pero mayor que el del tradicional.

8 BIBLIOGRAFIA

Hernández, R, Fernández, C y Batista, M (2017). Metodología de la investigación (6°. ed.), México: McGRAW-HILL / Interamericana Editores, S.A.

Caballero Romero Alejandro. Metodología Integral Innovadora para planes y tesis.

Aashto 1993 guide for, Designo of Pavementes Structures

Richard C. Meininger, NMRCA TIL 420 How should Strength be Measured for Concrete Paving

Steve Kosmatka. Compresión vs Flexural Strength for Quality Control of Pavimentos

E.060. (2006). NTP. E.060 Concreto Armado. Lima-Perú: Diario El Peruano.

Información técnica preparada por la National Ready Mixed Concrete Association.

ASMT C 293 Normativa de Ensayos a flexión.

Achancaray y Grajeda: “Análisis de la influencia del filamento de polipropileno en el concreto usado en pavimentos rígidos con agregado de la cantera de Huambutio, Cusco, 2017”.

American Concrete Institute (1998) *Tecnología del Concreto*, Capitulo peruano.

American Concrete Institute (2008) “*Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario ACI 318 S-08*”, Comité ACI 318, Farmington Hills, MI.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI (1997) NTP 334.009 *Cementos. Cemento Portland. Requisitos.* Lima.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales

No Arancelarias – INDECOPI (2001) NTP 334.082 *Cementos. Cemento*

Portland. Especificación de la Performance. Lima.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales

No Arancelarias – INDECOPI (1982) NTP 339.088 *Hormigón (Concreto). Agua*

para morteros y hormigones de cementos Portland. Requisitos. Lima.

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales

No Arancelarias – INDECOPI (2001) NTP 400.012 *Agregados. Análisis*

granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima.

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, I. (2009). N-T-P-400037-2014-*Especificaciones-Agregados.*

Comité ACI 318, (2011), *American Concrete Institute*, Primera Edición. Lima, Perú. ACI.

Correa, Diana (2011) *Dosificación ponderal para Hormigones de alta y baja densidad* (Máster en Ingeniería Estructural y de la Construcción). España:

Universidad Politécnica de Catalunya.

Gallovich, A., Rossi, B., Perri, G., Winterberg, R., Aristeguieta, R., (2007) *Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón.* Manual técnico. Brasilia.

Harmsen E., Teodoro. (2005), *Diseño de estructuras de concreto armado*, cuarta edición. Lima, Perú.

Karen Rojas Lizama: “análisis del desempeño de la macrofibra sintética en la constancia del concreto”. (Tesis universitaria)

Kosmatka, S, Kerkhoff, B, Panarese, W, Tanesi, 15TA EDICION (2011), *Diseño y control de mezclas de concreto* 15ta Edición, Skokie, Illinois.

Morales, Javier (2004) *Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobre capas de refuerzo*. Piura.

McCormac C., Jack. (2005), *Diseño de Concreto Reforzado*, Quinta edición. Col. del Valle, México.

Pasquel Carbajal, Enrique. (1999), *Tópicos de Tecnología del Concreto*, Segunda Edición. Lima, Perú.

Rivva López, Enrique (1999) *Tecnología del concreto. ACI – Capítulo Peruano*. Lima.

Rivva López, Enrique. (2012), *Concreto de Alta Resistencia*. Lima, Perú. ICG

Sotil y Zegarra: “*Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con filamento de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con filamento de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*”. (Tesis universitaria)

Wilmer Carampoma Carlos: “Efecto del filamento de polipropileno para concretos de resistencias a la compresión de 210 kg/cm² y 280 kg/cm², elaborados con agregados de la cantera de Cochamarca – Pasco”. (Tesis universitaria)



ACTA DE SUSTENTACION PRESENCIAL DE TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 24 días del mes de noviembre de 2022, siendo las 17:00 pm, se dará cumplimiento a la Resolución Virtual N°676-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N°1192-2022-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 18.NOV.2022 (Fijando fecha y hora de sustentación virtual de tesis), de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura y en concordancia con el Reglamento de Grados y Títulos, en virtud de la Resolución Consejo Universitario N° 0734-2022-UNHEVAL (Título III - Aprobación del Trabajos de Investigación, Tesis, Tesis Proyectual..., en Acto Publico Presencial o Virtual art. 77) y Resolución Consejo Universitario N° 2939-2022-UNHEVAL (se programe la sustentación de tesis de Pregrado de Manera Presencial), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación de la Tesis Titulada: **EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO F'C = 280 kg/cm2, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO**, para optar el Título de Ingeniero Civil los Bachilleres **JEAN PAUL ESPINOZA ROSALES** y **ÁLVARO JOSÉ ARQUÍÑIGO JAIMES** de la carrera profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Finalizado el acto de sustentación Presencial de tesis, se procedió a deliberar la calificación, obteniendo luego el resultado siguiente:

APellidos y Nombres	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
ESPINOZA ROSALES JEAN PAUL	APROBADO	15	BUENO
ARQUÍÑIGO JAIMES ÁLVARO JOSÉ	APROBADO	15	BUENO

Dándose por finalizado dicho acto a las: 18.45 del mismo día 24/11/2022 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.

OBSERVACIONES:


JORGE LUIS MEYZÁN BRICEÑO
 PRESIDENTE


ELBIO FERNANDO FELIPE MATÍAS
 SECRETARIO


REYNALDO FAVIO SUÁREZ LANDAURO
 VOCAL

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

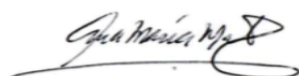
N°082-2022- DI/FICA

La directora de investigación de la Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis titulada "**EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO $F'C = 280 \text{ kg/cm}^2$, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO - 2021**" del (os) Bachiller (s) **JEAN PAUL ESPINOZA ROSALES y ALVARO JOSE ARQUIÑIGO JAIMES** en Ingeniería Civil, Cuenta con un índice de similitud del 27 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 6 de diciembre del 2022



.....
Dra. Ana María Matos Ramírez
Directora de Investigación FICA

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
-----------------	---	-----------------------------	--	------------------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	
Título que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Facultad	
Nombre del programa	
Título que Otorga	

Posgrado (tal y como está registrado en **SUNEDU**)

Nombre del Programa de estudio	
Grado que otorga	

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Apellidos y Nombres:	ESPINOZA ROSALES JEAN PAUL							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	916803038
Nro. de Documento:	72287879					Correo Electrónico:	jean_2014_23@hotmail.com	

Apellidos y Nombres:	ARQUIÑIGO JAIMES ALVARO JOSE							
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	959714152
Nro. de Documento:	73614456					Correo Electrónico:	alarja9@gmail.com	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI	<input type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)							SI	<input checked="" type="checkbox"/>	NO	<input type="checkbox"/>
Apellidos y Nombres:	VILLANUEVA VILLAR CARLOS EDUARDO					ORCID ID:	https://orcid.org/0000-0002-3000-995X			
Tipo de Documento:	DNI	<input checked="" type="checkbox"/>	Pasaporte	<input type="checkbox"/>	C.E.	<input type="checkbox"/>	Nro. de documento:	40393957		

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los **Apellidos y Nombres completos según DNI**, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MEYZAN BRICEÑO JORGE LUIS
Secretario:	FELIPE MATIAS ELBIO FERNANDO
Vocal:	SUAREZ LANDAURO REYNALDO FAVIO
Vocal:	-----
Vocal:	-----
Accesitario	SOTO COZ VICTOR LYNDON

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
“EVALUACION DE LA RESISTENCIA A LA FLEXION PARA UN PAVIMENTO RIGIDO F’C=280KG/CM2, CON LA ADICION DE FIBRA DE ACERO Y MACROFIBRA DE POLIPROPILENO FRENTE AL DISEÑO TRADICIONAL EN LA CIUDAD DE HUANUCO-2021”
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)			2022
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis <input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	Tesis Formato Patente de Invención
	Trabajo de Investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional	Tesis Formato Libro, revisado por Pares Externos
	Trabajo Académico	Otros (especifique modalidad)	

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	RESISTENCIA	ACERO	POLIPROPILENO
--	-------------	-------	---------------





Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto <input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)
	Con Periodo de Embargo (*)	Fecha de Fin de Embargo:

¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una “X” en el recuadro del costado según corresponda):	SI	NO	X
Información de la Agencia Patrocinadora:			

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente. Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

<p>Firma: </p>		
<p>Apellidos y Nombres:</p>	<p>ESPINOZA ROSALES JEAN PAUL</p>	<p>Huella Digital</p>
<p>DNI:</p>	<p>72287879</p>	
<p>Firma: </p>		
<p>Apellidos y Nombres:</p>	<p>ARQUINIÑO JAIMES ALVARO JOSE</p>	<p>Huella Digital</p>
<p>DNI:</p>	<p>73614456</p>	
<p>Firma:</p>		
<p>Apellidos y Nombres:</p>		<p>Huella Digital</p>
<p>DNI:</p>		
<p>Fecha:</p>	<p>18 DE DICIEMBRE DE 2022</p>	