

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS  
DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE  
VIRUTA DE ACERO TRATADA CON CRIBA VIBRATORIA,  
LIMA, 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Grisley Javier Medina Lázaro

Máximo Percy Ramos Arana

Asesor:

Mg. Ing. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2021



## **DEDICATORIA**

Dedicamos esta investigación a nuestros padres quienes nos han regalado su inmenso apoyo y cariño en todas nuestras etapas, ayudándonos a levantarnos en cada dificultad y mostrándonos que podemos lograr todas nuestras metas si creemos en nosotros mismos, a pesar que algunos ya no están físicamente, nosotros hemos hecho propio sus anhelos de que seamos personas honorables y preparadas para servir a nuestro país.

## AGRADECIMIENTO

A Dios, por habernos obsequiado la vida, por habernos dado a cada uno familias maravillosas y por habernos permitido alcanzar esta meta tan esperada por ambos.

A nuestros padres por sus palabras y consejos tan acertados que nos ayudaron a no rendirnos y poder alcanzar nuestra meta y agradecerles por ensayarnos a ser siempre agradecidos con las personas y sobre todo con Dios en lo bueno y en lo malo.

A nuestra alma mater La Universidad Privada del Norte, a la plana docentes de la facultad de Ingeniería, escuela de ingeniería Civil, por su apoyo académico.

A nuestras buenas amistades que conocimos al inicio de nuestras carreras, que nos dieron desinteresadamente su apoyo y consejos durante nuestros años de estudio.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>10</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>14</b>
1.1. Realidad problemática .....	14
1.2. Formulación del problema .....	16
1.2.1. <i>Pregunta General</i> .....	16
1.2.2. <i>Preguntas Específicas</i> .....	16
1.3. Justificación de la Investigación .....	16
1.3.1. <i>Justificación Conveniencia</i> .....	16
1.3.2. <i>Justificación Social</i> .....	17
1.3.3. <i>Justificación Práctica</i> .....	17
1.3.4. <i>Justificación Teórica</i> .....	18
1.3.5. <i>Justificación Metodológica</i> .....	18
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	18
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	19
1.5. Hipótesis .....	19
1.5.1. <i>Hipótesis general</i> .....	19
1.5.2. <i>Hipótesis específicas</i> .....	19
1.6. Marco Teórico .....	20
1.6.1. <i>Antecedentes</i> .....	20
1.6.2. <i>Bases teóricas</i> .....	33
1.6.3. <i>Propiedades mecánicas del agregado grueso</i> .....	37
1.6.3.1. <i>Propiedades térmicas del agregado grueso</i> .....	38
1.6.3.2. <i>Propiedades mecánicas del concreto</i> .....	41
1.6.3.2.1. <i>Concreto en estado fresco</i> .....	41
1.6.3.3. <i>Cribado</i> .....	49
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	<b>53</b>
2.1. Tipo de investigación .....	53
2.2. Diseño de Investigación .....	53
2.3. Operacionalización de Variables .....	54
2.3.1. <i>Identificación de variables</i> .....	54
2.3.2. <i>Operacionalización de las variables</i> .....	54
2.4. Población .....	56
2.5. Muestra .....	56
2.6. Técnicas Instrumentos de recolección y Análisis de datos .....	59

2.6.1.	<i>Técnica de la recolección de datos</i> .....	59
2.6.2.	<i>Instrumento de recolección de datos</i> .....	59
2.6.3.	<i>Validez y Confiabilidad de los instrumentos de medición</i> .....	60
2.7.	<i>Procedimientos</i> .....	60
2.7.1.	<i>De la Obtención de viruta de acero</i> .....	60
2.7.1.1.	<i>Selección viruta de Acero</i> .....	60
2.7.1.2.	<i>Técnica y tratamiento de la viruta de acero</i> .....	61
2.7.1.3.	<i>Características de la viruta de acero para ser empleado en la mezcla</i> .....	62
2.7.2.	<i>De la Obtención de los agregados</i> .....	63
2.7.2.1.	<i>Selección de Cantera</i> .....	63
2.7.3.	<i>Propiedades físicas de los Agregados</i> .....	64
2.7.3.1.	<i>Granulometría de los agregados</i> .....	64
2.7.3.2.	<i>Agregado fino</i> .....	64
2.7.3.3.	<i>Agregado grueso</i> .....	68
2.7.3.4.	<i>Peso unitario y contenido de vacíos de los agregados (ASTM C 29 - NTP 400.017)</i> .....	71
2.7.3.5.	<i>Contenido de humedad (ASTM C 566 - NTP 339.185)</i> .....	74
2.7.3.6.	<i>Peso específico y absorción de los agregados</i> .....	76
2.7.3.6.1	<i>Agregado fino (ASTM C128 / NTP 400.022)</i> .....	76
2.7.3.6.2	<i>Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021)</i> .....	78
2.7.4.	<i>Propiedades físicas de la viruta metálica</i> .....	80
2.7.4.1.	<i>Cribado de viruta de acero</i> .....	80
2.7.4.2.	<i>Lavado de viruta de acero</i> .....	81
2.7.4.3.	<i>Granulometría de la viruta de acero</i> .....	82
2.7.4.4.	<i>Peso unitario y contenido de vacíos de viruta de acero</i> .....	83
2.7.4.5.	<i>Peso específico y absorción de la viruta de acero</i> .....	85
2.7.4.6.	<i>Contenido de humedad de la viruta de acero</i> .....	87
2.7.5.	<i>Diseño de mezcla (ACI 211)</i> .....	88
2.7.5.1.	<i>Diseño de mezcla patrón</i> .....	89
2.7.5.2.	<i>Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (3% del peso del agregado fino)</i> .....	90
2.7.5.3.	<i>Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (5% del peso del agregado fino)</i> .....	90
2.7.5.4.	<i>Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (8% del peso del agregado fino)</i> .....	91
2.7.6.	<i>Ensayo del concreto</i> .....	91
2.7.6.1.	<i>Ensayo de concreto fresco Slump (ASTM C143 / NTP 339.055)</i> .	91
2.7.6.2.	<i>Ensayo a la resistencia a la compresión (ASTM C39 / NTP 339.34)</i> .....	93
2.7.6.3.	<i>Ensayo a la resistencia a la tracción indirecta</i> .....	96
2.7.6.4.	<i>Ensayo a la resistencia a la flexión</i> .....	98
2.7.7.	<i>Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos</i> .....	100
2.7.8.	<i>Aspectos Éticos</i> .....	100
2.7.8.1.	<i>Confiabilidad</i> .....	101
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS</b> .....		<b>102</b>
3.1.	<i>Propiedades físicas del concreto fresco</i> .....	102

3.2.	Propiedades mecánicas del concreto endurecido .....	102
3.2	<i>Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a compresión</i> .....	124
3.2.1	<i>Estadística Descriptiva</i> .....	124
3.2.2	<i>Estadística inferencial</i> .....	126
3.3	<i>Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a tracción</i> .....	132
3.3.1	<i>Estadística descriptiva</i> .....	132
3.3.2	<i>Estadística inferencial</i> .....	135
3.4	<i>Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a tracción</i> .....	140
3.4.1	<i>Estadística descriptiva</i> .....	140
3.4.2	<i>Estadística inferencial</i> .....	142
3.3.	Análisis de costos .....	148
3.4.1.	<i>Análisis de costos concreto Patrón</i> .....	148
3.4.2.	<i>Concreto Patrón F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> +3% Viruta de Acero</i> .....	149
3.4.3.	<i>Concreto Patrón F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>+5% Viruta de Acero</i> .....	150
3.4.4.	<i>Concreto Patrón F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>+8% Viruta de Acero</i> .....	151
3.4.5.	<i>Resumen Análisis de costos</i> .....	152
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>154</b>
4.1.	Limitaciones .....	154
4.2.	Discusiones.....	154
4.3.	Conclusiones .....	157
<b>CAPITULO V. REFERENCIAS.....</b>		<b>159</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>163</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Componentes del Cemento .....	34
<b>Tabla 2</b> Granulometría del Agregado Fino .....	39
<b>Tabla 3</b> Consistencia o Fluidez del Concreto.....	42
<b>Tabla 4</b> Clasificación de Fibras de Acero .....	48
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de la variable independiente .....	54
<b>Tabla 6</b> Operacionalización de la variable dependiente.....	55
<b>Tabla 7</b> Cuantificación Total de la muestra .....	56
<b>Tabla 8</b> Cuantificación Total de la muestra .....	56
<b>Tabla 9</b> Cuantificación Total de Muestras para Concreto Patrón .....	57
<b>Tabla 10</b> Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 3% de Viruta de Acero .....	57
<b>Tabla 11</b> Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 5% de Viruta de Acero .....	58
<b>Tabla 12</b> Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 8% de Viruta de Acero .....	59
<b>Tabla 13</b> Componentes adicionales de la viruta de acero fundido.....	63
<b>Tabla 14</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino .....	65
<b>Tabla 15</b> Huso Granulométrico del agregado fino.....	65
<b>Tabla 16</b> Intervalos del pasante acumulado Curva granulométrica .....	66
<b>Tabla 17</b> Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.....	68
<b>Tabla 18</b> Límite superior e inferior curva granulometría del agregado grueso .....	69
<b>Tabla 19</b> Intervalos del pasante acumulado curva granulometría del agregado grueso.....	69
<b>Tabla 20</b> Peso unitario suelto seco del agregado grueso.....	71
<b>Tabla 21</b> Peso unitario compactado del agregado grueso .....	72
<b>Tabla 22</b> Peso unitario suelto del agregado grueso.....	72
<b>Tabla 23</b> Peso unitario compactado del agregado grueso .....	73
<b>Tabla 24</b> Contenido de humedad del agregado grueso .....	74
<b>Tabla 25</b> Contenido de humedad del agregado fino .....	75
<b>Tabla 26</b> Densidad relativa (peso específico) y absorción de agregado fino.....	77
<b>Tabla 27</b> Densidad relativa (peso específico) y absorción de agregado grueso.....	78
<b>Tabla 28</b> Peso unitario Suelto de la Viruta de Acero.....	83
<b>Tabla 29</b> Peso unitario Compactado de la Viruta de Acero.....	84
<b>Tabla 30</b> Densidad relativa (peso específico) y absorción de la Viruta de Acero .....	86
<b>Tabla 31</b> Contenido de humedad de la Viruta de Acero .....	87
<b>Tabla 32</b> Propiedades Físicas del Agregado Grueso y Fino .....	89
<b>Tabla 33</b> Dosificación del Concreto Patrón .....	89
<b>Tabla 34</b> Dosificación de mezcla Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 3% del Peso del Agregado Fino .....	90
<b>Tabla 35</b> Dosificación del Concreto Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado Fino .....	90
<b>Tabla 36</b> Dosificación del Concreto Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino .....	91
<b>Tabla 37</b> Ensayo de Concreto fresco slump.....	92
<b>Tabla 38</b> Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto .....	95

<b>Tabla 39</b> Ensayo de la resistencia a la tracción del concreto .....	97
<b>Tabla 40</b> Ensayo de la resistencia a la Flexión del concreto.....	99
<b>Tabla 41</b> Asentamiento del concreto fresco .....	102
<b>Tabla 42</b> Resistencia a la compresión del concreto patrón .....	102
<b>Tabla 43</b> Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero Respecto al 3% del Peso del Agregado Fino.....	104
<b>Tabla 44</b> Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero en 5% del peso del Agregado Fino .....	106
<b>Tabla 45</b> Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino .....	108
<b>Tabla 46</b> Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón .....	111
<b>Tabla 47</b> Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero Respecto al 3% del Peso del Agregado Fino .....	112
<b>Tabla 48</b> Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado Fino .....	114
<b>Tabla 49</b> Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino .....	116
<b>Tabla 50</b> Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón .....	117
<b>Tabla 51</b> Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 3% del Peso del Agregado Fino .....	119
<b>Tabla 52</b> Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado Fino .....	121
<b>Tabla 53</b> Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino .....	122
<b>Tabla 54</b> Valores de la Resistencia a la Compresión para cada Tratamiento del Diseño .....	124
<b>Tabla 55</b> Resistencia a la compresión a los 28 días .....	126
<b>Tabla 56</b> .....	127
<b>Tabla 57</b> Resultado de la Prueba de Homogeneidad de Varianza .....	127
<b>Tabla 58</b> Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor.....	128
<b>Tabla 59</b> Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón.....	130
<b>Tabla 60</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero.....	130
<b>Tabla 61</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero.....	130
<b>Tabla 62</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero.....	131
<b>Tabla 63</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón a los 28 Días de Curado.....	131
<b>Tabla 64</b> Valores de Resistencia a la Tracción de cada Tratamiento del Diseño .....	132
<b>Tabla 65</b> Resistencia al ensayo de compresión a los 28 días .....	134
<b>Tabla 66</b> Resultado de la Prueba de Normalidad.....	135
<b>Tabla 67</b> Homogeneidad de Varianza.....	135
<b>Tabla 68</b> Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor.....	136
<b>Tabla 69</b> Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón.....	137
<b>Tabla 70</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero.....	138
<b>Tabla 71</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero.....	138
<b>Tabla 72</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero.....	138
<b>Tabla 73</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón a los 28 Días de Curado.....	139
<b>Tabla 74</b> Valores de la Resistencia del ensayo de Flexión para cada Tratamiento del Diseño .....	140
<b>Tabla 75</b> Ensayo de Resistencia a la Flexión a los 28 días .....	142
<b>Tabla 76</b> Resultado Prueba de Normalidad a los 28 días de curado .....	142
<b>Tabla 77</b> Resultado de la Prueba de Homogeneidad de Varianza .....	143



<b>Tabla 78</b> Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor.....	144
<b>Tabla 79</b> Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón.....	145
<b>Tabla 80</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero.....	146
<b>Tabla 81</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero.....	146
<b>Tabla 82</b> Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero.....	146

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ensayo de asentamiento.....	41
Figura 2 Tipos de Fracturas del concreto.....	45
Figura 3 Diagrama de un Dispositivo Adecuado para Ensayar a Flexión Vigas con Carga a los Tercios .....	46
Figura 4 Ensayo de tracción Indirecta.....	46
Figura 5 Labor de zarandeo .....	50
Figura 6 Tipos comerciales de malla .....	50
Figura 7 Criba vibratoria 4 niveles .....	51
Figura 8 Diagrama de Producción de la viruta de acero .....	52
Figura 9 Lugar de Acopio Viruta de Acero .....	60
Figura 10 Lugar de Acopio Viruta de Acero .....	62
Figura 11 Cantera de Extracción de los Agregados.....	63
Figura 16 Figura de Curva granulométrica del agregado fino .....	66
Figura 12 Juego de tamices para el agregado fino .....	67
Figura 13 Curva granulométrica del agregado grueso de cantera.....	70
Figura 14 Juego de tamices para el Agregado Grueso.....	70
Figura 15 Ensayo en laboratorio para el Peso Unitario Suelto Agregado fino .....	73
Figura 16 Ensayo en laboratorio para el hallar el contenido de Humedad Agregado Grueso .....	75
Figura 17 Ensayo en laboratorio para hallar el Peso Especifico .....	77
Figura 18 Pesado mediante balanza electrónica en la muestra del Agregado Grueso .....	79
Figura 19 Cribado de la Viruta de acero .....	80
Figura 20 Lavado de la Viruta de acero.....	81
Figura 21 Ensayo en laboratorio para hallar la Granulometría de la Viruta de Acero.....	82
Figura 22 Ensayo Peso Unitario y Contenido de Vacíos de la Viruta de Acero.....	84
Figura 23 Llenado con Viruta de Acero al Molde Cónico.....	86
Figura 24 Llevado de Viruta de Acero a la Estufa.....	88
Figura 25 Medición del slump .....	93
Figura 26 Fraguado de testigos cilíndricos .....	94
Figura 27 Rotura de probeta cilíndrica a compresión .....	95
Figura 28 Rotura de probeta cilíndrica a tracción.....	96
Figura 29 Rotura de viga prismática a flexión.....	98
Figura 30 Resistencia a la compresión Concreto Patrón a los 7, 14 y 28 días de curado .....	103
Figura 31 Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma del Concreto Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.....	105

Figura 32 Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma del Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.....	107
Figura 33 Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma, para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado. ....	110
Figura 34 Histograma para el Diseño Patrón a los 7, 14 y 28 días .....	112
Figura 35 Histograma para el Concreto Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días. ....	113
Figura 36 Histograma para el Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días .....	115
Figura 37 Histograma para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado .....	117
Figura 38 Histograma Resistencia a la Flexión para el Concreto Patrón a los 7, 14 y 28 días de curado .....	118
Figura 39 Histograma Resistencia Flexión para el Concreto Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado. ....	120
Figura 40 Histograma Resistencia Flexión para el Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días. ....	122
Figura 41 Evolución de la resistencia a la flexión expresado mediante histograma para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.....	123
Figura 42.....	148
Concreto patrón $f'c$ 210kg/cm <sup>2</sup> .....	148
Figura 43 .....	149
Concreto patrón + 3% de viruta de acero.....	149
Figura 44 .....	150
Concreto patrón + 5% de viruta de acero.....	150
Figura 45 .....	151
Concreto patrón + 8% de viruta de acero.....	151

## RESUMEN

Nuestro trabajo de investigación, tuvo como finalidad calcular la influencia en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , añadiendo distintos porcentajes de viruta de acero a la mezcla, para ser evaluadas en los ensayos de trabajabilidad, compresión, flexión y tracción. La investigación de tipo cuasi experimental, cuantitativa y longitudinal, se tuvo como método adicionar un sub producto de la industria metal mecánica denominada viruta de acero en porcentajes de 3%, 5% y 8% respecto al agregado fino en la mezcla, para el diseño de mezcla se empleó el método del ACI 211. En los ensayos realizados se tuvo una población de 108 especímenes de concreto, siendo 36 probetas cilíndricas experimentadas a compresión a los 7, 14 y 28 días de curado, seguidamente 36 probetas prismáticas ensayada a flexión a los 7, 14 y 28 días y 36 probetas cilíndricas ensayadas a tracción a los 7, 14 y 28 días.

Para el concreto en estado fresco, se realizó el ensayo de asentamiento en el concreto se observó que disminuye con el aumento virutas de acero, siendo el menor asentamiento la mezcla con sustitución de agregado fino al 8% por viruta de acero el cual dio un resultado de 3.3 pulgadas.

Respecto a los ensayos realizados al concreto endurecido, para la verificación a la compresión fueron evaluados a edades de 7, 14 y 28 días de curado, siendo el más óptimo el espécimen al adicionar un 5% de viruta de acero respecto del agregado fino, obteniendo como resultado promedio  $249.38 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días de sumergido, aumentando así la resistencia patrón ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ) en un 18.75 %. Por otro lado, los especímenes ensayados a tracción fueron evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado siendo el más óptimo el espécimen al adicionar un 5% de viruta de acero respecto del agregado fino, obteniendo como resultado promedio  $35.93 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días, aumentando así la resistencia patrón ( $28.14 \text{ kg/cm}^2$ ) en un 26.97 %.

De la misma manera para los especímenes ensayados a flexión que fueron evaluados a los 7, 14 y 28 días de curado, siendo el más óptimo el espécimen al adicionar un 5% de viruta de

acero respecto del agregado fino, obteniendo como resultado promedio 53.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, de esta manera se verificó un aumento en su esfuerzo, respecto a la tensión máxima del concreto patrón (39.27 kg/cm<sup>2</sup>) en un 35.98%, cabe recalcar que existen dos tipos de ensayo a la flexión, en nuestra indagación utilizamos la Norma Técnica Peruana 339.078 la cual afirma que se debe aplicar cargas a los dos tercios del tramo de los especímenes prismáticos para hallar la resistencia a la flexión en vigas simplemente apoyadas

De tal manera se identificó un aumento en las propiedades mecánicas del concreto considerando que la viruta de acero es un material remanente obtenido del cepillado y el desbaste, encontrado en los talleres de tornería pertinente a la industria del metal, así mismo la presente investigación, así como otras que utilizamos como referencia busca aportar en la disminución de la contaminación ambiental.

Finalmente se concluyó que la añadidura de viruta de acero al 5% fue el porcentaje más beneficioso para la mezcla del concreto fresco y para las propiedades mecánicas del concreto endurecido respecto a los demás porcentajes empleados para la investigación.

Palabras clave: Viruta de acero, Resistencia mecánica.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Durante la última década el uso indiscriminado los agregados naturales están ocasionando su sobreexplotación, debido a la demanda que tiene esta materia prima en el sector de la construcción. En este aspecto lo concerniente costo y las propiedades de los agregados, son el factor fundamental por el que prima la demanda de estos recursos. Según Rocha (2016), los recursos naturales explotados y no renovables, como los agregados naturales, tienden a la escasez debido a un control inadecuado, ya que generalmente no se regula un límite de extracción, menos aún un material normado que lo reemplace, produciéndose una explotación indiscriminada de materiales de las canteras o ríos, llevando a la degeneración de los paisajes y una inminente pérdida de fauna y flora, causando también la contaminación del agua.

Por otro lado, el sector metalúrgico presenta permanentemente una creciente industrialización de las empresas. En ese sentido, según el Ministerio de la Producción (2019), La merma obtenida mediante la manipulación de los metales “virutas y limallas de acero” en el 2019 fue 1, 884,815 toneladas, lo cual ha originado un exceso de viruta y limalla de acero, generando un impacto ambiental negativo por ser amontonado sin precaución, ya que su contacto con el ecosistema, produce contaminación.

A nivel mundial el sector construcción viene utilizando diferentes insumos remanentes, que reemplazan total o parcialmente a los agregados, para mejorar las propiedades mecánicas del concreto, en España según Sanz-Diez ( 2019), en su tesis doctoral titulada: “Capacidad resistente de elementos lineales de hormigón armado con fibras bajo cargas de impacto”, hace mención que para eludir la falla frágil en el concreto, se necesita incrementar la capacidad de absorción de energía del hormigón mediante el aumento de fibras de acero, por su capacidad de transferir esfuerzos a través de las hendiduras,

presentando en el hormigón un comportamiento pseudo-ductil en tracción, durante el estiramiento de las fibras. Así mismo el investigador afirma que su aplicación puede ser empleada en obras de pavimentos y revestimiento de túneles, además concluye que las fibras aparte de mejorar las propiedades del hormigón a nivel de material, también presenta el efecto beneficioso de mejorar su adherencia y reducir las aberturas de las fisuras que se producen ante las solicitaciones de cargas.

Por otro lado en Sudamérica, existe un desarrollo directamente proporcional hacia la demandad de los recursos naturales no regenerables, por tal motivo se está empleando un sub producto de la industria metal mecánica, en el país de Ecuador según Brione (2020), en su artículo denominado “Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino”, nos indica que el empleo de materiales remanentes obtenido en formas de láminas curvadas, espiral que son extraídos de los trabajos de cepillado o desbastado de los talleres de tornerías de la industria del metal, reduce la cantidad de desperdicios que generalmente son llevados a los botaderos municipales y favorece en gran medida al medio ambiente, dando así un desarrollo sostenible y disminuyendo de este modo la explotación de materia prima para las construcciones civiles.

Así mismo en la actualidad en Perú, el sub producto de la industria metal mecánica tales como la viruta, la limadura y la fibra de acero, tiene bajo uso en las construcciones de concreto convencionales, ya que se no se tiene un reglamento para su uso. Ante la alta demanda y poca calidad en las construcciones, este sub producto de la industria del metal podría ser una de las alternativas de solución en el sector construcción, ya que se podrá obtener un incremento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Asimismo (Alor & Alfaro, 2020), en su tesis de grado titulada: “Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana”, obtuvo un incremento significativo en las

propiedades mecánicas del concreto, siendo el concreto con 10% de viruta de acero el óptimo.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Pregunta General**

¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8%, influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?

### **1.2.2. Preguntas Específicas**

¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8%, influye en el asentamiento del concreto?

¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8%, influye en la resistencia a la compresión del concreto?

¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8%, influye en la resistencia a la tracción del concreto?

¿En qué medida la adición de viruta de tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8%, influye en la resistencia a la flexión del concreto?

## **1.3. Justificación de la Investigación**

### **1.3.1. Justificación Conveniencia**

La viruta de acero es un residuo problemático para el ambiente porque son amontonadas a la intemperie y al estar cercano al agua y suelo, genera una considerable contaminación, por tal motivo se estudia la posibilidad de poder reutilizarla en el concreto. Según indica (Abanto , 2017), la adición de viruta de acero en pequeñas cantidades en las mezclas del concreto, se puede emplear para el aumento de sus características y propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.



La presente investigación está encaminada en diseñar nuevos insumos en los que se pueda aplicar el uso de materiales no convencionales, como los sub productos de industria metálica. Por lo tanto, es conveniente motivar la aplicación de un diferente tipo de aditivo “viruta de acero” en las mezclas convencionales de concreto para aprovechar las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

### **1.3.2. Justificación Social**

La importancia de este nuevo insumo hacia la sociedad es significativa ya que se busca incrementar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, teniendo unas estructuras más seguras antes las sollicitaciones sísmicas.

Así mismo los beneficiarios directamente serán la población en general ya que se podrían obtener estructuras más seguras ante eventos sísmicos, también seremos los estudiantes, docentes e investigadores ya que se promueve nuevos aditivos para el concreto que pueden ser observados, estudiados y aplicado de una manera más amplia por las empresas dedicadas a la industria de la construcción en nuestra región.

La presente investigación contribuirá al sector construcción, ya que nos presenta una nueva alternativa de aditivo en la preparación del concreto, como el uso de viruta de acero para la elaboración de concretos más eficientes y de buena calidad.

### **1.3.3. Justificación Práctica**

La sobre explotación indiscriminada de materia prima es un problema en la industria de la construcción, es por ello que la implementación de desechos metálicos en la mezcla de concreto es una solución.

Según el INEI (2019), mediante su estudio “producción de industrias de minerales no metálicos y metálicos comunes” nos indicada que la merma obtenida mediante la manipulación de los metales “virutas y limallas de acero” en el Perú en el año 2019 asciende

a 1, 884,815 toneladas y que no son procesadas adecuadamente, nuestra investigación da un proceso útil a la viruta de acero ayudando a resolver este problema.

#### **1.3.4. Justificación Teórica**

Según Angarita, P. A., y Rincón, H. J. (2017). Nos recomienda continuar con su investigación, diferenciando los porcentajes de adición de viruta de acero y a edades más avanzadas como 90 y 100 días, para llegar a un porcentaje óptimo posible de usar en elementos que trabajen a flexión como vigas y losas de pavimentos.

Asimismo, Deledesma, S. (2019). En su tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil titulada: “Resistencia a compresión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero”. De la Universidad San Pedro, Ancash, Perú. Nos recomienda dar continuidad a su investigación, con la salvedad que se estudie diferentes porcentajes de limalla de acero y tres tipos de mezclas diferentes de modo que aumente los resultados. De esta manera se podrá juntar los resultados obtenidos en diferentes estudios y lograr un rango que permita un análisis profundo y confiable.

#### **1.3.5. Justificación Metodológica**

Para lograr nuestro objetivo de la investigación, sobre del concreto con virutas de acero y su comportamiento, se acude al empleo de técnicas de investigación experimentales. Se diseñarán mezclas de concreto convencional y concreto con adición de viruta de acero; el cual se diseñará respecto al agregado fino, en diferentes porcentajes de viruta de acero, con el propósito de analizar el comportamiento de los diferentes diseños mencionados, teniendo como referencia las recomendaciones realizadas en los estudios publicados, respecto al comportamiento del concreto cuando se le adiciona virutas metálicas.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% en la mezcla de concreto influye en el asentamiento.

Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la compresión del concreto.

Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la tracción del concreto.

Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la flexión del concreto.

Determinar el contenido óptimo de viruta de acero en los porcentajes de 3%, 5% y 8%, que proporcione un mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

### **1.5. Hipótesis**

#### **1.5.1. Hipótesis general**

Hipótesis Nula ( $H_0$ ): La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones al 3%, 5% y 8% no influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

Hipótesis Alternativa ( $H_a$ ): La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones al 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

#### **1.5.2. Hipótesis específicas**

La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en el asentamiento del concreto.

La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la compresión del concreto.

La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la tracción del concreto.

La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la flexión del concreto.

El contenido óptimo de viruta de acero en los porcentajes de 3%, 5% a 8% proporciona un mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto

## **1.6. Marco Teórico**

### **1.6.1. Antecedentes**

#### **Internacionales:**

En Latinoamérica muchos países vienen desarrollando y empleando nuevos agregados reciclables y reutilizables en la mezcla del concreto es por eso que en Colombia según lo señalado por (Sarta & Silva, 2017), hace énfasis que el hormigón es un material que aprovechamos en la construcción, ya que se aplica este producto en muchas obras, empleado como simple o reforzado, así mismo el autor propone la elaboración del concreto, aplicando fibras de acero como adición, con el fin de optimizar su resistencia y vida útil. Es por ello que planteo como finalidad examinar las características del concreto simple y el concreto reforzado con la adición de fibras de acero en los porcentajes de 12 % y 14%, como reemplazo parcial del cemento, con el propósito de comprender si existe un aumento en la capacidad de carga a la compresión, su metodología consistió en realizar el diseño de mezcla para una resistencia de 3000 psi, teniendo como muestra 27 probetas, 9 probetas de concreto patrón, 9 añadiendo 12% de fibra de acero y 9 probetas añadiendo 14% de fibra de acero, las cuales fueron ensayados a los 14, 21 y 28 días Como resultado del slump, obtuvo para el concreto patrón 3,3 Como resultado del slump, obtuvo para el concreto patrón 3,3 pulg, para

el concreto con adición del 12% un asentamiento de 2,7 pulg y para el concreto con adición del 14% un asentamiento de 2,8 pulg. Respecto a la resistencia a la compresión obtuvo los siguientes resultados: para el concreto patrón a los 14 días logro una resistencia promedio de 3322,26 psi, a los 21 días de curado consiguió una resistencia promedio de 3660,43 psi y a los 28 días adquirió una resistencia promedio de 3805,17 psi. Para un concreto con adición del 12% de fibra de acero a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio 3537,09 psi, a los 21 días de ser sumergida se obtuvo una resistencia promedio 3330.96 psi y a los 28 días obtuvo una resistencia promedio de 4128,42 psi. Para un concreto con adición del 14% de fibra de acero, a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio 3888,13 psi, a los 21 días se obtuvo una resistencia promedio 4122,22 psi y a los 28 días obtuvo una resistencia promedio de 4324,90 psi. Llegando a la conclusión que los especímenes con fibra de acero tienden a aumentar su resistencia, el investigador indico que en la mezcla con adición del 14% fue la más óptima, lográndose obtener una resistencia promedio 24500kg-f o de 4324 psi, lo cual equivale en un 13,65% respecto de la mezcla sin adición.

Por otro lado en el país de Ecuador se han avanzado investigaciones empleando agregados como la fibras de acero y las fibras PET, según lo señalado por (Flores, 2017), tuvo como motivo diseñar un hormigón al cual añadió virutas, limallas y fibras de acero en sustitución parcial del cemento con porcentajes del 5%, 10% y 15%, el investigador diseño una mezcla con una resistencia a la compresión  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$  y acero de refuerzo corrugado con un  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , teniendo como muestra 42 probetas, 6 probetas de concreto patrón, 12 probetas añadiendo 5% de limalla y viruta de acero, 12 probetas añadiendo 10% de limalla y viruta de acero y 12 probetas añadiendo 15% de limalla y viruta de acero, las cuales fueron ensayados a los 14 y 28 días. Como resultado de la resistencia a la flexión se obtuvo: para el concreto patrón a los 14 días obtuvo una deformación promedio de 1.93mm, a los 28 días obtuvo una deformación promedio de 2.50mm. Para un concreto con

adición del 5% de limalla y 5 % de viruta de acero a los 14 días se obtuvo una deformación promedio 1.86mm y 1.40mm, a los 28 días se obtuvo una deformación promedio de 2.29mm y 2.72mm respectivamente. Para un concreto con adición del 10% de limalla y 10 % de viruta de acero a los 14 días se obtuvo una deformación promedio 3.12mm y 2.96mm, a los 28 días se obtuvo una deformación promedio de 2.86mm y 1.39mm respectivamente. Para un concreto con adición del 15% de limalla y 15 % de viruta de acero a los 14 días se obtuvo una deformación promedio 1.85mm y 2.91mm, a los 28 días se obtuvo una deformación promedio de 2.00mm y 1.86mm respectivamente. Concluyendo que la viga con adición de 15% en sustitución parcial del cemento es la más óptima ya que presenta una flexión en un rango aproximado de 2 mm, cabe mencionar para tomar en consideración que el autor solo empleo el ensayo de flexión para los especímenes de concreto dado que este mismo se comporta bien ante la compresión, mas no en flexión, teniendo como resultados negativos las fisuras en el concreto.

De la misma manera las investigaciones realizadas en el país de Colombia tienen como referentes a (Angarita & Rincón, 2017), quienes evaluaron las propiedades del concreto con la adición de viruta de acero en tandas de 10 y 12% respecto al agregado fino. En su investigación los autores realizaron ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad estático, relación de poisson a especímenes cilíndricos y resistencia a la flexión en prismas, comparándolas con la muestra patrón ensayadas a los 7, 14 y 28 día. Una vez realizado los ensayos de resistencia a la compresión, módulo de elasticidad, relación de poisson y ensayo a la flexión del concreto se obtuvo lo siguiente: Para el concreto patrón sin adición de viruta a los 7 días obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 10,07 Mpa, módulo de elasticidad de 17689,39 Mpa, relación de poisson de 0,20 y una resistencia a la flexión promedio de 2,13 Mpa, a los 14 días obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 12,28 Mpa, módulo de elasticidad de 19415,69 Mpa, relación de poisson de 0,20

y una resistencia a la flexión promedio de 2,62 Mpa y a los 28 días obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 15,35 Mpa, módulo de elasticidad de 22277,34 Mpa, relación de poisson de 0,20 y una resistencia a la flexión promedio de 3,14 Mpa. Para un concreto con adición del 10% de fibra de acero a los 7 días se obtuvo una resistencia a la compresión promedio 12,97 Mpa, módulo de elasticidad de 119400,87 Mpa, relación de poisson de 0,15 y una resistencia a la flexión promedio de 2,24 Mpa, a los 14 días se obtuvo una resistencia a la compresión promedio 13,00 Mpa, módulo de elasticidad de 21019,87 Mpa, relación de poisson de 0,15 y una resistencia a la flexión promedio de 2,74 Mpa y a los 28 días obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 16,70 Mpa módulo de elasticidad de 23717,23 Mpa, relación de poisson de 0,16 y una resistencia a la flexión promedio de 3.18 Mpa. Para un concreto con adición del 12% de fibra de acero, a los 7 días se obtuvo una resistencia la compresión promedio 7,32 Mpa, módulo de elasticidad de 7820,45 Mpa, relación de poisson de 0,06 y una resistencia a la flexión promedio de 1,76 Mpa, a los 14 días se obtuvo una resistencia a la compresión promedio 7,52 Mpa, módulo de elasticidad de 9022,35 Mpa, relación de poisson de 0,13 y una resistencia a la flexión promedio de 2,63 Mpa y a los 28 días obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 9,16 Mpa, módulo de elasticidad de 10033,33 Mpa, relación de poisson de 0,13 y una resistencia a la flexión promedio de 3,02 Mpa. Concluyendo que hay disminución de las propiedades mecánicas del concreto al incluir el 12 % de viruta de acero, respecto a la resistencia a la compresión hubo un aumento en 8,08% respecto al concreto patrón al añadir 10% de viruta de acero, y una disminución del 67,58% respecto al concreto patrón al añadir 12% de viruta de acero, con respecto a la resistencia a la flexión hubo un aumento de 1.16% respecto al concreto patrón al añadir 10% de viruta de acero y una disminución del 3,86% respecto al concreto patrón al añadir 12% de viruta de acero. De otro lado, tenemos para el módulo de elasticidad un aumento del 6,46% en cuanto a la adición del 10%, mientras que la adición del 12%, presenta una disminución

del 54.96%. Logrando con esta propiedad la mayor absorción de energía durante la rotura ya que permite pocas deformaciones a grandes cargas dentro de su límite elástico, haciendo referencia a la adición del 10%, puesto que superó lo establecido en la NSR-10 referente al módulo de elasticidad  $E = 4700 \sqrt{f'c}$ . También cabe mencionar que la relación de poisson arrojó valores dentro del rango que establece la NSR-10.

En el país vecino de Ecuador, menciono (Sandoval, 2017), que tuvo como objetivo relacionar y evaluar la resistencia del hormigón con la añadidura de virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comercial, incorporando virutas de acero comercial fundido y fibras de acero comerciales reciclado en porcentajes del 1%, 1,25% y 1,5% en sustitución parcial del cemento, su metodología consistió en realizar el diseño de mezcla para alcanzar una resistencia a la compresión  $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$  teniendo como muestra 126 probetas, 18 probetas de concreto patrón, 36 probetas añadiendo 1% de viruta de acero y fibras de acero, 36 probetas añadiendo 1,25% viruta de acero y fibras de acero y 36 probetas añadiendo 1,5% de viruta de acero y fibras de acero, las cuales fueron ensayados a los 7, 14 y 28 días. Como resultado, en la resistencia a la compresión se obtuvo: para el concreto patrón a los 14 días obtuvo una resistencia promedio de  $176 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días obtuvo una resistencia promedio de  $243.03 \text{ kg/cm}^2$ . Para un concreto con adición del 1% de fibras de acero y 1% de viruta de acero a los 14 días se obtuvo una resistencia promedio  $200,18 \text{ kg/cm}^2$  y  $204,91 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días de curado, se logró una resistencia promedio de  $243,51 \text{ kg/cm}^2$  y  $245,44 \text{ kg/cm}^2$ . Para un concreto con adición del 1,25% de fibras de acero y 1,25% de viruta de acero a los 14 días consiguió una resistencia promedio  $193,67 \text{ kg/cm}^2$  y  $210,63 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días de sumergido consiguió una resistencia promedio de  $250,64 \text{ kg/cm}^2$  y  $281,20 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente. Para un concreto con adición del 1,5% de fibras de acero y 1,5% de viruta de acero a los 14 días de curado logro obtener una resistencia promedio  $205,32 \text{ kg/cm}^2$  y  $202,65 \text{ kg/cm}^2$ , a los 28 días obtuvo una resistencia promedio de



258,56 kg/cm<sup>2</sup> y 276,39 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Finalmente se concluyó que la resistencia a la compresión añadiendo virutas de acero comercial fundido reciclado con el 1% aumenta en un 2%, añadiendo virutas de acero comercial fundido reciclado con el 1,25% aumenta en un 17% y añadiendo virutas de acero comercial fundido reciclado con el 1,50% aumenta en un 15% con respecto al concreto patrón, determinando de este modo que la adición optima de viruta de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comercial fundido es de 1, 25%.

### **Nacionales:**

Así mismo en el Perú se han desarrollado investigación sobre el uso y empleo en diferentes dosificaciones de nuevos agregados reciclables y reutilizables en el concreto, según lo señalado por (Ramos , 2019), señalando que la adición de las fibras de acero en dosificaciones de 15, 30 y 45 kg/m<sup>3</sup> y la añadidura de fibras de polipropileno en las dosificaciones 400, 600 y 800 g/m<sup>3</sup>, optimizaron las propiedades mecánicas del concreto, así mismo en el diseño de mezcla utilizo como método la combinación de agregados obtenidos de la cantera “Margarita” ubicada en Chilete, Cajamarca, cemento Pacasmayo Fortimax tipo MS, fibras de polipropileno y fibras de acero. En su investigación ensayo 120 especímenes de concreto cilíndrico y 30 especímenes de concreto prismático, para ser evaluados en los ensayos de compresión, flexión y tracción indirecta. Como resultado del ensayo de compresión a los 7 días menciona que las probetas agregadas con el 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero y 400 g/m<sup>3</sup> de fibra de polipropileno, tuvo un incremento de 22.84% respecto a la mezcla patrón, a los 14 días las probetas con fibra de polipropileno de 800 g/m<sup>3</sup> tuvieron un incremento de 10.43% respecto de la mezcla patrón, a los 28 días de curado las probetas con ambas fibras tuvieron un aumento del 9.64% respecto de la mezcla patrón. Seguido los ensayos de flexión llevada a los 28 días, dio como resultado que los especímenes con adición de fibra de acero en 45 kg/m<sup>3</sup>, obteniendo un incremento elevado de 23.07% respecto de la mezcla patrón. Por último, los ensayos de tracción indirecta llevados a los 28 días, dio

como resultado que los especímenes con fibra de acero en dosis de 45 kg/m<sup>3</sup>, de los cuales se obtuvo un incremento significativo de 19.33% respecto de la mezcla patrón. Por ende, se descubrió que las muestras con fibras de acero tienen un mejor comportamiento ante la flexión y tracción y las fibras de polipropileno es mejor ante la compresión, finalmente como conclusión la autora indica que el concreto reforzado con ambas fibras aumenta las propiedades mecánicas debido a que disminuye la porosidad.

Seguidamente en nuestro país según (Cotrina , 2016), tuvo como objetivo identificar en qué medida la adición de fibras de acero en porcentajes 1% y 2% respecto al peso de la mezcla incrementan la ductilidad y la flexión en las vigas, tuvo como método utilizar fibra de acero en vigas rectangulares de concreto con dimensiones de 25 cm de ancho, 40 cm de peralte y 400 cm de longitud, tuvo como muestra un espécimen del concreto patrón y uno de cada porcentaje. Como resultado respecto a la resistencia a la compresión y ductilidad se logró que el espécimen adicionado con fibra de acero al 2% respecto al peso de la mezcla obtuvo una mejor ductilidad respecto a los demás especímenes y una resistencia a la compresión de 392.075 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo el espécimen con porcentaje del 2% respecto de la mezcla tuvo un ancho máximo de fisura de 3 mm y el espécimen del concreto patrón tuvo un ancho de fisura de 4mm, por lo tanto se determinó que la fibra de acero adicionada al concreto contrarresta la formación, ampliación de fisuras, finalmente como conclusión el autor indica que las fibras de acero como refuerzo del concreto hace mejorar la ductilidad siempre y cuando este dentro del rango de 1% a 2% respecto al peso de la mezcla, para que no afecte en su trabajabilidad.

De la misma forma en la investigación de (Pacheco , 2016), tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la tracción del concreto adicionando distintos porcentajes de viruta de acero, el método empleado por el autor fue utilizar limalla de acero en 2%, 4% y 6% respecto del agregado fino, para un concreto de resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup>, tomo como población de

36 probetas de concreto en las cuales está comprendida la mezcla patrón y los porcentajes mencionados. Los resultados respecto al concreto endurecido ensayados a compresión axial con añadidura del 2% de viruta de acero a los 7 días de sumergido logro una resistencia promedio de 149.68 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente a los 14 días de curado tuvo una resistencia promedio de 169.18 kg/cm<sup>2</sup> y por ultimo a los 28 de curado logro una resistencia promedio de 190.79 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente con adición del 4% de viruta de acero a los 7 días de curado tuvo una resistencia promedio de 165.93 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo a los 14 días tuvo una resistencia promedio de 176.95 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 de curado tuvo una resistencia promedio de 196.82 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente con añadidura del 6% de viruta de acero a los 7 días de curado consiguió registrar una resistencia promedio de 169.12 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente a los 14 días registro una resistencia promedio de 181.80 kg/cm<sup>2</sup> y por ultimo a los 28 de curado logro una resistencia promedio de 202.26 kg/cm<sup>2</sup>, por ende el porcentaje más beneficioso fue el 6% respecto al agregado fino. Así mismo respecto a los resultados del concreto fresco, el investigador menciona que la trabajabilidad de la mezcla con sus porcentajes fue aceptable, se verifico un incremento significativo respecto a la mezcla empleado viruta de acero siendo un sub producto de la industria metal mecánica. Como conclusión se tuvo que la adición de los diferentes porcentajes empleados por el autor representa un aumento significativo.

Por otro lado (Espinoza , 2018), tuvo como objetivo determinar el aumento en la resistencia a la compresión teniendo como aditivo viruta de acero remanente de la industria metal mecánica, utilizo como método emplear viruta de acero en la dosificación de 10% respecto al agregado fino para un concreto con resistencia  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, tomo como población un total de 18 probetas, como resultado el investigador obtuvo que la viruta de acero adicionada al 10% respecto al agregado fino, a los 7 días de curado logro una resistencia mayor de 5.68% respecto al concreto patrón, a los 14 días registro una resistencia mayor de 8.63% respecto al concreto patrón y a los 28 días tuvo una resistencia mayor de

5.62% respecto al concreto base obteniendo una resistencia promedio de 225.97 kg/cm<sup>2</sup>. Así mismo las muestras ensayadas respecto a la resistencia a la compresión obtienen un aumento significativo con la adición de viruta de acero respecto al concreto patrón. Como conclusión el autor indico que la viruta de acero influyo positivamente en la resistencia a la compresión, ductilidad y en baja porosidad de las muestras.

De manera análoga (Venegas & Farfan, 2016), en su investigación tuvieron como objetivo analizar los efectos en las propiedades mecánicas del concreto mediante la adición de limalla de acero en diferentes porcentajes respecto al agregado fino, utilizo como método emplear limaduras de acero remanente de la industria metal mecánica en los porcentajes indicados, para un concreto de resistencia  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, tomo como población un total de 50 probetas, así mismo el investigador luego de una exhaustiva aplicación de ensayos obtuvo como resultado respecto a los ensayos de compresión, flexión y trabajabilidad de la mezcla, que la adición del 9% de limalla de acero respecto al agregado fino fue el más óptimo a diferencia de los otros porcentajes ensayados. Por ende, en la investigación de grado de Vengas y Farfán se identificó un incremento de las propiedades mecánicas del concreto considerando que la limalla de acero es un polvillo residual formado en un proceso metal mecánico, finalmente el investigador concluyo que la adición de limalla de acero al 9% fue el porcentaje más beneficio para las propiedades mecánicas del concreto ensayado.

Investigaciones más recientes según (Deledesma , 2019), expuso como tema de estudio, determinar la resistencia a compresión del concreto mediante la sustitución del agregado fino en diferentes porcentajes de fibras de acero y virutas de acero, este último es un residuo de la industria del metal, tuvo como método emplear la fibra de acero y viruta de acero en la dosificación de 4% y 6% respecto al agregado fino para un concreto con resistencia  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, tomo como población en su estudio 48 especímenes de concreto, como resultado en su investigación obtuvo para el concreto patrón una resistencia de 164

kg/cm<sup>2</sup>, así mismo el investigador obtuvo que la adición de fibra de acero al 4% respecto del agregado fino, a los 7 días de elaborado el espécimen marco una resistencia de 183 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 6% de fibra de acero tuvo una resistencia de 181 kg/cm<sup>2</sup>, igualmente a los 7 días para el concreto con adición de viruta de acero en 4% tuvo una resistencia de 178 kg/cm<sup>2</sup> y para 6% tuvo una resistencia de 176 kg/cm<sup>2</sup>, posteriormente para los especímenes curados a la 14 días obtuvo para el concreto patrón una resistencia de 195 kg/cm<sup>2</sup>, para la incorporación de fibra de acero al 4% respecto del agregado fino marco una resistencia de 215 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 6% de fibra de acero tuvo una resistencia de 211 kg/cm<sup>2</sup>, igualmente a los 14 días para el concreto con adición de viruta de acero en 4% tuvo una resistencia de 204 kg/cm<sup>2</sup> y para 6% tuvo una resistencia de 208 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente a los 28 de curado obtuvo para el concreto patrón una resistencia de 212 kg/cm<sup>2</sup>, para la adición de fibra de acero al 4% respecto del agregado fino marco una resistencia de 244 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 6% de fibra de acero tuvo una resistencia de 241 kg/cm<sup>2</sup>, igualmente a los 14 días para el concreto con adición de viruta de acero en 4% tuvo una resistencia de 236 kg/cm<sup>2</sup> y para 6% tuvo una resistencia de 239 kg/cm<sup>2</sup>. El autor indico respecto a sus resultados obtenidos que el más óptimo fue el 4% tanto para fibra de acero y viruta de acero. Así mismo se identificó un incremento de las propiedades mecánicas del concreto considerando que la fibra de acero y viruta de acero es un material poco empleado en las construcciones, por otro lado, la viruta de acero es un fragmento de material residual formado en un proceso de cepillado y desgaste del acero, en conclusión, se puede afirmar que la adición de viruta de acero y fibra de acero al 4% fue el porcentaje más beneficio para las propiedades mecánicas del concreto ensayado.

### **Local**

Así mismo (Alor & Alfaro, 2020), en su investigación analizo las propiedades mecánicas de un concreto adicionando viruta de acero, agregado grueso reciclado y agregado

fino natural, empleando los porcentajes de 9%, 10% y 12% con respecto al agregado fino para un concreto de  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , en su investigación el autor tomo como muestra un total de 48 probetas de estudio, como resultado respecto al concreto en estado fresco obtuvo un asentamiento obtenido mediante el Cono de Abrahams dando un slump de 3.1 a 3.7 pulgadas, por otro los resultados del concreto en estado endurecido a los 7 días de curado, fue para el concreto patrón una resistencia promedio de 21.57 MPa, con adición de viruta de acero al 9% tuvo una resistencia promedio de 22.98 MPa, con adición de viruta de acero al 10% tuvo una resistencia promedio de 25.62 MPa y con adición de viruta de acero al 12% tuvo una resistencia promedio de 22.13 MPa. Seguidamente en los ensayos realizados a los 14 días se obtuvo lo siguiente, para el concreto patrón obtuvo una resistencia promedio de 24.66 MPa, con adición de viruta de acero al 9% tuvo una resistencia promedio de 26.87 MPa, con adición de viruta de acero al 10% tuvo una resistencia promedio de 29.83 MPa y con adición de viruta de acero al 12% tuvo una resistencia promedio de 25.61 MPa. Por último, los ensayos realizados a los 28 días se obtuvieron lo siguiente, para el concreto patrón obtuvo una resistencia promedio de 30.84 MPa, con adición de viruta de acero al 9% tuvo una resistencia promedio de 33.58 MPa, con adición de viruta de acero al 10% tuvo una resistencia promedio de 37.74 MPa y con adición de viruta de acero al 12% tuvo una resistencia promedio de 32.21 MPa. Los ensayos realizados a tracción arrojaron los siguientes resultados, para la muestra patrón a los 28 días arrojó 2.12 MPa, con adición de viruta metálica al 10% dio 3.04 MPa y para la adición de viruta metálica al 12% dio 2.49 MPa. Del mismo modo los especímenes ensayados a flexión dieron, para el concreto patrón a los 28 días dio 4.53 MPa, para el concreto al 10% de viruta dio 5.51 MPa y para el concreto con adición al 12% de viruta dio 5.02 MPa, finalmente el autor indico respecto a sus resultados obtenidos que el más óptimo fue el 10% de viruta de acero. Así mismo se identificó un incremento de las propiedades mecánicas del concreto considerando que la viruta de acero es

un fragmento de material residual formado en un proceso de cizalladura, finalmente se puede concluir que la adición de viruta de acero al 10% fue el porcentaje más beneficioso para las propiedades mecánicas del concreto ensayado.

De la misma manera en la investigación de (Zavala , 2018), tuvo como finalidad mejorar la resistencia mecánica del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  utilizando como aditivo limalla de acero respecto al peso del cemento, tuvo como método utilizar un sub producto de la industria metal mecánica conocido como limalla de acero al 3%, 5%, 7% respecto al peso del agregado cementante, de tal manera su población fue conformada por 36 probetas, durante el proceso evolutivo de la resistencia a la compresión del concreto el autor obtuvo como resultado a los 7 días un concreto patrón con una resistencia de  $132.90\text{ kg/cm}^2$ , al 3% obtuvo una resistencia de  $182.44\text{ kg/cm}^2$ , al 5 % obtuvo una resistencia de  $159.03\text{ kg/cm}^2$ , al 7% obtuvo una resistencia de  $148.11\text{ kg/cm}^2$ , a los 14 días de curado del concreto patrón tuvo una resistencia de  $191.35\text{ kg/cm}^2$ , al 3% obtuvo una resistencia de  $207.22\text{ kg/cm}^2$ , al 5 % obtuvo una resistencia de  $216.43\text{ kg/cm}^2$ , al 7% obtuvo una resistencia de  $212.82\text{ kg/cm}^2$  y a los 28 días el concreto patrón tuvo una resistencia de  $227.31\text{ kg/cm}^2$ , al 3% obtuvo una resistencia de  $236.58\text{ kg/cm}^2$ , al 5 % obtuvo una resistencia de  $246.84\text{ kg/cm}^2$ , al 7% obtuvo una resistencia de  $241.39\text{ kg/cm}^2$ , así mismo respecto al asentamiento del concreto para con limalla de acero al 3% el asentamiento disminuyó 4.13%, al 5% el asentamiento disminuyó 11.07% y al 7% el asentamiento disminuyó 18.44%, el investigador indicó que al agregar pequeñas cantidades de limalla de acero no altera al concreto, por lo contrario aportar aumentos significativos en la propiedad mecánica del concreto, como conclusión el autor resalta que la incorporación de limalla de acero al 5% respecto del peso del cemento tuvo un aumento significativo en la propiedad mecánica a la compresión a los 14 y 28 días de curado.

De forma similar (Solis & Zapata, 2018), tuvieron como objetivo analizar las propiedades mecánicas del concreto adicionando limalla de acero, tuvo como método utilizar

el sub producto de la industria metal mecánica denominado limalla de acero en las dosificaciones 5%, 7%, 12% y 19% respecto al agregado fino para un concreto de resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, tomo como población un total de 70 especímenes de concreto, siendo 42 probetas que ensayo a la compresión, 14 probetas a la flexión y 14 probetas a la tracción. Respecto a la resistencia a la compresión a los 7 días de curado se obtuvo 239 kg/cm<sup>2</sup>, para las mezclas con limalla de acero pasante del tamiz N°4 al 5% su resistencia fue 247.5 kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado el 7% su resistencia fue 222 kg/cm<sup>2</sup>, seguido del 12% y su resistencia fue 211 kg/cm<sup>2</sup>, para el 19% su resistencia fue 196.5 kg/cm<sup>2</sup> y para las mezclas con limalla de acero entre los tamices N° 4 hasta la N°16, fueron de la siguiente manera, del 7% se obtuvo 216kg/cm<sup>2</sup> y del 12% se obtuvo 208 kg/cm<sup>2</sup>, posteriormente a los 14 días respecto a la mezcla patrón fue 287 kg/cm<sup>2</sup>, para las mezclas con adición de limalla de acero pasante del tamiz N°4 al 5% se tuvo 297 kg/cm<sup>2</sup>, para un 7% su resistencia fue 266.4 kg/cm<sup>2</sup>, para el 12% su resistencia fue 252.5 kg/cm<sup>2</sup>, para el 19% su resistencia fue 236 kg/cm<sup>2</sup> y para las mezclas con adición de limalla de acero entre los tamices N° 4 hasta la N°16, para el 7% fue 259.5 kg/cm<sup>2</sup> y para el 12% fue 249.5 kg/cm<sup>2</sup>, finalmente a los 28 días de curado respecto a la mezcla patrón fue 318.5 kg/cm<sup>2</sup>, para las mezclas con adición de limalla de acero pasante del tamiz N°4 al 5% su resistencia fue 330 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente del 7% su resistencia fue 296 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente del 12% su resistencia fue 281 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente del 19% su resistencia fue 262 kg/cm<sup>2</sup> y para las mezclas con de limalla de acero entre los tamices N° 4 hasta la N°16, para el 7% fue 288.5 kg/cm<sup>2</sup> y para el 12% fue 277 kg/cm<sup>2</sup>. De estos resultados el autor indico que el resultado más beneficioso fue la adición de limalla de acero al 5%. Por otro lado los especímenes de concreto ensayados a flexión fueron evaluados a los 28 días, dando como resultado respecto a la mezcla patrón una resistencia de 49.79 kg/cm<sup>2</sup>, para las mezclas con adición de limalla de acero al 5% pasante de la malla N°4 dio una resistencia promedio 50.78 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo al 7% pasante de la malla N°4 dio una



resistencia promedio 43.70 kg/cm<sup>2</sup>, de la mismas manera al 12% pasante de la malla N°4 dio una resistencia promedio 40.52 kg/cm<sup>2</sup>, por ultimo al 19% pasante de la malla N°4 dio una resistencia promedio 35.92 kg/cm<sup>2</sup> y respecto a las mezcla con adición de limalla de acero entre la mallas N°4 hasta la N°16, al 7% dio como resistencia promedio 42.69 kg/cm<sup>2</sup> y para el 12% dio como resistencia promedio 39.33 kg/cm<sup>2</sup>, siendo de este modo el mejor resultado el 5% de adición de limalla de acero. Por último los especímenes ensayados a la tracción fueron evaluados a los 28 días de curado, teniendo la mezcla patrón un resultado de 50.96 kg/cm<sup>2</sup>, con adición de limalla de acero 5% pasante de la malla N°4 dio como resultado 51.16 kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente la adición de limalla de acero 7% pasante de la malla N°4 dio como resultado 44.40 kg/cm<sup>2</sup>, luego la adición de limalla de acero 12% pasante de la malla N°4 dio como resultado 41.31 kg/cm<sup>2</sup>, por último la adición de limalla de acero 19% pasante de la malla N°4 dio como resultado 36.68 kg/cm<sup>2</sup> y las resistencias promedio de las mezclas entre el tamiz N°4 hasta el tamiz N°16 al 7% dio una resistencia promedio de 43.28, al 12% dio una resistencia promedio de 40.72, de todos los especímenes ensayados a tracción realizados el investigador afirma que el 5% de limalla de acero fue el más beneficioso. Así mismo se identificó un incremento de las propiedades mecánicas del concreto considerando que la limalla de acero provenía de un proceso de desbastado de la estructura metálica remanente en su primer uso, finalmente como conclusión la adición de limalla de acero al 5% respecto al agregado fino fue el porcentaje más beneficio para las propiedades mecánicas.

### 1.6.2. Bases teóricas

**Concreto**, según (NTP 339.047, 2014), llamado también como hormigón es una mezcla de cemento portland, agregado fino y grueso, aire y agua. El concreto como tal es la unión física y química del material cementante, agregado grueso, agregado fino y agua para que después de aglutinarse adquiera una consistencia rígida (Deledesma , 2019).

Al respecto (Alor & Alfaro, 2020) sostiene que el concreto hidráulico normalmente empleado nace a partir de un diseño de mezcla, antes de su elaboración se debe realizar un ensayo de materiales, para posteriormente observar y analizar mediante ensayos normalizados la influencia que aportan en sus caracteres físicos y mecánicos, así mismo en su investigación de grado también afirmo que usualmente el material predominante en la construcción es el concreto dado que una de sus principales características es la trabajabilidad de la mezcla siendo está muy aprovechada por los ingenieros civiles en sus obras.

**Cemento**, según la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009, 2005), define al Cemento Portland como un cemento hidráulico, dado que su producción se obtiene mediante la pulverización del Clinker el cual este compuesto por silicatos de calcio hidráulicos, dentro estos se encuentra sulfato de calcio y caliza, así mismo el material cementante o material aglutinante se comporta como un conglomerante que al reaccionar por un proceso químico con el agua comienza a endurecer. Los componentes principales del cemento hidráulico son silicatos, alúmina y hierro proveniente de materias primas (Deledesma , 2019, pág. 6)

De esta misma manera (Deledesma , 2019) indica que hasta la fecha el cemento es un agregado indispensable para el concreto, dado que al interactuar químicamente con los demás agregados, provee una mezcla pastosa, plástica y moldeable, que luego de endurecer mediante sus días de curado adquiere una resistencia y durabilidad.

Seguidamente, se muestra en la tabla los componentes principales del cemento:

**Tabla 1**

*Componentes del Cemento*

Nombre del componente	Composición Oxida	% Que Pasa
Silicato Tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S
Silicato Bicalcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S

Aluminato Tricálcico	$3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$	C3A
Ferro aluminato tetracalcico	$4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF

Fuente: (Rivva, 2018)

El silicato tricálcico: Según (Rivva, 2018), en su libro denominado “Diseño de mezcla” explica que el silicato tricálcico es representado por su fórmula  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , así mismo se caracteriza por una rápida hidratación, de esta manera se puede comprender que contribuye a un endurecimiento rápido y a su vez causar un alto calor de hidratación.

El silicato bicalcico: Del mismo modo (Rivva, 2018), explica que este compuesto del cemento representado por la formula química  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , se caracteriza su lenta velocidad y mínimo calor de hidratación.

El aluminato tricálcico: Durante el proceso de reacción química este compuesto representado por la formula  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , después de los álcalis es el primero ante la reacción en hidratarse de manera violenta, de esta manera se puede precisar que este compuesto desarrolla un alto calor de hidratación, así mismo ayuda al desarrollo de la resistencia del concreto. (Rivva, 2018)

El ferro aluminato tetracalcico: Según (Rivva, 2018), dicho compuesto representado por su fórmula  $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ , aporta baja resistencia al ser hidratado.

**Agregado grueso:** Es un material retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4) y se basa en los límites establecidos en la norma NTP. 400.037, según la ASTM C33 dice que “El agregado grueso debe consistir en grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, o concreto de cemento hidráulico triturado, o una combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta especificación” (Rivva, 2018, pág. 27), así mismo el investigador afirma que en el hormigón estructural los agregados que lo conforman ocupan del 60% al 75% del volumen. El agregado grueso no solo ocupa un volumen dentro del concreto, también brinda

características significativas en el concreto en sus dos estados, fresco y endurecido.

Seguidamente el autor menciona que en el concreto sus agregados deben reaccionar de una mejor manera, con la importante intención de dar resistencia y durabilidad al concreto por eso es importante que los agregados estén libres de impurezas, los cuales afectan de manera negativa en las propiedades mecánicas.

***Propiedades físicas del agregado grueso.*** Las cuales influyen mucho al momento de la dosificación de la mezcla, así mismo se detalla las siguientes propiedades físicas

**Peso específico:** Según (Deledesma , 2019) se énfasis que en la NTP 400.021 para agregados gruesos, el peso específico del agregado se obtiene mediante el producto del peso de la muestra entre el volumen que la contiene, sin considerar vacíos.

**Peso unitario:** Para (Rivva, 2018), la obtención del peso unitario del agregado es el resultado de la división del peso del agregado entre el volumen, pero se considera los vacíos entre las partículas. La NTP 400.017 establece los procedimientos a seguir.

**Porcentaje de vacíos:** Según (Espinoza , 2018) se define al porcentaje de vacíos como el espacio entre partículas del agregado que se encuentran separados. La NTP 400.017 establece los procedimientos a seguir.

**Humedad:** Para (Deledesma , 2019), es una de las particularidades más importantes para la producción del concreto, ya que incorpora agua a la mezcla, reteniendo los poros abiertos y acumulando agua en sus partículas. El reglamento que nos muestra los procedimientos para su elaboración es la NTP. 400.021.

**Absorción:** Según lo mencionado por (Espinoza , 2018) la absorción se explica como la cualidad que tiene el concreto para reducir el agua en la mezcla, esta propiedad proviene de la capilaridad en los vacíos de los agregados. El reglamento para que nos muestra los procedimientos para su determinación es la NTP 400.021.

Porosidad: Según (Deledesma , 2019), la porosidad es el volumen de todos los espacios internos de las partículas sin materia sólida, así mismo esta influye en las propiedades de los agregados como: la resistencia mecánica, propiedades elásticas y propiedades físicas. La NTP 339.185 establece los procedimientos a realizarse para una adecuada obtención de la porosidad en el concreto.

Superficie específica: Para (Rivva, 2018), la superficie específica es directamente proporcional con la cantidad de pasta de cemento que se necesitaría para cubrir el área superficial de los agregados.

### **1.6.3. Propiedades mecánicas del agregado grueso**

Porosidad: Según (Rivva, 2018), esta propiedad contribuye en la resistencia mecánicas, resistencia a la abrasión, estabilidad química, permeabilidad de las partículas, propiedades mecánicas y la abrasión. Siendo esta una de las propiedades fundamentales del agregado. La continuidad y tamaño de los poros controla la magnitud y velocidad de absorción, y también la velocidad del agua con la cual escapa de las partículas del agregado, si los materiales contienen un elevado porcentaje de poros, tienen una mayor superficie indefensa de los ataques químicos.

Resistencia: Según lo descrito por (Pacheco , 2016), la resistencia es definida en la máxima carga que puede soportar una partícula, teniendo como componentes principales su textura, composición y estructura de las partículas del agregado. Según ensayos realizados la resistencia a la compresión del agregado suele ser más alta al del concreto preparado con este agregado.

Adherencia: Para (Deledesma , 2019), para una mayor adhesión entre partículas se debe tener una textura áspera, del mismo caso a una mayor área de superficie de un agregado propiciara una mayor adherencia, según lo mencionado se confirma que tanto la forma de la

partícula como la textura de la superficie del agregado influyen estrictamente en la resistencia del concreto.

**Dureza:** Según (Deledesma , 2019), define como dureza a la capacidad de la resistencia a la abrasión, desgaste y erosión que tiene los agregados, para poder determinar la rigidez de un agregado se sométete a un proceso de desgaste por abrasión.

**Módulo de elasticidad:** Para (Contreras & Peña, 2017), el módulo de elasticidad abreviado con el símbolo E, se define como la relación del esfuerzo normal, o la deformación que existe para esfuerzo de compresión y de tensión. Sabiendo que la deformación del concreto es también la deformación del agregado, de este modo a medida que aumente el módulo de elasticidad de los agregados aumente también el del concreto.

**Densidad:** Según (Espinoza , 2018), las inferencias de una baja densidad generan problemas en los materiales, así como: porosidad, alta absorción y baja resistencia, es por ello que la densidad de los agregados depende en su gran mayoría de la porosidad del material.

#### ***1.6.3.1. Propiedades térmicas del agregado grueso***

**Coefficiente de expansión térmica:** Conforme a la reducción de temperatura la pasta del concreto comienza a contraerse, desarrollándose esfuerzos de tensión, lo que puede conducir a fisuras (Deledesma , 2019).

**Conductividad térmica:** esta propiedad de los agregados es tan importante como el calor específico y es influenciada por la porosidad (Deledesma , 2019)

**Calor específico:** En esta magnitud física se debe tener un control de elevación de la temperatura (Deledesma , 2019)

Especificación normalizada para agregados de concreto NTP 400.037. Sin excepción los agregados para la preparación del concreto deben respetarse las normas técnicas, para que

el concreto producido tenga una mejor composición, resistencia, durabilidad, estabilidad y limpieza (Deledesma , 2019).

**Granulometría:** En el agregado grueso su composición mayormente es por gravas trituradas, la selección de su granulometría los cuales son una serie de tamices tales como 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4" serán empleados con el fin de obtener la densidad máxima, tamaño máximo nominal, curva granulométrica (Rivva, 2018)

**Tamaño Máximo:** Según (Sanchez, 2017) afirma: "el tamaño máximo del agregado proviene del análisis granulométrico y esta conceptualizado como la abertura del menor tamiz de la serie que permite el paso del total del material" (p. 72).

**Tamaño Máximo Nominal TMN:** Para hallar el tamaño máximo nominal en la práctica se verifica el primer valor que represente el 15 % o más, el cual se encuentra en la columna de porcentaje de retenido acumulado.

**Densidad relativa:** Se realiza este ensayo tomando como referencia la norma ASTM C 127-80 este ensayo se da con el motivo de determinar la densidad promedio (Rivva, 2018).

**Resistencia al desgaste:** Para analizar la durabilidad y adecuada resistencia del concreto es necesario analizar la resistencia a la abrasión o también conocido como desgaste en el agregado grueso (Rivva, 2018).

**Agregado Fino:** Según lo establece la NTP 400.037, el agregado fino es un material proveniente del interperismo y degradación natural o artificial, el cual al momento de hacer un tamizaje pasa por el tamiz 3/8" y queda retenido en el tamiz N°200 (Sanchez, 2017).

## Tabla 2

### *Granulometría del Agregado Fino*

Malla	% Que Pasa
9.5 mm (3/8")	100

---

4,50 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 µm (N° 30)	25 - 60
300 µm (N° 50)	10 - 30
150 µm (N° 100)	2 - 0

---

Fuente: Norma NTP. 400.037

Módulo de finura: (Abanto , 2017), afirma que es el resultado de la suma de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices y luego es dividido por 100, para obtener este módulo de finura se debe emplear la NTP 400.037.

Densidad Relativa: También denomina gravedad específica, por lo general los agregados de origen natural su densidad varía entre 2.4 y 2.9, este ensayo normalizado es de acuerdo a la NTP 301.139 (Deledesma , 2019).

Contenido de humedad: Este ensayo es basado en la NTP 400.010, en lo cual señala que el contenido de humedad es una característica muy importante porque contribuye con el incremento de agua en la mezcla del concreto así mismo el grado de humedad está relacionado con la porosidad de las partículas (Rivva, 2018).

Agua de mezcla: Es empleada para hacer reaccionar al cemento, así como también hidratar la mezcla y de esta manera hacer más trabajable el concreto, así mismo el agua dentro de la mezcla ocupa un espacio la cual al evaporarse deja vacíos de esta manera hace bajar el nivel de resistencia y durabilidad en el concreto (Rivva, 2018).

En su tesis de grado (Ramos , 2019), menciona que según lo especificado por la (NTP 339.088, 2006) el agua para la mezcla debe tener baja cantidad de materia inorgánica, bajo residuo solido suspendido, bajo contenido de PH, bajo contenido de sulfatos y cloruros.



Diseño de Mezcla según el método ACI 211: Es un proceso para obtener la composición del concreto según (Flores, 2017) citado por (Deledesma , 2019), en este proceso los agregados deben de cumplir con los requisitos físicos y granulométricos expresados por el ASTM C 33, así mismo cabe mencionar que los pasos para la obtención del diseño de mezcla está especificado en la tablas del ACI 211, este método es uno de los tantos que hay, para una mejor resistencia y durabilidad del concreto.

Relación Agua / Cemento: Es un parámetro importante el cual conforma la mezcla del concreto, contribuyendo en la resistencia, durabilidad. La relación agua cemento es el valor particular más valioso de la tecnología del concreto (Deledesma , 2019).

Es de vital importancia mencionar a la relación agua cemento, ya que el exceso de agua disminuye la resistencia del concreto, así mismo la durabilidad, la fluencia y la retracción depende de la variación en la relación agua cemento (a/c) (Flores, 2017).

### **1.6.3.2. Propiedades mecánicas del concreto**

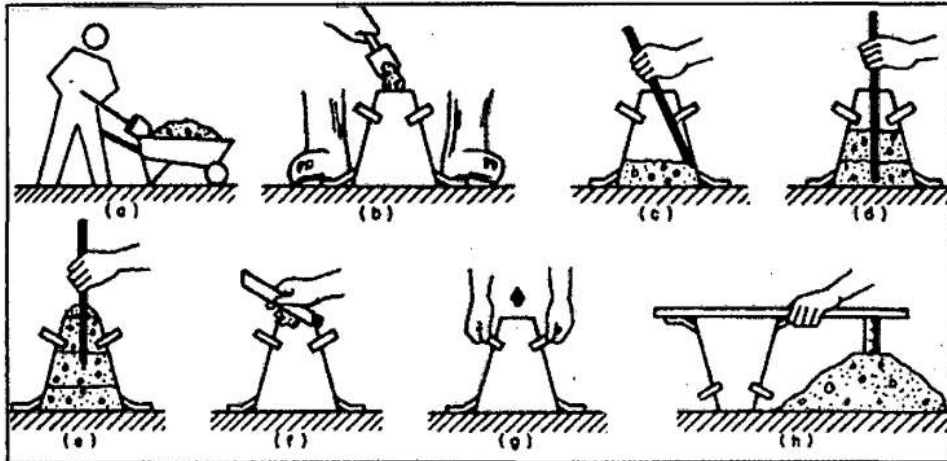
**1.6.3.2.1.** Concreto en estado fresco. Es llamado así porque es una mezcla que aún se puede moldear. En las proporciones adecuadas, la mezcla se vuelve trabajable sin perder la consistencia, ni sus propiedades, el tiempo de endurecimiento puede ser diferente dependiendo al uso que se le quiera dar. (López, 2019).

#### **Propiedades del concreto en estado fresco**

Trabajabilidad: Según (Espinoza , 2018), la trabajabilidad de concreto es aquella facilidad de colocación, consolidación y acabado fresco, que influyen en la trabajabilidad del concreto, estas están fuertemente vinculada con la calidad de los materiales que se utiliza, seguido esta la temperatura y la cantidad de agua.

### **Figura 1**

*Ensayo de asentamiento*



*Nota:* La figura esquematiza la secuencia de la prueba de asentamiento, Fuente: (NTP 339.034).

Segregación: (Deledesma , 2019), menciona que la segregación es la separación de las partículas del concreto, lo cual puede ocasionar superficies mal acabadas con cangrejas con una repercusión negativa en la durabilidad, calidad y resistencia del concreto.

Consistencia o fluidez: Según (Rivva, 2018), se define y depende principalmente por la cantidad de agua en la mezcla. La consistencia o fluidez también llamado "slump test" se emplea para observar el comportamiento del concreto en estado fresco.

**Tabla 3**

*Consistencia o Fluidez del Concreto*

Consistencia	slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plástica	3" a 4"	trabajable
Húmeda	≥ 5"	Poco trabajable

Fuente: "NTP339.035, ASTM C143"

**Homogeneidad:** Según (Ramos, 2019), es la capacidad por la cual los diferentes componentes del Concreto están dispersos en toda la masa, lo cual dos muestras obtenidas de distintos lugares de la misma, resulten casi iguales.

**Compacidad:** (Ramos , 2019), menciona que la compacidad está fuertemente ligada a la densidad, una buena compacidad proporciona al concreto una formidable resistencia mecánica, química y física, frente a esfuerzos, desgaste, cambios de temperatura y acciones agresivas

**Docilidad:** (Deledesma , 2019), menciona que el concreto en estado modelable tiene la simplicidad de ser manipulado, llevado, vertido y vibrado en su encofrado.

**Peso específico:** (Abanto , 2017), menciona que el peso específico del concreto es la relación entre la masa del concreto en estado fresco y el volumen que ocupa.

**Concreto endurecido.** El concreto en estado endurecido es un proceso por el cual el material aglutinado pasa de un estado plástico a un estado sólido rigidizándose con el pasar de los días, de esta manera Silva, citado por (Deledesma , 2019), afirma que el concreto para llegar a un estado sólido pasa por una fase físico-química compleja, en la cual influenciarán mucho el tiempo, el medio ambiente y los porcentajes de los agregados que contiene la mezcla.

### **Propiedades del concreto en estado endurecido**

**Curado del concreto:** Ramos (2019), menciona que hay que curarlo en un ambiente adecuado después de ponerlo en obra y durante los primeros días de vertido. La firmeza y estabilidad de un concreto solo se puede alcanzar si este pasa por un proceso de curado adecuado. Si las condiciones climatológicas de humedad y temperatura son permisibles, no se requerirá tomar previsiones particulares de curado.

**Permeabilidad:** El concreto como tal es permeable y al estar en contacto con el agua genera un escurrimiento a través de su superficie, así mismo (Deledesma , 2019), menciona

que en la relación agua – cemento, la permeabilidad es un parámetro que contribuye en dicha relación, de la misma manera afirma que al disminuir uno, el otro también disminuye. (p. 25)

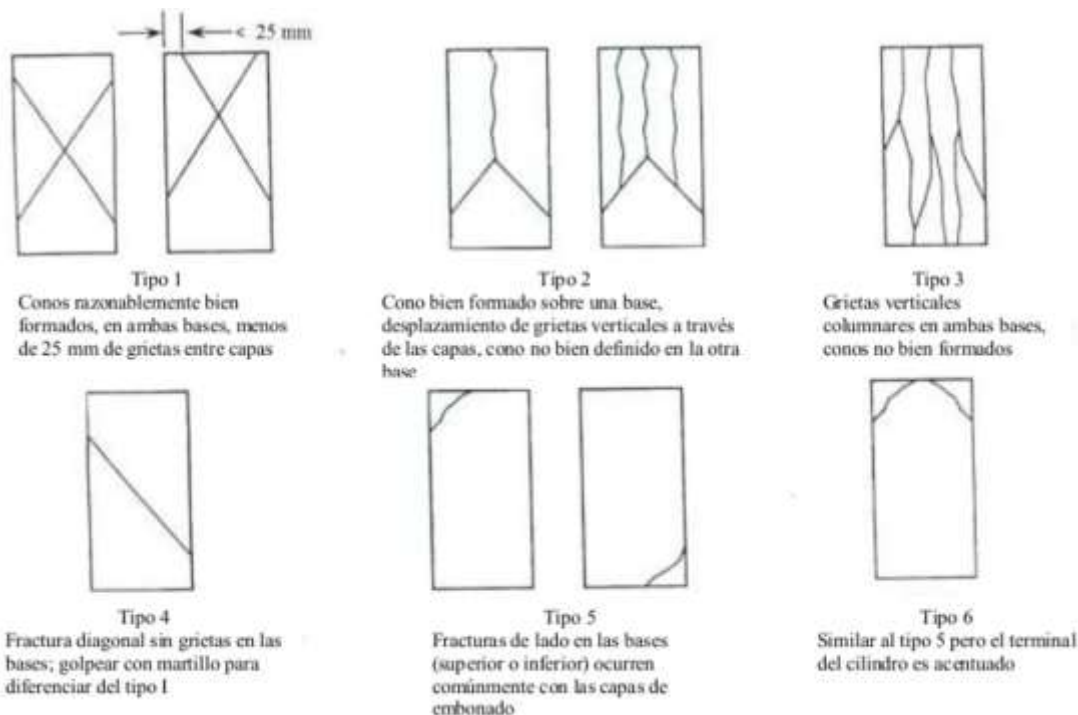
**Elasticidad:** (Harman, 1998) citado por (Ramos , 2019), considera que el concreto como tal no cumple con ser un material linealmente elástico, de esta manera ratifica que en el diagrama esfuerzo – deformación no presenta ningún tramo recto, de esta manera el autor indica que el pseudo Modulo de Elasticidad es la inclinación de la secante a la curva desde el comienzo hacia un punto de esfuerzo determinado.

**Resistencia y durabilidad:** Ambas características van muy relacionadas, dado que un concreto bien elaborado es un material natural resistente y duradero, así mismo adquiere las características de ser denso, compacto, resiste la variación de temperatura, así como el agotamiento a la intemperie. Estas propiedades se ven afectadas por la densidad el concreto, así mismo ambas ganan valor si se hace un buen curado del concreto (Rivva, 2018, pág. 42). Así mismo el autor indico que la resistencia es una propiedad importante del concreto fraguado, normalmente se ensaya mediante las pruebas de resistencia normalizadas y se observa mediante los resultados arrojados para la aceptación o rechazo del mismo.

**Prueba de resistencia a la compresión del concreto:** Según indica el ASTM C39 y la NTP 339.034 es una técnica que reside en aplicar una carga de compresión axial a un espécimen de concreto o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada según la norma NTP 339.034 y es registrada una vez ocurra la falla. El cálculo de la resistencia la compresión en un espécimen de concreto es dada por la división de la carga máxima alcanzada entre el área de la sección de la probeta (NTP 339.034, 2008)

## Figura 2

### Tipos de Fracturas del concreto



*Nota:* La figura representa los diferentes tipos de fractura que se da durante el ensayo de la resistencia a la compresión del concreto, Fuente: (NTP 339.034).

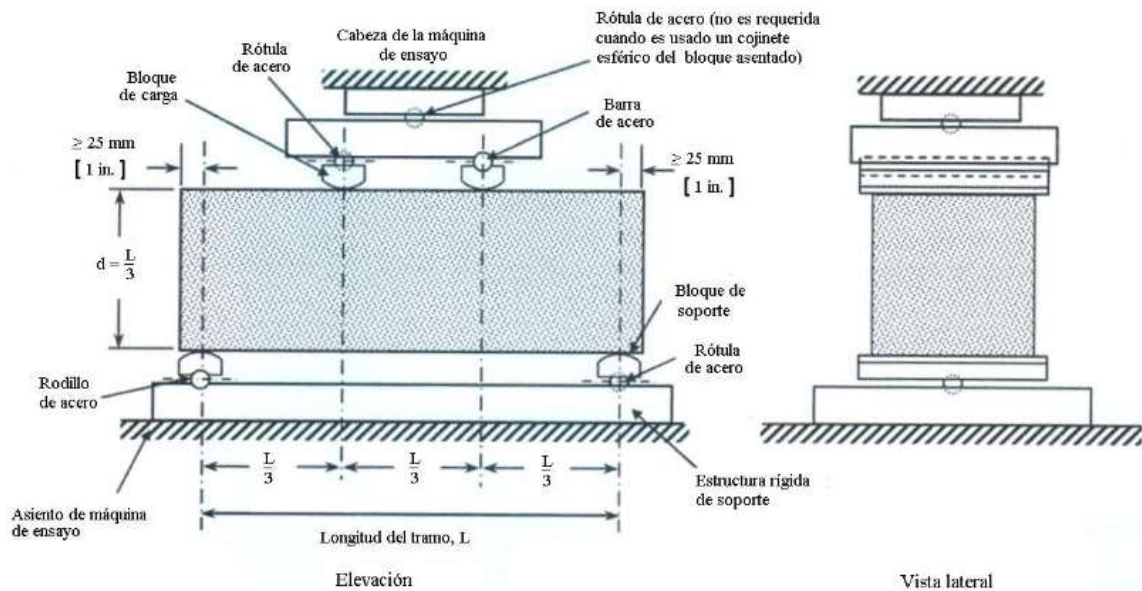
**Prueba de resistencia del concreto a la flexión:** Según indica la NTP 339.078 y el ASTM C78 es un método que consiste determinar la flexión en probetas moldeadas como elementos prismáticos (vigas), este ensayo se realiza con cargas a los tercios, según lo especificado por la norma el elemento prismático deberá tener una luz libre equivalente a tres veces la altura con una permisividad del 2%, así mismo la cara superior e inferior del espécimen de viga deberán formar ángulos rectos, así como también la superficie deberá ser lisa y libres de costras y porosidades (339.078, 2012).

Así mismo la norma técnica peruana empleada para la realización del método de ensayo para obtener la resistencia a la flexión indica la resistencia que se determina variara si existentes diferencias de tamaño, elaboración y condiciones de humedad en el espécimen.

**Figura 3**

*Diagrama de un Dispositivo Adecuado para Ensayar a Flexión Vigas con Carga a los*

*Tercios*



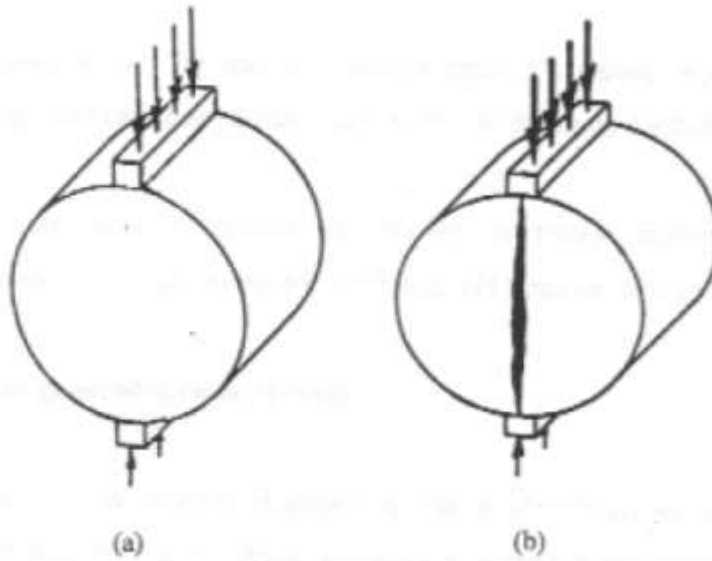
*Nota:* La figura representa el método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (Fuente: NTP 339.078).

**Prueba de resistencia del concreto por compresión diametral:** Según indica la NTP 339.084 y el ASTM C496 es un método que tiene como finalidad calcular la resistencia a la tracción del concreto, el método de tracción indirecta es producido por un estado de tensiones en la fibra interior del espécimen.

Así mismo según (Solis & Zapata, 2018), afirma que la elaboración de los especímenes debe ser en base a la NTP 339.033, así mismo sus medidas y condiciones serán según la NTP 339.059.

**Figura 4**

*Ensayo de tracción Indirecta*



*Nota.* (a) Configuración de la carga y (b) rotura del ensayo de tracción indirecta (Fuente: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas).

**Escurrecimiento Plástico:** Según menciona (Rivva, 2018), el escurrecimiento plástico es el alargamiento o reducción que sufre el concreto como consecuencia de una sollicitación uniforme y lineal en compresión diametral y flexión.

**Fibras de acero.** Según (Ramos , 2019), menciona que las fibras de acero son elementos de pequeña longitud y sección, al adicionar dichas fibras a la mezcla concreto, ayuda en la reducción de fisuración por asentamiento y retracción plástica, las ventajas de la adición de las fibras de acero al concreto son las siguientes:

- Incrementa la resistencia al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementa la resistencia a la tensión y ductilidad.
- Reduce el agrietamiento producido por la retracción del concreto.
- Su forma contribuye a que se ancle mecánicamente al concreto.

**Tabla 4**

*Clasificación de Fibras de Acero*

Grupo	Clasificación
1	Alambres estirados en frío (cold drawn wire).
2	Láminas cortadas (cut sheet).
3	Extractos fundidos (melt-extracted).
4	Conformados en frío.
5	Aserrados de bloques de acero (milled from Steel blocks).

Fuente. (Deledesma , 2019).

Las fibras de acero tienen acero al carbono hasta en ocasiones con aleaciones con el fin de mejorar prestaciones técnicas y mecánicas o también de acero inoxidable, También se pueden encontrar fibras revestidas de zinc o galvanizadas, las cuales resultan menos costosas que las de acero inoxidable y presentan resistencia a la corrosión (Ramos , 2019).

De la misma manera según (Gutierrez, 2017) citado por (Deledesma , 2019), indica que la viruta es un producto derivado que es extraído por herramientas como cepillo o brocas, así mismo el autor menciona que este residuo de la industria del metal tiene variadas aplicaciones.

Hasta la fecha muchas investigaciones vienen realizando estudios sobre la incorporación de viruta de acero al concreto en diferentes porcentajes respecto al agregado fino, ensayándose unos especímenes con la mezcla patrón y otros especímenes con la incorporación de viruta de acero.

**Viruta Metálica:** Según lo define (Espinoza , 2018), la viruta metálica es un fragmento con forma de lámina ondeada, la cual es obtenida como un remanente de acero que es cepillado, devastado y perforado en la industria del metal, su aplicación comúnmente es



para reforzar las propiedades mecánicas del concreto, así mismo (Pacheco , 2016) afirma que existe diferentes tipos de viruta metálica y que su beneficio en las propiedades mecánicas es directamente vinculado con la cantidad incorporada a la mezcla.

Viruta discontinua: Según lo indicado por (Pacheco , 2016) es un material similar al hierro fundido y el latón fundido, los cuales al ser cortados producen una fractura esparciéndose fragmentos muy pequeños.

Viruta discontinua: Es un material dúctil, el cual es un poco difícil de cortar y es recomendable hacerlo por tramos cortos (Pacheco , 2016).

Viruta continúa con protuberancias: Es un material dúctil, así mismo es un material aglutinado soldado por su cara (Abanto , 2017)

**1.6.3.3. Cribado.** Según (Flores, 2017), el cribado es una operación de clasificación por tamaños de fragmentos de dimensiones variadas, zarandeándolos en una superficie con aberturas, que permitirá el paso de aquellos granos con dimensiones inferiores al tamaño de la abertura y a su vez impidiendo el paso a otros con un tamaño de mayor a la dimensión de la abertura.

#### **Función del Cribado:**

Según (Solis & Zapata, 2018), esta función disgrega los fragmentos más gruesos contenidos en una mezcla, con el fin de enviarlos a una nueva etapa de reutilización, de aquellos otros con las dimensiones requeridas las cuales son aprovechadas en la mezcla. Así mismo el autor hace énfasis en que el tamizaje, disgregado o cribado es importante para obtener la granulometría adecuada ya sea para fines de investigación o fines técnicos en obra.

## Figura 5

*Labor de zarandeo*



Fuente: Gravicon (2009)

### **Tipos comerciales de malla:**

Las mallas se seleccionan de acuerdo con el corte granulométrico, diámetro de alambre, estado de material, entre otros parámetros.

## Figura 6

*Tipos comerciales de malla*

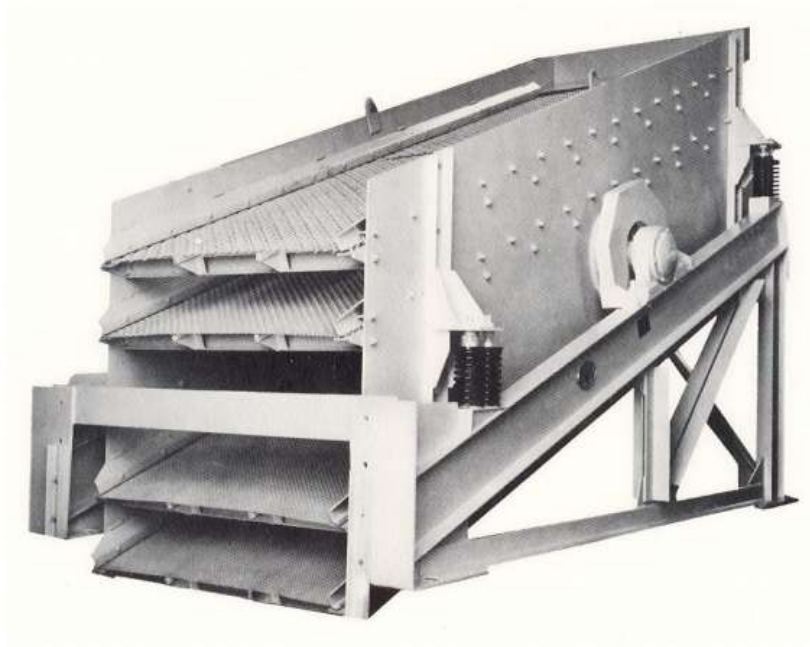


Fuente: Gravicon (2009)

La malla debe estar bien templada para que la vibración no lo dañe hasta romperla y evitar así el mantenimiento de criba vibratoria,

**Figura 7**

*Criba vibratoria 4 niveles*

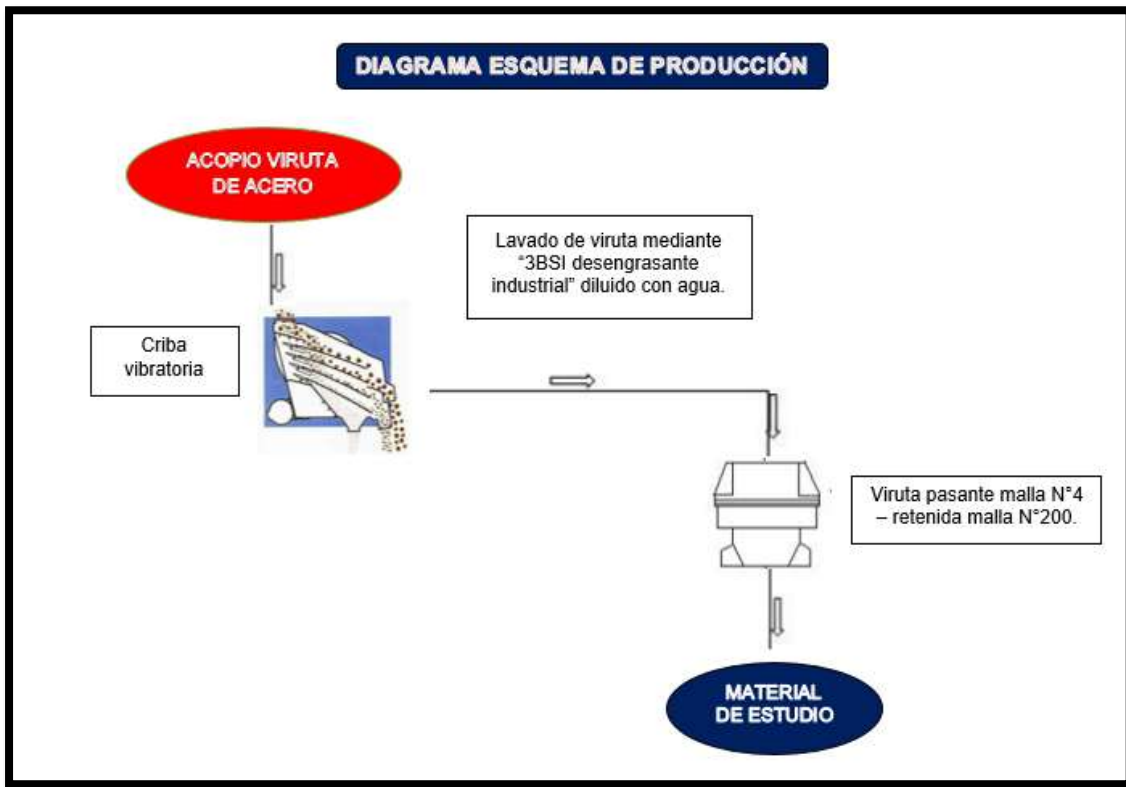


*Nota:* La figura nos muestra la cribadora vibratoria MS Meka 1240 (Fuente: Roher, 2020)

## Esquema de producción

Figura 8

Diagrama de Producción de la viruta de acero



Nota: Diagrama de proceso de obtención material de estudio Fuente: Propia

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

La presente investigación tiene un enfoque tipo cuantitativa porque se ha obtenido datos y números a partir de los ensayos de materiales realizados para analizar el comportamiento y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto al adicionar la viruta de acero como agregado en diferentes porcentajes respecto del agregado fino.

Además, tiene un alcance causal explicativa, ya que se centra en explicar las causas y los efectos al relacionar las variables de estudio, y longitudinal porque este análisis fue antes y durante los ensayos realizados.

De esta manera según lo mencionado por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016). La investigación cuantitativa sigue un patrón predecible y estructurado que nos ofrece la posibilidad de generalizar los resultados más ampliamente, los fenómenos pueden ser controlados, así como un punto de vista de conteo y las magnitudes de éstos. De este modo nos brinda una gran oportunidad de réplica y un enfoque sobre puntos específicos tales como fenómenos y facilidad la comprensión entre estudios similares.

### 2.2. Diseño de Investigación.

El tipo de investigación fue envase a los criterios establecidos por (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016), en su libro la metodología de la investigación, de donde se concluye que nuestra investigación es de tipo cuasi experimental, ya que en la investigación se manipula una o más variables independientes para posteriormente analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes “esquema de experimento y variables causa - efecto”. Así mismo es aplicativa dado que se interesa en la indagación de conocimientos o desenlaces, manteniendo siempre la objetividad y la mente abierta para tomar adecuadas decisiones.

## 2.3. Operacionalización de Variables

### 2.3.1. Identificación de variables

Variable Dependiente: Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Variable independiente: Viruta de acero

### 2.3.2. Operacionalización de las variables

**Tabla 5**

*Operacionalización de la variable independiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Viruta de Acero	(Espinoza, 2018) Indicó que la viruta metálica es un fragmento con forma de lámina ondeada, la cual es obtenida como un remanente de acero que es cepillado, devastado y perforado en la industria del metal	Se recogieron las virutas de acero eliminadas de las empresas dedicadas		Adición al 3% de viruta de acero
		Se limpian y clasifican por tamaños, dimensiones y formas variadas usando la criba vibratoria	Viruta de acero pasante por el malla N°4-Retenido	Adición al 5% de viruta de acero
		Se realizara los ensayos correspondientes considerando la normativa para laboratorio.	por la malla N°200	Adición al 8% de viruta de acero

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6**

*Operacionalización de la variable dependiente*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador
Propiedades Físicas y mecánicas del concreto	(Montalvo, 2015)			Adición de
	Indicó que el comportamiento físico del concreto en su estado fresco se mide mediante la trabajabilidad, consistencia o asentamiento del concreto, mientras el comportamiento de sus propiedades mecánicas en estado endurecido son: flexión, compresión, tracción y tiene que ser determinadas sobre probetas mediante ensayos normados.	Se realiza el ensayo físico al concreto en estado fresco.  Se realiza los ensayos del concreto endurecido constituido de 108 probetas para hallar su resistencia a la compresión, flexión y tracción.	Asentamiento del concreto  Resistencia a la Compresión  Resistencia a la Tracción  Resistencia a la Flexión	viruta de acero al 3%, 5% y 8%.  7, 14 y 28 días de curado  7, 14 y 28 días de curado.  7, 14 y 28 días de curado

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4. Población

Según afirma (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016), menciona que la población son conjuntos de elementos finitos o infinitos con características comunes, las cuales son extensas conclusiones de investigación, así mismo es determinada por el problema y los objetos de estudio. En tal sentido, la población para la cual se enfocaría el presente estudio será los elementos de concretos horizontales tipo vigas en los edificios de la ciudad de Lima.

## 2.5. Muestra

Se tomó como estudio 108 muestras de probetas. Las cuales 36 fueron ensayadas para soportar resistencia a la compresión, 36 ensayos para resistencia a la tracción y 36 probetas de resistencia a la flexión, de las cuales se incorporó porcentajes de viruta de acero en 3%, 5% y 8% respecto al agregado fino a edades de curado de 7, 14 y 28 días., todas las probetas fueron diseñadas empleado el método del ACI 211 para que cumplan la resistencia de un  $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Tabla 7**

*Cuantificación Total de la muestra*

Identificación de Muestras (Días)	Ensayo de Compresión	Ensayo de Tracción Indirecta	Ensayo de Flexión	Total
Muestra Patrón				
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
Patrón + 3%				
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
Patrón + 5%				
7	3	3	3	9



14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
Patrón + 8%				
7	3	3	3	9
14	3	3	3	9
28	3	3	3	9
Total				108

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se desagrega del siguiente modo:

**Tabla 8**

*Cuantificación Total de Muestras para Concreto Patrón*

Tipo de Ensayo	Edad (días)	# Muestras	Total
Ensayo de Compresión	7	3	
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Tracción Indirecta	7	3	27
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Flexión	7	3	
	14	3	
	28	3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 9**

*Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 3% de Viruta de Acero*

Tipo de Ensayo	Edad (días)	# Muestras	Total
----------------	-------------	------------	-------

Ensayo de Compresión	7	3	
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Tracción Indirecta	7	3	27
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Flexión	7	3	
	14	3	
	28	3	

Fuente: Elaboración Propia

### Tabla 10

*Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 5% de Viruta de Acero*

Tipo de Ensayo	Edad (días)	# Muestras	Total
Ensayo de Compresión	7	3	
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Tracción Indirecta	7	3	27
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Flexión	7	3	
	14	3	
	28	3	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 11**

*Cuantificación Total de Muestras para Concreto Añadiendo 8% de Viruta de Acero*

Tipo de Ensayo	Edad (días)	# Muestras	Total
Ensayo de Compresión	7	3	
	14	3	
	28	3	
Ensayo de Tracción	7	3	
	14	3	
	28	3	
Indirecta	7	3	
	14	3	27
	28	3	
Ensayo de Flexión	7	3	
	14	3	
	28	3	

Fuente: Elaboración Propia

## **2.6. Técnicas Instrumentos de recolección y Análisis de datos**

### **2.6.1. Técnica de la recolección de datos**

La técnica utilizada para la recolección de datos es la observación directa, puesto que, durante los ensayos, es importante la observación y registro de información, Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016), nos menciona de cómo el proceso de recolección de datos implica seleccionar el instrumento de datos, y este debe ser correcta y confiable.

La revisión documentaria que realizaremos constará de tesis, revistas, artículos, libros, portales de internet tanto internacionales como nacionales y regionales, así mismo la representación sistematizada de los pasos a realizar en el proceso será mediante un diagrama de flujo. Ver anexo N°1: (Diagrama de Flujo).

### **2.6.2. Instrumento de recolección de datos**

Según (Hernández, Fernández, & Baptista, 2016), nos afirma que todo instrumento de recolección de datos debe tener tres requisitos indispensables: confiabilidad, validez y objetividad, ante ello los instrumentos utilizados en la investigación son:

- Ficha de recolección de datos
- Balanza electrónica
- Prensa hidráulica para compresión, flexión y tracción indirecta, todas certificadas.

### 2.6.3. Validez y Confiabilidad de los instrumentos de medición

Los instrumentos que se emplearán para los ensayos normalizados serán tomando en cuenta la Norma Técnica Peruana y posteriormente serán validados por los representantes del laboratorio, así mismo para nuestra investigación se adjunta los certificados de calibración de cada instrumento empleado.

## 2.7. Procedimientos

### 2.7.1. De la Obtención de viruta de acero

#### 2.7.1.1. Selección viruta de Acero

Para la recolección de Viruta de acero se buscó los sectores de los Distritos de la zona Norte de Lima Metropolitana donde mayor tornería y rectificadoras producían este sub producto mediante el desbaste del acero, para lo cual por motivo de cercanía y transporte la viruta de acero fue obtenida de la empresa ByV iesemin S.A.C ubicada en la ciudad de lima, en el distrito de Comas, Mza N Lote 9 Fnd. Rio, Tambo las cuales fueron añadidas en la mezcla del concreto en las siguientes dosificaciones del 3%, 5% y 8% respecto al agregado fino.

### **Figura 9**

*Lugar de Acopio Viruta de Acero*



*Nota:* Ubicación ByV iesemin S.A.C

#### ***2.7.1.2. Técnica y tratamiento de la viruta de acero***

Una vez obtenida el material de estudio, se utilizó la criba vibratoria para clasificar por tamaño de dimensiones y formas variadas la viruta de acero, permitiendo pasar aquellos granos con dimensiones menores a las aberturas y reteniendo aquellos otros con un tamaño mayor a la dimensión de la abertura. En este caso nuestro material de estudio fue partículas pasantes por la malla N°4 (4.76mm) y retenidos por la malla N°200 (0.0075mm), seguidamente se procede al lavado de la viruta de acero mediante drenaje de fluidos utilizando desengrasante industrial “3BSI desengrasante multipropósito” diluido con agua, ya que esta viruta esta manchada con aceites que se utiliza al momento del corte y desbaste, y así no pueda traer dificultades a la hora de realizar los ensayos respectivos del concreto. Una vez limpia el material de estudio (viruta de acero), se procedió a realizar los ensayos respectivos normalizados por la Norma Técnica Peruana para la incorporación de la viruta de acero en la mezcla del concreto.

## Figura 10

*Lugar de Acopio Viruta de Acero*



*Nota:* Deposito de viruta de acero (Fuente: Elaboración Propia).

### **2.7.1.3. Características de la viruta de acero para ser empleado en la mezcla.**

Según (Gutiérrez, 2017), la viruta de acero dentro de su composición química tiene Hierro en un 80.748%, Silicio 6.988% y Aluminio 5.261% como elementos más resaltantes, al tener al Hierro en mayor cantidad, este elemento es el brinda mayor ductilidad y resistencia al impacto, así mismo el Silicio ayuda en la eliminación de poros en el concreto.

La viruta de acero es un material con forma de láminas espirales de diferentes grosores y longitudes que es extraído a causa del cepillado o desbaste de los metales. Es por ello que para nuestra investigación se empleó partículas pasantes por la malla N°4 (4.76mm) y retenidos por la malla N°200 (0.0075mm). Por otro lado, respecto a sus características físicas, mediante el análisis realizado se indica que es un material que no absorbe agua, por

consiguiente, tampoco tiene contenido de humedad, producto del análisis arrojo que su peso específico es 5.08 g/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 12**

*Componentes adicionales de la viruta de acero fundido*

Elemento	Símbolo	Cantidad ASTM A247-10
Carbono	C	3.2% - 3.6%
Azufre	S	0.12% - 0.15%

Fuente: Reyes & Rodríguez, (2010).

### **2.7.2. De la Obtención de los agregados.**

#### **2.7.2.1. Selección de Cantera**

Se empleó para nuestra investigación los agregados provenientes de la cantera “El Coronel”, recomendada mediante referencias por su calidad en sus agregados, por lo cual recurrimos a la ferretería “Joubert” la cual distribuye material proveniente de la cantera mencionada, esta misma nos habilito con el material necesario para la elaboración de los ensayos de los agregados y para la mezcla de concreto, dado que la cantera abastece cantidades mucho mayores a lo que necesitábamos para la investigación.

Así mismo se utilizó para la mezcla del concreto el cemento marca “SOL” portland tipo I, antes de hacer la compra se verifíco la fecha de caducidad del saco de cemento de 42.5 kg, dicha compra se efectuó en la misma ferretería en donde se compró los agregados, como se muestra en la siguiente figura.

### **Figura 11**

*Cantera de Extracción de los Agregados*



*Nota:* Ubicación Cantera “El coronel” (Fuente: Elaboración Propia)

### 2.7.3. Propiedades físicas de los Agregados

#### 2.7.3.1. Granulometría de los agregados.

Se determinó la granulometría (Análisis granulométrico), del agregado fino y grueso según NTP 400.012 Análisis granulométrico y módulo de finura. En esta normativa se establecen todos los métodos para clasificar las partículas por tamaños del agregado grueso, fino y global mediante el tamizado.

#### 2.7.3.2. Agregado fino

Se realizó el análisis granulométrico de este material en base a la norma NTP 400.012, se precisó el tamaño de partículas se obtuvo 533 gr de la muestra por cuarteo, el cual se tamizo por los tamices según la Norma ASTM C136, seguido de registrar los pesos retenidos en cada malla, y luego los datos sean procesados mediante un trabajo de gabinete.



**Tabla 13**

*Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino*

Tamiz		Pasante	Retenido	Retenido	Pasante
		retenido	parcial	acumulado	acumulado
pulg.	mm	(gr)	(%)	(%)	(%)
Nº 8	2.36	55.7	18.1	18.1	81.90
Nº 10	2.00	16.6	5.4	23.5	76.50
Nº 16	1.18	63.4	20.6	44.1	55.90
Nº 20	0.85	38.5	12.5	56.6	43.39
Nº 30	0.6	33.2	10.8	67.4	32.60
Nº 40	0.42	25.2	8.2	75.6	24.41
Nº 50	0.30	19.1	6.2	81.8	18.20
Nº 80	0.180	16.0	5.2	87.0	13.00
Nº 100	0.150	4.3	1.4	88.4	11.60
Nº 200	0.075	8.30	2.7	91.1	8.90
FONDO	FONDO	27.4	8.9	100.0	
Total		533	M.F	2.99	

*Nota:* Análisis granulométrico del agregado fino convencional, se utilizó una muestra de 553 gramos, fue zarandeado en el juego de tamices siguiendo los parámetros de la NTP 400.012 (Fuente Propia)

**Tabla 14**

*Huso Granulométrico del agregado fino*

		Limite	Limite
tamiz	Diámetro	inferior	superior

(pulg.)	(mm)	(%)	(%)
N° 8	2.36	80.00	100.00
N° 16	1.18	50.00	85.00
N° 30	0.6	25.00	60.00
N° 50	0.3	10.00	30.00
N° 100	0.15	2.00	10.00

*Nota:* Huso granulométrico del agregado fino convencional, se utilizó para graficar los parámetros requeridos según NTP 400.012 (Fuente NTP 400.012)

### Tabla 15

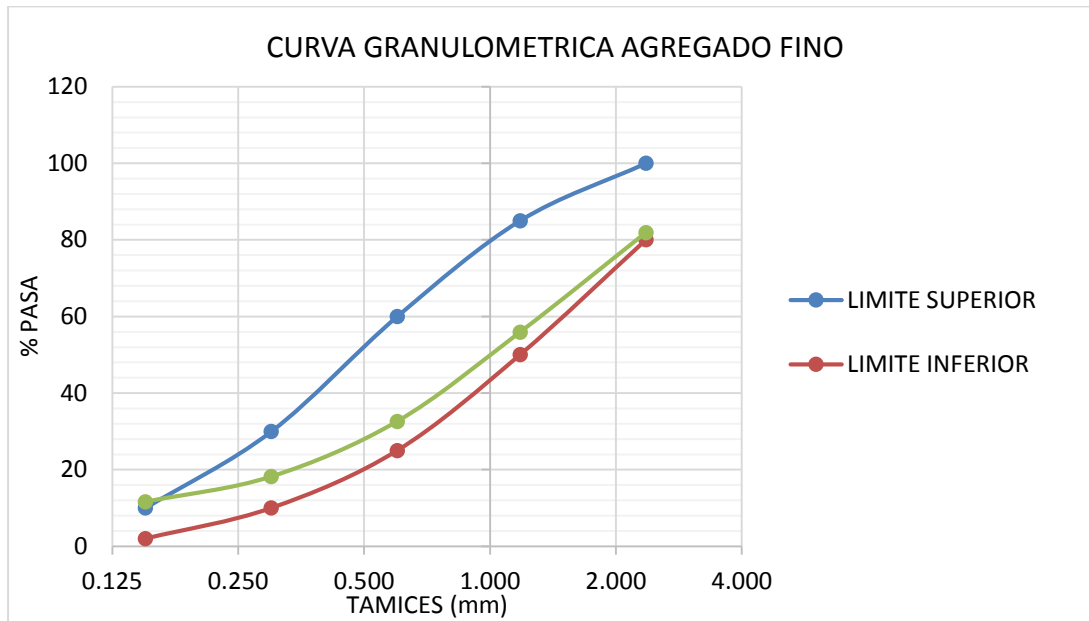
*Intervalos del pasante acumulado Curva granulométrica*

Tamiz	Diámetro	Limite inferior	Pasante acumulado	Limite superior
(pulg.)	(mm)	(%)	(%)	(%)
N° 8	2.36	80.00	81.90	100.00
N° 16	1.18	50.00	55.90	85.00
N° 30	0.6	25.00	32.60	60.00
N° 50	0.3	10.00	18.20	30.00
N° 100	0.15	2.00	11.60	10.00

*Nota:* Huso granulométrico del agregado fino convencional, se utilizó para graficar los parámetros requeridos según NTP 400.012 (Fuente NTP 400.037)

### Figura 16

*Figura de Curva granulométrica del agregado fino*



*Nota:* Se puede observar que el tamaño máximo nominal para nuestro agregado fino es por la malla N°4. (Fuente: Elaboración Propia)

### Figura 12

*Juego de tamices para el agregado fino*



Fuente. Elaboración Propia

### 2.7.3.3. Agregado grueso.

Se obtuvo 1,493 gr de la muestra por cuarteo, la cual se tamizo por el juego de tamices según la Norma ASTM C136, para luego registrar las cantidades en cada malla, mediante el empleo de la balanza electrónica.

Para el agregado grueso, se utilizó los tamices establecidos en la norma NTP 400.037 nuestro agregado tiene un TMN 1”.

**Tabla 16**

*Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso*

Tamiz	Pasante	Retenido	Retenido	Pasante
pulg. mm	retenido (gr)	parcial (%)	acumulado (%)	acumulado (%)
1 1/2"				100.00
1"	25.4	153.8	10.30	89.70
3/4"	19.05	577.8	38.70	51.00
1/2"	12.7	301.6	20.20	69.20
3/8"	9.525	265.8	17.80	87.00
Nº 4	4.75	194.1	13.00	100.00
Total	1493	M.F	7.36	

*Nota:* Análisis granulométrico del agregado grueso convencional, se utilizó una muestra de 1.493 kg, fue zarandeado en el juego de tamices siguiendo los parámetros de la NTP 400.012 (Fuente Propia)

**Tabla 17**

*Límite superior e inferior curva granulometría del agregado grueso*

Tamiz (pulg.)	Diámetro (mm)	Límite inferior (%)	Límite superior (%)
3/4"	19.1	40.00	85.00
1/2"	12.7	10.00	40.00
3/8"	9.5	0.00	15.00
N°4	4.76	0.00	5.00
N°8	2.36	0.00	0.00

*Nota:* Huso granulométrico del agregado grueso convencional, se utilizó para graficar los parámetros requeridos según NTP 400.012 (Fuente NTP 400.037)

**Tabla 18**

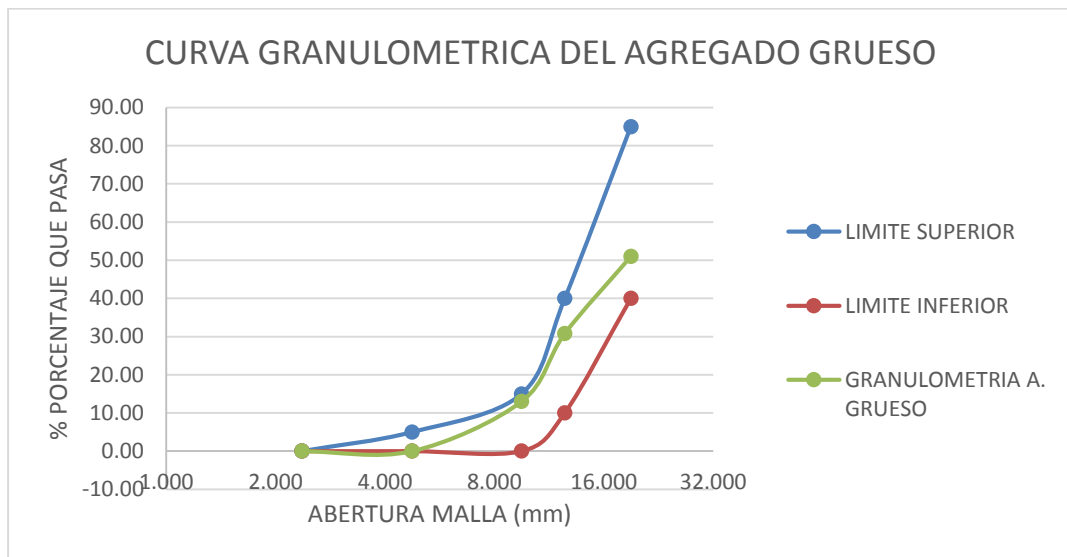
*Intervalos del pasante acumulado curva granulometría del agregado grueso*

Tamiz (pulg.)	Diámetro (mm)	Límite inferior (%)	Pasante acumulado (%)	Límite superior (%)
3/4"	19.1	40.00	51.00	85.00
1/2"	12.7	10.00	30.80	40.00
3/8"	9.5	0.00	13.00	15.00
N°4	4.76	0.00	0.00	5.00
N°8	2.36	0.00	0.00	0.00

*Nota:* Huso granulométrico del agregado grueso convencional, se utilizó para graficar los parámetros requeridos según NTP 400.012 (Fuente NTP 400.037).

**Figura 13**

*Curva granulométrica del agregado grueso de cantera*



*Nota:* Se puede observar que el tamaño máximo nominal de la muestra representativa se dio en la malla 1”

**Figura 14**

*Juego de tamices para el Agregado Grueso*



Fuente. Elaboración Propia

**2.7.3.4. *Peso unitario y contenido de vacíos de los agregados (ASTM C 29 - NTP 400.017).***

Peso Unitario Suelto: Se empieza llenando el recipiente también llamado matraz de Le Chatelier, hasta el punto de rebose, sacando el material a una altura no mayor de 5 cm, finalmente se procede a registrar su peso.

Peso Unitario Compactado: Se empieza llenando recipiente hasta 1/3 con la muestra, luego con 25 golpes se compacta y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrasándolo; finalmente se procedió a registrar el peso de la muestra compactada.

**Tabla 19**

*Peso unitario suelto seco del agregado grueso*

DESCRIPCION	PESO UNITARIO SUELTO		
	(kg/m <sup>3</sup> )		
N° de ensayo	1	2	3
Peso de la muestra +			
Molde (g)	11,880.0	11,886.0	11,889.0
Peso del molde (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Pesos de la muestra (g)	8,657.0	8,663.0	8,666.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1,515.0	1,516.0	1,516.0
Resultados (kg/m <sup>3</sup> )	1,515		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios sueltos de utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.17 (Fuente Propia)

**Tabla 20**

*Peso unitario compactado del agregado grueso*

DESCRIPCION	PESO UNITARIO COMPACTADO		
	(kg/m <sup>3</sup> )		
N° de ensayo	1	2	3
Peso de la muestra + molde (g)	12,202.0	12,260.0	12,277.0
Peso del molde (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Pesos de la muestra (g)	8,979.0	9,037.0	9,054.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0
Peso unitario (kg/m <sup>3</sup> )	1,571.0	1,581.0	1,584.0
Resultados (kg/m <sup>3</sup> )	1,579		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios compactados de utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajo los parámetros requeridos según NTP 400.17 (Fuente Propia)

**Tabla 21**

*Peso unitario suelto del agregado grueso*

DESCRIPCION	PESO UNITARIO SUELTO		
	(kg/m <sup>3</sup> )		
N° de ensayo	1	2	3
Peso de la muestra + molde (g)	12,458.0	12,459.0	12,429.0
Peso del molde (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Pesos de la muestra (g)	9,235.0	9,236.0	9,206.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0



Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	1,616.0	1,616.0	1,611.0
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	1,614		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios sueltos se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajo los parámetros requeridos según NTP 400.17 (Fuente Propia).

## Tabla 22

### *Peso unitario compactado del agregado grueso*

DESCRIPCION		PESO UNITARIO COMPACTADO		
		(kg/m <sup>3</sup> )		
N° de ensayo		1	2	3
Peso de la muestra + molde	(g)	13,030.0	13,035.0	13,045.0
Peso del molde	(g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Pesos de la muestra	(g)	9,807.0	9,812.0	98,822.0
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0
Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	1,716	1,717	1,718
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	1,717		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios compactados se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajo los parámetros requeridos según NTP 400.17 (Fuente Propia)

## Figura 15

### *Ensayo en laboratorio para el Peso Unitario Suelto Agregado fino*



Fuente. Elaboración Propia

### 2.7.3.5. *Contenido de humedad (ASTM C 566 - NTP 339.185)*

Este ensayo tiene la finalidad de hallar la humedad que tiene en ese momento los agregados, se empieza pesando la tara para luego agregar el agregado (fino o grueso).

Seguidamente se la muestra es llevada a una estufa eléctrica por 24h. Allá concluido las 24 horas, se aparta y se deja enfriar para luego anotar el peso de la tara con el material seco.

#### **Tabla 23**

##### *Contenido de humedad del agregado grueso*

Datos	und.	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	29,425.20
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	29,176.40
Peso del agua	(g)	248.8

*Nota:* Para la determinación del contenido de humedad de los agregados se utilizaron

Peso del Recipiente	(g)	298.4	herramientas normalizadas
Peso de Suelo Seco	(g)	28,878.00	del laboratorio JR Geo
Contenido de humedad	(%)	0.90	consultores S.A.C.

Ensayados bajos los

parámetros requeridos según NTP 339.185 (Fuente Propia)

### Tabla 24

#### *Contenido de humedad del agregado fino*

Datos	und.	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	1,561.60
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	1,529.60
Peso del agua	(g)	32
Peso del Recipiente	(g)	298.4
Peso de Suelo Seco	(g)	1,231.20
Contenido de humedad	(%)	2.60

*Nota:* Para la determinación del contenido de humedad de los agregados se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 339.185 (Fuente Propia)

### Figura 16

#### *Ensayo en laboratorio para el hallar el contenido de Humedad Agregado Grueso*



Fuente. Elaboración Propia

### **2.7.3.6. *Peso específico y absorción de los agregados***

#### **2.7.3.6.1 Agregado fino (ASTM C128 / NTP 400.022).**

La muestra de material fue sumergida en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente con el propósito de saturar los vacíos. Transcurrido el tiempo mencionado se quita el agua acumulada teniendo precaución de no perder material y se deja orear hasta que el material este suelto. Posteriormente se tomó el molde cónico, el cual se llenó del material y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde 5mm de altura aproximadamente, luego se alzó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme. Seguidamente se le incorpora agua lentamente hasta llenar la totalidad del picnómetro, revolviendo la muestra para eliminar los vacíos, se pesó el picnómetro con la muestra y el agua y finalmente se sacó la muestra del instrumento y se dejó secar a una temperatura entre 100 y 110°C para luego tomar nota de su peso.

**Tabla 25**

*Densidad relativa (peso específico) y absorción de agregado fino*

DESCRIPCION		Agregado		Resulta
		grueso	dos	dos
N° de ensayo		1	2	
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.00	300.00	
Peso fiola + H2O	(g)	664.40	654.30	
Peso fiola + H2O + material	(g)	964.4	954.3	
Peso fiola + H2O + material saturado y superficie seca	(g)	855.60	845.60	
Volumen de masa + volumen de vacios	(cm3)	108.8	108.70	
Peso de material seco a 105 °C	(g)	298.8	298.70	
Volumen de masa	(cm3)	107.6	107.40	
Peso Bulk base seca	(g/cm3)	2.746	2.75	2.747
Peso Bulk base saturada	(g/cm3)	2.757	2.76	2.759
Peso aparente bnase seca	(g/cm3)	2.777	2.78	2.779
Absorción	(%)	0.4	0.44	0.42

*Nota:* Para la determinación de los pesos específicos de los agregados de utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.021 (Fuente Propia).

**Figura 17**

*Ensayo en laboratorio para hallar el Peso Especifico*



Fuente. Elaboración Propia

#### ***2.7.3.6.2 Agregado Grueso (ASTM C127 / NTP 400.021).***

La muestra representativa del agregado grueso se sumergió en agua durante 24 horas a temperatura ambiente. Pasado este tiempo se escurrir el material por unos minutos, se pasa superficialmente con una toalla a todo el material y se registra el peso de la muestra saturada. En la balanza mecánica donde se ubicará la muestra. Seguidamente se pone la muestra en el horno a una temperatura de 100°C, para finalmente dejarlo enfriar a temperatura ambiente para obtener su peso.

#### **Tabla 26**

*Densidad relativa (peso específico) y absorción de agregado grueso*

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO	RESULTA DOS

N° de ensayo		1	2	
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	1,630.80	1,636.30	
Peso material saturado y superficie seca (en agua)	(g)	1,029.00	1,028.00	
Volumen masa + volumen de vacíos	(cm <sup>3</sup> )	601.8	608.3	
Peso material seco a 105 °C	(g)	1,618.50	1,625.40	
Volumen de masa	(cm <sup>3</sup> )	589.5	597.40	
Peso bulk base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.689	2.672	2.681
Peso bulk base saturada	(g/cm <sup>3</sup> )	2.713	3.690	2.7
Peso aparente base seca	(g/cm <sup>3</sup> )	2.746	2.721	2.733
Absorción	(%)	0.76	0.67	0.72

*Nota:* Para la determinación de los pesos específicos de los agregados de utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio JR Geo consultores S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.021 (Fuente Propia).

### **Figura 18**

*Pesado mediante balanza electrónica en la muestra del Agregado Grueso*



Fuente. Elaboración Propia

#### 2.7.4. Propiedades físicas de la viruta metálica

##### 2.7.4.1. Cribado de viruta de acero

Se utilizó la criba vibratoria para clasificar por tamaño de dimensiones y formas variadas la viruta de acero, permitiendo pasar aquellos granos con dimensiones menores a las aberturas y reteniendo aquellos otros con un tamaño mayor a la dimensión de la abertura. En este caso nuestro material de estudio fue partículas pasantes por la malla N°4 (4.76mm) y retenidos por la malla N°200 (0.0075mm),

#### **Figura 19**

*Cribado de la Viruta de acero*





Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.4.2. Lavado de viruta de acero**

Se procedió al lavado de la viruta, mediante desengrasante industrial “3BSI DESENGRASANTE MULTIPROPOSITO” diluido con agua en proporciones de 5 litros de agua a 1 litro del desengrasante.

#### **Figura 20**

*Lavado de la Viruta de acero*



Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.4.3. Granulometría de la viruta de acero**

Se obtuvo 1435.80 gr de muestra por cuarteo del cribado, luego se registró los pesos retenidos en cada malla, para finalmente obtener los datos requeridos.

#### **Figura 21**

*Ensayo en laboratorio para hallar la Granulometría de la Viruta de Acero*



Fuente. Elaboración Propia

#### 2.7.4.4. *Peso unitario y contenido de vacíos de viruta de acero*

**Peso Unitario Suelto:** Se procede a llenar el recipiente el cual se le conoce el volumen hasta rebosar, descargando la viruta a una altura no mayor de 5 cm, y se registró su peso.

**Peso Unitario Compactado:** Se llenó 1/3 del recipiente con la viruta metálica, se compacto con 25 golpes y se repitió el procedimiento a los 2/3 y al tope del recipiente, enrasándolo; luego se procedió a registrar el peso de la viruta metálica compactada.

**Tabla 27**

*Peso unitario Suelto de la Viruta de Acero*

DESCRIPCION	PESO UNITARIO SUELTO			
	(kg/m <sup>3</sup> )			
N° de ensayo		1	2	3
Peso de la muestra + molde	(g)	1,1458.0	1,1449.00	1,1436.00
Peso del molde	(g)	328.0	328.00	328.00

Pesos de la muestra	(g)	11,130.0	11,121.00	11,108.00
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	5,766.0	5,768.00	5,769.00
Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	1,930.28	1,928.05	1,925.46
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	1,927.93		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios sueltos se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio LL&M Group S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.17. (Fuente Propia).

### Tabla 28

#### *Peso unitario Compactado de la Viruta de Acero*

DESCRIPCION		PESO UNITARIO COMPACTADO		
		(kg/m <sup>3</sup> )		
N° de ensayo		1	2	3
Peso de la muestra + molde	(g)	13,030.0	13,035.0	13,045.0
Peso del molde	(g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0
Pesos de la muestra	(g)	9,807.0	9,812.0	98,822.0
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0
Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	1,716	1,717	1,718
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	1,717		

*Nota:* Para la determinación de los pesos unitarios compactados se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio LL&M Group S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.17 (Fuente Propia)

### Figura 22

#### *Ensayo Peso Unitario y Contenido de Vacíos de la Viruta de Acero*



Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.4.5. *Peso específico y absorción de la viruta de acero***

Se tomó una muestra de la viruta metálica, para luego sumergida en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente con el objetivo de saturar los vacíos. Luego de transcurrir las horas se escurrió teniendo cuidado de no perder material y se dejó secar. Posteriormente se tomó el molde cónico, el cual se llenó de viruta metálica y se aprisiono con 25 caídas del compactador desde una altura de 5mm aproximada, luego se levantó el molde verticalmente y se verifico si el cono se mantiene firme; si esto ocurre se continua con la operación de secado hasta que el cono se derrumbe ligeramente al retirar el molde, lo que indicará que la muestra ha alcanzado la condición de superficie seca. Luego se procedió a llenar el picnómetro con agua hasta llenar la totalidad del picnómetro, removiendo la muestra para eliminar las burbujas. Se pesó el picnómetro con la viruta metálica y el agua. Posteriormente se sacó la muestra del instrumento y se dejó secar a una temperatura entre 100 y 110°C para luego finalmente registrar su peso.

**Tabla 29**

*Densidad relativa (peso específico) y absorción de la Viruta de Acero*

DESCRIPCION		Agregado		Resulta
		grueso	dos	dos
N° de ensayo		1	2	
Peso material saturado y superficie seca (en aire)	(g)	300.00	300.00	
Peso fiola + H2O	(g)	674.40	672.30	
Peso fiola + H2O + material	(g)	984.40	964.40	
Peso fiola + H2O + material saturado y superficie seca	(g)	915.70	912.80	
Volumen de masa + volumen de vacios	(cm3)	58.70	59.50	
Peso de material seco a 105 °C	(g)	300.00	300.00	
Volumen de masa	(cm3)	300.00	59.50	
Peso Bulk base seca	(g/cm3)	5.11	5.04	5.08
Peso Bulk base saturada	(g/cm3)	5.11	5.04	5.08
Peso aparente base seca	(g/cm3)	1.00	5.04	3.02
Absorción	(%)	0	0	

*Nota:* Para la determinación el peso específico de la viruta de acero se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio LL&M Group S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 400.021 (Fuente Propia).

**Figura 23**

*Llenado con Viruta de Acero al Molde Cónico*



Fuente. Elaboración Propia

#### 2.7.4.6. *Contenido de humedad de la viruta de acero*

El ensayo consistió en determinar la humedad de la viruta metálica. Se procedió a llevar la muestra a una estufa eléctrica por 24h. Una pasado las 24 horas, se retira y se deja enfriar para después tomar el peso de la tara con la viruta metálica seca.

**Tabla 30**

*Contenido de humedad de la Viruta de Acero*

Datos	und.	
Peso del Recipiente + Suelo Húmedo	(g)	1,561.60
Peso del Recipiente + Suelo Seco	(g)	1,529.60
Peso del agua	(g)	32

Peso del Recipiente	(g)	298.4
Peso de Suelo Seco	(g)	1,231.20
Contenido de humedad	(%)	2.60

---

*Nota:* Para la determinación del contenido de humedad de los agregados se utilizaron herramientas normalizadas del laboratorio LL&M Group S.A.C. Ensayados bajos los parámetros requeridos según NTP 339.185 (Fuente Propia)

### **Figura 24**

*Llevado de Viruta de Acero a la Estufa*



Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.5. Diseño de mezcla (ACI 211)**



Considerando como sustento el diseño del concreto patrón o concreto simple, se realizó el diseño de mezcla del concreto con la adición de Viruta de acero, llevando a cabo el diseño de mezclas de concreto con las dosificaciones al 3%, 5% y 8% respectivamente.

### Datos requeridos para el diseño

**Tabla 31**

*Propiedades Físicas del Agregado Grueso y Fino*

	Agregado grueso	Agregado fino
Peso Específico:	2681 kg/m <sup>3</sup>	2747 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Compactado	1579 kg/m <sup>3</sup>	1717 kg/m <sup>3</sup>
Peso Unitario Seco Suelto	1515 kg/m <sup>3</sup>	1614 kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.90%	2.6%
Absorción	0.72%	0.42%
Módulo de finura	7.36	3.00

Fuente. Elaboración Propia

#### 2.7.5.1. *Diseño de mezcla patrón*

**Tabla 32**

*Dosificación del Concreto Patrón*

Materiales	Peso seco	Volumen	Peso húmedo	Volumen
	(kg/m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	Total ( m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo 1	345.63	0.110	345.63	0.002
Agua	193.00	0.190	173.22	0.003
Agregado fino	822.60	0.300	843.98	0.005
Agregado grueso	1026.35	0.380	1035.59	0.006
Total	2387.58	1.00	2398.42	0.0156

Fuente. Elaboración Propia

**2.7.5.2. Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (3% del peso del agregado fino)**

**Tabla 33**

*Dosificación de mezcla Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 3% del Peso del Agregado*

*Fino*

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo 1	345.63	0.110	345.63	0.002
Agua	193.00	0.190	173.22	0.003
Agregado fino	822.60	0.300	843.98	0.005
Agregado grueso	1026.35	0.380	1035.59	0.006
Viruta de acero (3% del agregado fino)	24.68	0.005		0.00007
<b>Total</b>	<b>2387.58</b>	<b>1.00</b>	<b>2398.42</b>	<b>0.0157</b>

Fuente. Elaboración Propia

**2.7.5.3. Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (5% del peso del agregado fino)**

**Tabla 34**

*Dosificación del Concreto Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado*

*Fino*

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo 1	345.63	0.110	345.63	0.002
Agua	193.00	0.190	173.22	0.003

Agregado fino	822.60	0.300	843.98	0.005
Agregado grueso	1026.35	0.380	1035.59	0.006
Viruta de acero (5% del agregado fino)	41.13	0.008		0.00013
Total	2387.58	1.00	2398.42	0.0158

Fuente. Elaboración Propia

**2.7.5.4. Diseño de mezcla patrón + Viruta de acero (8% del peso del agregado fino)**

**Tabla 35**

*Dosificación del Concreto Patrón Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino*

Materiales	Peso seco (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso húmedo (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento Tipo 1	345.63	0.110	345.63	0.002
Agua	193.00	0.190	173.22	0.003
Agregado fino	822.60	0.300	843.98	0.005
Agregado grueso	1026.35	0.380	1035.59	0.006
Viruta de acero (8% del agregado fino)	65.81	0.013		0.00021
Total	2444.59	1.000	2456.06	0.0287

Fuente. Elaboración Propia

**2.7.6. Ensayo del concreto**

**2.7.6.1. Ensayo de concreto fresco Slump (ASTM C143 / NTP 339.055)**

(Abanto , 2017) afirma que el espécimen de concreto en estado fresco, se debe colocar y compactar con una varilla metálica dando golpes en el perímetro del molde, el cual tiene una forma de cono trunco, se debe distribuir en tres sectores con solo 25 golpes alrededor cada uno. El molde metálico se levanta y el concreto fluye. La distancia vertical entre el tamaño del molde y la parte inferior de la varilla es registrada como el asentamiento del concreto.

**Finalmente se obtuvo los siguientes resultados.**

**Tabla 36**

*Ensayo de Concreto fresco slump*

N°	Identificación de Muestras	Slump (pulg.)
1	Muestra patrón	3.8"
2	Muestra patrón	3.8"
3	Muestra patrón	3.8"
4	Patrón + 3%	3.6"
5	Patrón + 3%	3.6"
6	Patrón + 3%	3.6"
7	Patrón + 5%	3.5"
8	Patrón + 5%	3.5"
9	Patrón + 5%	3.5"
10	Patrón + 8%	3.3"
11	Patrón + 8%	3.3"
12	Patrón + 8%	3.3"

Fuente. Elaboración Propia

### Figura 25

*Medición del slump*



Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.6.2. Ensayo a la resistencia a la compresión (ASTM C39 / NTP 339.34)**

Para la elaboración de nuestras muestras fue necesario el ensayo de los agregados para conocer las características del agregado a emplear y para poder elaborar el diseño de mezcla. Así mismo para el diseño de mezcla con su respectiva prueba (se estimó el cálculo según el Método de ACI 211).

Para lograr alcanzar la resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos añadidas con viruta de acero en dosificaciones de 3%, 5% y 8%, en base al peso del agregado

fino de la mezcla, se realizaron los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en la NTP 339.034.

### **Figura 26**

*Fraguado de testigos cilíndricos*



Fuente. Elaboración Propia

Según menciona, Abanto, O. (2017). El ensayo debe ser realizado en un laboratorio de materiales, el cual consiste en aplicar una carga axial que comprime a los moldes cilíndricos a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras sucede la falla. Seguido la resistencia a la compresión de los especímenes se calcula por división de la carga

máxima alcanzada entre el área de la sección recta. Se registro la curva del  $f'c$  (carga máxima) soportada por las probetas reforzadas.

**Figura 27**

*Rotura de probeta cilíndrica a compresión*



Fuente. Elaboración Propia

**Finalmente se obtuvo los siguientes resultados a los 7 días de curado.**

**Tabla 37**

*Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto*

N°	Identificación de Muestras	7 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	14 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )

1	Muestra patrón	159.72	199,60	212,43
2	Muestra patrón	161.08	198,43	211,07
3	Muestra patrón	164.06	201,81	213,22
4	Patrón + 3%	171.37	209,01	232.68
5	Patrón + 3%	170.06	208,91	233.26
6	Patrón + 3%	173.07	209,18	231.08
7	Patrón + 5%	177.78	209.95	249,23
8	Patrón + 5%	181.67	208.14	247,92
9	Patrón + 5%	178.52	206.76	250,99
10	Patrón + 8%	177.07	205.13	244,22
11	Patrón + 8%	177.93	206.94	247,44
12	Patrón + 8%	175.22	204.51	246,37

Fuente. Elaboración Propia

### 2.7.6.3. *Ensayo a la resistencia a la tracción indirecta*

Para lograr obtener la resistencia a la tracción indirecta de las probetas cilíndricas reforzadas con limalla de acero en dosificaciones de 3%, 5% y 8%, respecto al peso del agregado fino de la mezcla, se realizaron los ensayos de laboratorio en base a lo indicado en la NTP 339.084.

### **Figura 28**

*Rotura de probeta cilíndrica a tracción*





Fuente. Elaboración Propia

**Finalmente se obtuvo los siguientes resultados:**

**Tabla 38**

*Ensayo de la resistencia a la tracción del concreto*

N°	Identificación de Muestras	7 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	14 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Muestra patrón	14.36	21.86	27.69
2	Muestra patrón	14.19	26.83	29.70
3	Muestra patrón	14.21	24.09	27.04
4	Patrón + 3%	18.37	25.09	32.17
5	Patrón + 3%	17.19	25.36	32.02
6	Patrón + 3%	15.75	25.16	31.70
7	Patrón + 5%	19.69	28.62	34.96
8	Patrón + 5%	18.45	27.43	36.30

9	Patrón + 5%	17.85	28.25	35.93
10	Patrón + 8%	16.86	25.36	35.42
11	Patrón + 8%	18.28	25.85	33.93
12	Patrón + 8%	18.07	25.97	33.52

Fuente. Elaboración Propia

#### **2.7.6.4. Ensayo a la resistencia a la flexión**

Para lograr obtener la resistencia a la flexión de las vigas prismáticas reforzadas con limalla de acero en dosificaciones de 3%, 5% y 8%, respecto al peso del agregado fino de la mezcla, se realizaron los ensayos de laboratorio correspondientes, en base a lo estipulado en la NTP 339.078.

#### **Figura 29**

*Rotura de viga prismática a flexión*



Fuente. Elaboración Propia

**Finalmente se obtuvo los siguientes resultados:**

**Tabla 39**

*Ensayo de la resistencia a la Flexión del concreto*

N°	Identificación de Muestras	Módulo de rotura a los 7 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura a los 14 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura los 28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Muestra patrón	23,41	31,28	39,15
2	Muestra patrón	24,30	30,18	39,19
3	Muestra patrón	23,87	31,08	39,48

4	Patrón + 3%	26,30	36,28	41,62
5	Patrón + 3%	27,36	35,68	44,77
6	Patrón + 3%	27,21	36,54	42,44
7	Patrón + 5%	31,20	41,86	53,71
8	Patrón + 5%	29,84	41,81	53,85
9	Patrón + 5%	31,00	40,94	52,64
10	Patrón + 8%	29,93	41,73	50,19
11	Patrón + 8%	30,21	41,08	51,09
12	Patrón + 8%	30,09	40,53	51,87

Fuente. Elaboración Propia

#### 2.7.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Según lo especificado por (Canta, 2018), la recolección de información servirá para la constatación de las hipótesis en base a la mensuración numérica y el análisis estadístico.

Para el estudio de los datos logrados con los ensayos en laboratorio, se realizará lo siguiente:

- Recolección de datos: observación y ensayos de probetas.
- Para el procesamiento de los datos, cuadros y tablas comparativas se utilizará el programa Microsoft Excel, los cuales estarán acordes con las normas utilizadas.
- Para una mejor interpretación de los datos obtenidos y realizar la prueba de normalidad, se utilizará el software SPSS en su versión 22
- Finalmente se realizará un análisis de varianza (ANOVA).

#### 2.7.8. Aspectos Éticos

La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas nacionales e internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

Tales como:

Norma Técnica Peruana (NTP 400.037). Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

Norma Técnica Peruana (NTP 400.012). Análisis granulométrico y módulo de finura.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.185). Contenido de humedad.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.183). Elaboración y curado de probetas en laboratorio.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.035). Medición de Slump.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.046). Peso unitario de concreto fresco.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.034). Ensayo a compresión.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.084). Ensayo a tracción

Norma Técnica Peruana (NTP 339.078). Ensayo a flexión.

#### **2.7.8.1. Confiabilidad**

La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros, asimismo los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados. Los ensayos de los agregados fueron realizados en el Laboratorio de la empresa Geo S.A.C y revalidado a través de los certificados. Mientras que los ensayos de las propiedades físicas, mecánicas y diseño de mezcla del concreto fueron elaborados en el Laboratorio de la empresa LL&M Group S.A.C y revalidado mediante los certificados.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### 3.1. Propiedades físicas del concreto fresco

#### 3.1.1. Ensayo del Asentamiento del concreto fresco

**Tabla 40**

*Asentamiento del concreto fresco*

N°	Identificación de Muestras	Slump (pulg.)
1	Muestra patrón	3.8"
2	Patrón + 3%	3.6"
3	Patrón + 5%	3.5"
4	Patrón + 8%	3.3"

Nota: Fuente. Elaboración Propia

### 3.2. Propiedades mecánicas del concreto endurecido

#### 3.1.2. Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto

**Tabla 41**

*Resistencia a la compresión del concreto patrón*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P1-P	7	30	14.94	28000	159.72	
P2-P	7	30	14.98	28390	161.08	161.62
P3-P	7	30	14.94	28760	164.06	

---

P4-P	14	30	14.94	34990	199.60	
P5-P	14	30	14.98	34972	198.43	199.95
P6-P	14	30	14.94	35378	201.81	
P7-P	28	30	14.94	37240	212.43	
P8-P	28	30	14.98	37199	211.07	212.24
P9-P	28	30	14.94	37379	213.22	

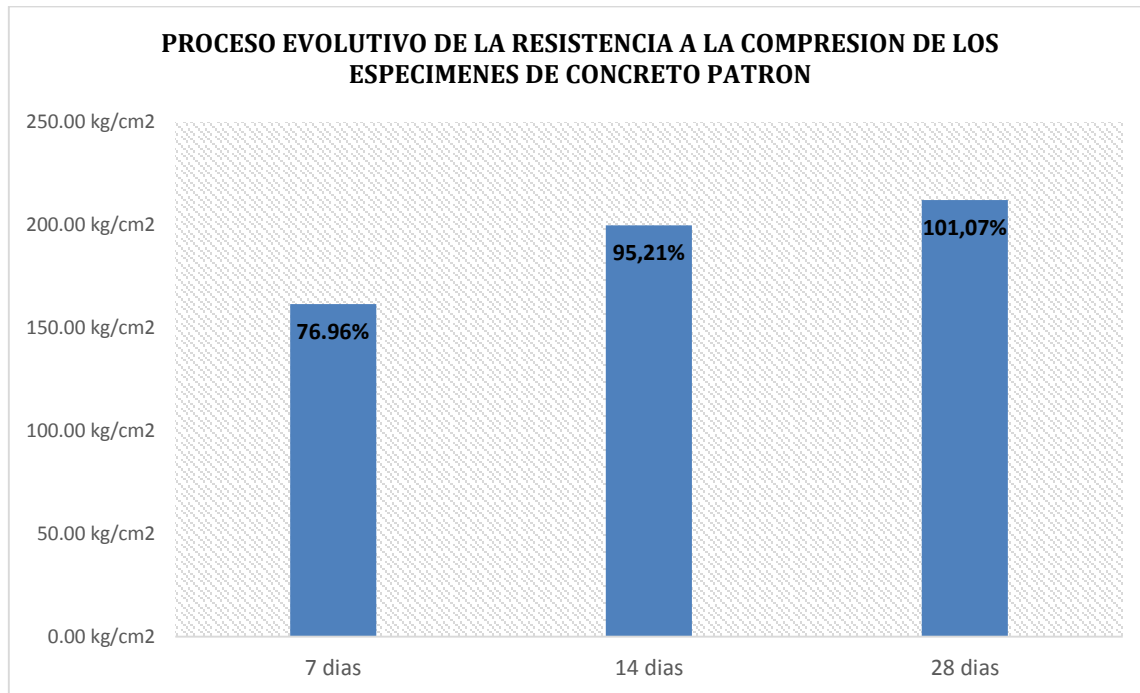
---

Fuente. Elaboración Propia

Para los 9 testigos del concreto patrón o concreto simple endurecido, el cual fue curado y se puso a prueba a unas edades de 7,14 y 28 días. Se logró conseguir una resistencia a la compresión promedio de 212.24 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, así mismo se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto mencionadas en la tabla 37.

### **Figura 30**

*Resistencia a la compresión Concreto Patrón a los 7, 14 y 28 días de curado*



Nota: Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N°29 el concreto patrón ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento del 1.07% de la resistencia a la compresión en el día 28 de su curado, existiendo una mínima variación con respecto al diseño para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### Tabla 42

*Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero Respecto al 3% del Peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P10-VA	7	30	14.96	30122	171.37	
P11-VA	7	30	14.97	29932	170.06	171.50
P12-VA	7	30	14.96	30421	173.07	



---

P13-VA	14	30	14.96	36739	209.01	
P14-VA	14	30	14.97	36770	208.91	201.37
P15-VA	14	30	14.96	36769	209.18	
P16-VA	28	30	14.96	40899	232.68	
P17-VA	28	30	14.97	41056	233.26	232.34
P18-VA	28	30	14.96	40617	231.08	

---

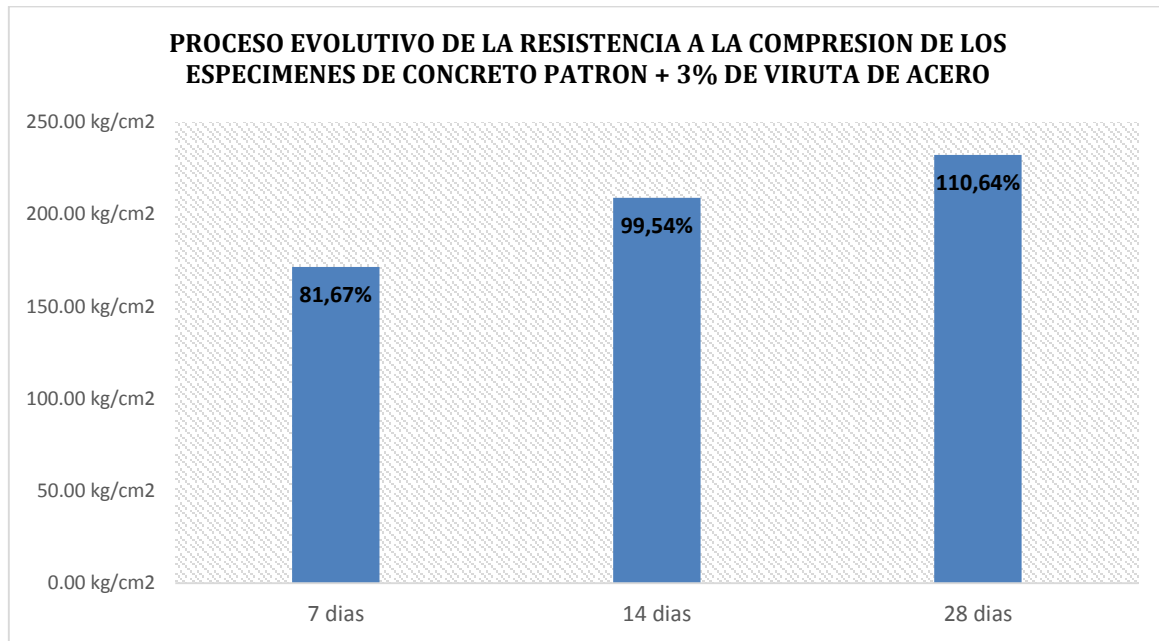
Fuente. Elaboración Propia

Así mismo a los 9 testigos del concreto con adición de Viruta de acero de 3% respecto al peso del agregado fino de la mezcla, los cuales fueron curados y se pusieron a prueba a una edad de 7, 14 y 28 días. Se alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 232.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado. También se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto, mencionadas en la tabla 38.

### **Figura 31**

*Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma del Concreto*

*Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.*



Nota: Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 30 el concreto patrón añadido 3% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento del 10.64% de la resistencia a la compresión en el día 28 de su curado, existiendo variación con respecto al diseño para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 43**

*Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero en 5% del peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P19-VA	7	30	14.98	31332	177.78	
P20-VA	7	30	14.96	31932	181.67	179.32

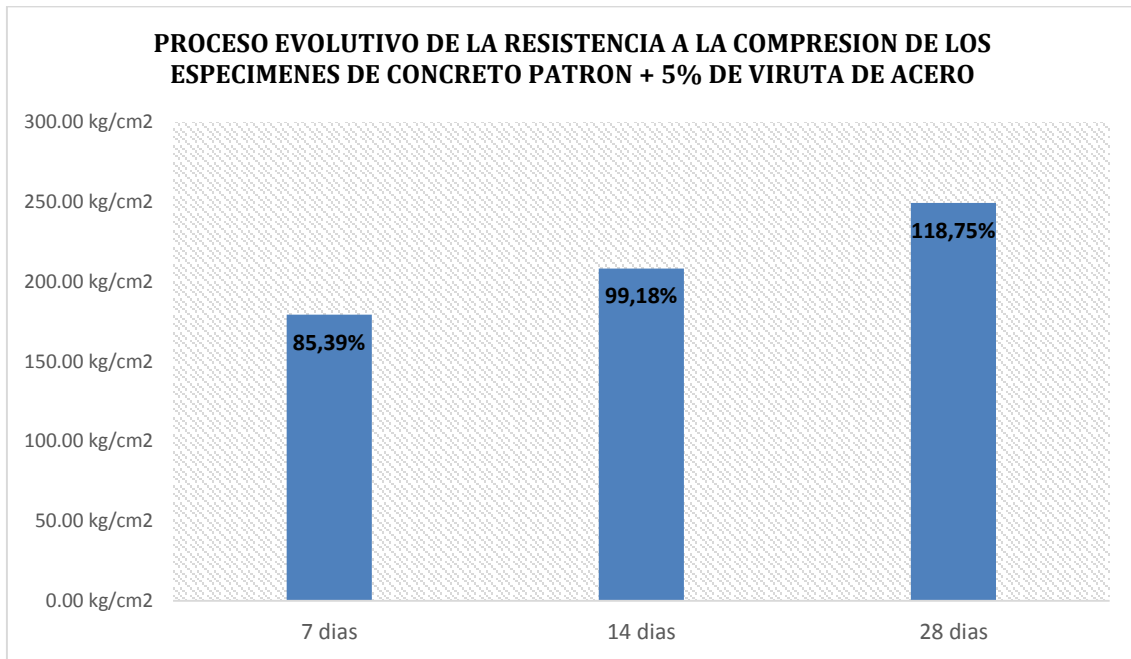
P21-VA	7	30	14.97	31421	178.52	
P22-VA	14	30	14.98	37003	209.95	
P23-VA	14	30	14.96	36585	208.14	208.28
P24-VA	14	30	14.97	36392	206.76	
P25-VA	28	30	14.98	43925	249.23	
P26-VA	28	30	14.96	43578	247.92	249.38
P27-VA	28	30	14.97	44176	250.99	

Fuente. Elaboración Propia

Seguidamente los 9 testigos del concreto con adición de Viruta de acero de 5% respecto al peso del agregado fino de la mezcla, los cuales fueron curados y se pusieron a prueba a una edad de 7, 24 y 28 días. Al día 28 del curado, se consiguió una resistencia a la compresión promedio de 249.38 kg/cm<sup>2</sup>. También se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto mencionadas en la tabla 39.

### Figura 32

*Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma del Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.*



Nota: Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 31 el concreto patrón añadido 5% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, en el día 28 de su curado se obtuvo un incremento del 18.75% de la resistencia a la compresión, siendo este el más satisfactorio.

#### Tabla 44

*Resistencia a la Compresión del Concreto Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm2)	Promedio (kg/cm2)
P28-VA	7	30	14.98	31208	177.07	
P29-VA	7	30	14.97	31317	177.93	176.74
P30-VA	7	30	14.99	30922	175.22	

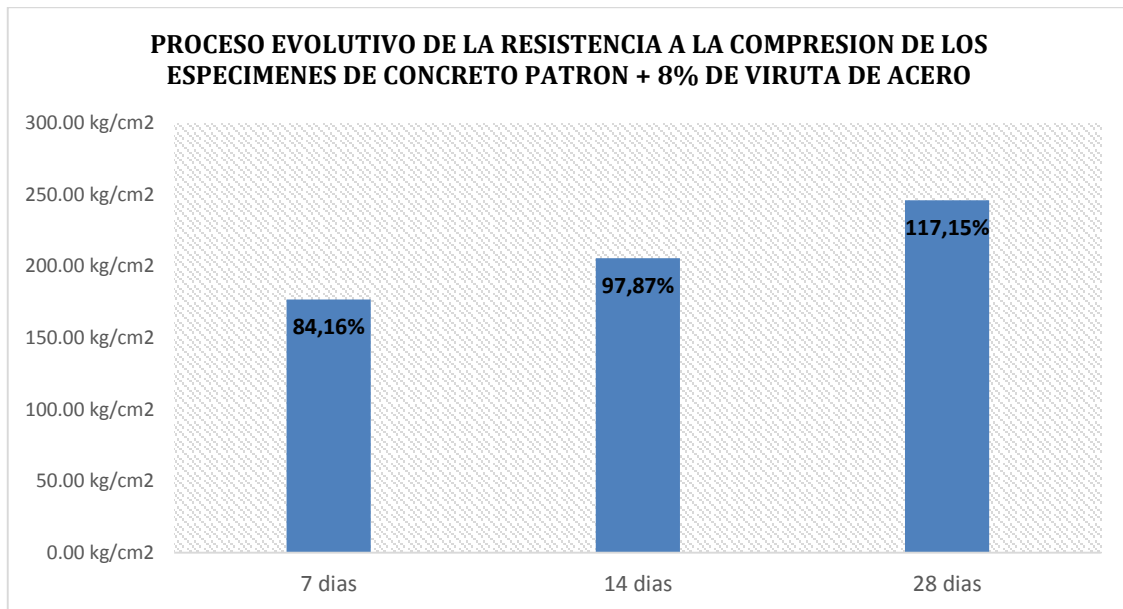
P31-VA	14	30	14.98	36153	205.13	
P32-VA	14	30	14.97	36423	206.94	205.53
P33-VA	14	30	14.99	36091	204.51	
P34-VA	28	30	14.98	43043	244.22	
P35-VA	28	30	14.97	43551	247.44	246.01
P36-VA	28	30	14.99	43479	246.37	

Fuente. Elaboración Propia

De igual modo para los 9 testigos del concreto con adición de Viruta de acero de 8% respecto al peso del agregado fino de la mezcla, los cuales fueron curados y se pusieron a prueba a una edad de 7, 24 y 28 días. Se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 241.34 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. También se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto, la cual se muestra en la tabla 40.

### Figura 33

*Evolución de la resistencia a la compresión expresado mediante histograma, para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.*



*Nota:* Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 32 el concreto patrón añadido 8% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento del 17.15% de la resistencia a la compresión al día 28 de ser sumergido en agua, existiendo variación con respecto al diseño para un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Según los resultados obtenidos la resistencia a la compresión óptima es de 249.38 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo viruta de acero en un 5% respecto al peso del agregado fino, aumentando así la resistencia del concreto patrón (210kg/cm<sup>2</sup>) en un 17.15%.

#### **3.1.3. Resistencia a la Tracción del concreto**

A continuación, mediante las tablas del 41 al 44 se puntualiza cual fue la edad, longitud, diámetro, carga de rotura y resistencia a la tracción de todas las probetas de concreto simple y especímenes de concreto con añadidura de viruta de acero en 3%, 5% y 8%

respecto al peso del agregado fino de la mezcla, puestas a prueba en el laboratorio N°1 de la empresa LLYM Group S.A.C.

**Tabla 45**

*Resistencia a la Tracción del Concreto Patrón*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Esfuerzo Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P-37	7	30	14.94	10111	14.36	
P-38	7	30	14.98	10019	14.19	14.26
P-39	7	30	14.94	10005	14.21	
P-40	14	30	14.94	15392	21.86	
P-41	14	30	14.98	18940	26.83	24.26
P-42	14	30	14.94	16960	24.09	
P-43	28	30	14.94	19493	27.69	
P-44	28	30	14.98	20965	29.70	28.14
P-45	28	30	14.94	19039	27.04	

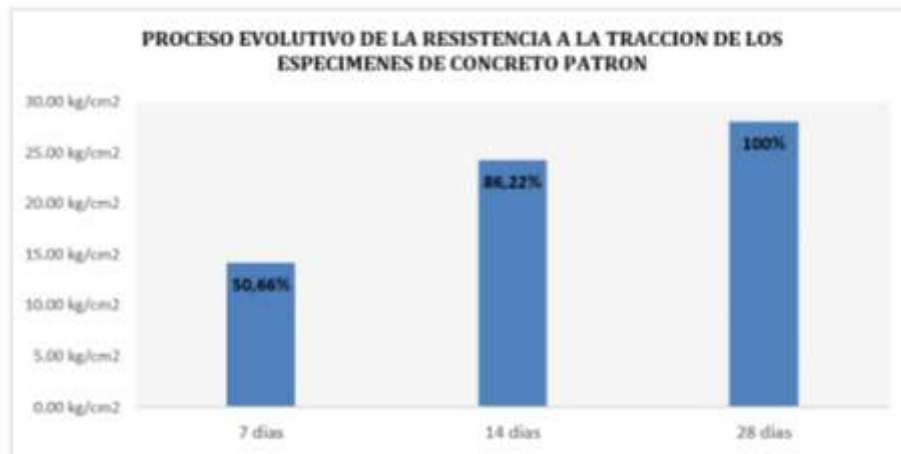
Fuente. Elaboración Propia

Para los 9 testigos del concreto patrón o concreto simple endurecido, el cual fue curado y se puso a prueba a unas edades de 7,14 y 28 días. Se logro obtener a los 28 días de

curado un esfuerzo a la tracción promedio de 28.14 kg/cm<sup>2</sup>, así mismo se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto, mencionadas en la tabla 41.

### Figura 34

*Histograma para el Diseño Patrón a los 7, 14 y 28 días*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 33 se muestra el proceso evolutivo de la resistencia a la tracción del concreto a edades de 7,14 y 28 días, obteniendo 28.14 kg/cm<sup>2</sup> al día 28 de su curado, siendo este nuestra resistencia a la tracción patrón.

### Tabla 46

*Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero Respecto al 3% del Peso del Agregado*

*Fino*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Esfuerzo a Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P46-VA	7	30	14.96	12948	18.37	
P47-VA	7	30	14.97	12129	17.19	17.10



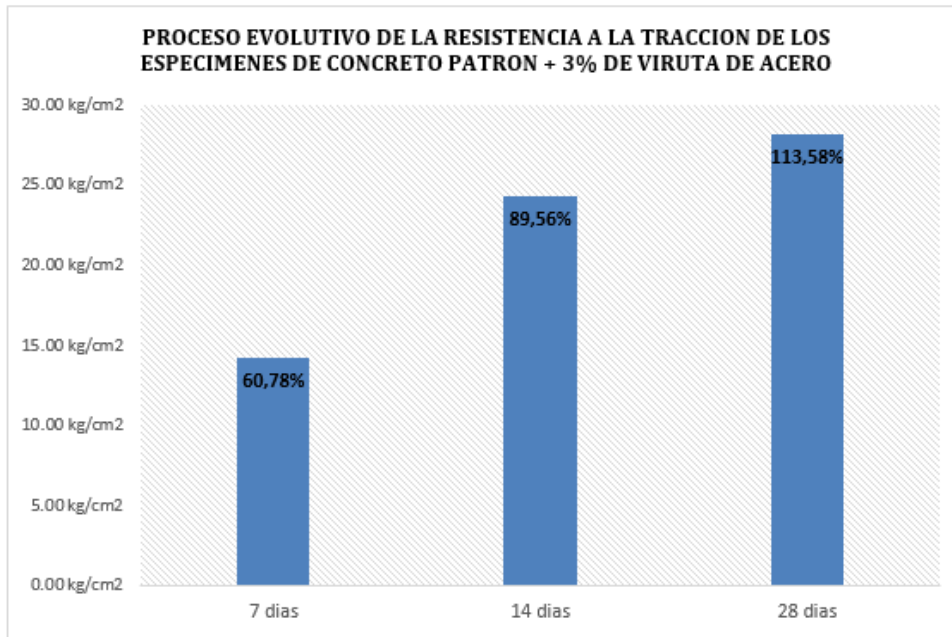
P48-VA	7	30	14.96	11103	15.75	
P52-VA	14	30	14.96	17689	25.09	
P553-VA	14	30	14.97	17890	25.36	25.20
P54-VA	14	30	14.96	17734	25.16	
P52-VA	28	30	14.96	22678	32.17	
P553-VA	28	30	14.97	22589	32.02	31.96
P54-VA	28	30	14.96	22345	31.70	

Fuente. Elaboración Propia

Así mismo a los 9 testigos del concreto con adición de Viruta de acero de 3% respecto al peso del agregado fino de la mezcla, los cuales fueron curados y se pusieron a prueba a una edad de 7, 24 y 28 días. Se obtuvo un esfuerzo a la tracción promedio de 31.96 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días. También se indica la carga a la rotura que fueron expuestas las 9 probetas de concreto, mencionadas en la tabla 42.

### Figura 35

*Histograma para el Concreto Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días.*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 34 el concreto patrón añadido 3% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento del 13.58% de la resistencia a la tracción al día 28 de ser sumergido en agua.

**Tabla 47**

*Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga Rotura (kg)	Esfuerzo a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P55-VA	7	30	14.98	13901	19.69	
P56-VA	7	30	14.96	13004	18.45	18.66
P57-VA	7	30	14.97	12593	17.85	
P58-VA	14	30	14.98	20202	28.62	
P59-VA	14	30	14.96	19335	27.43	28.10

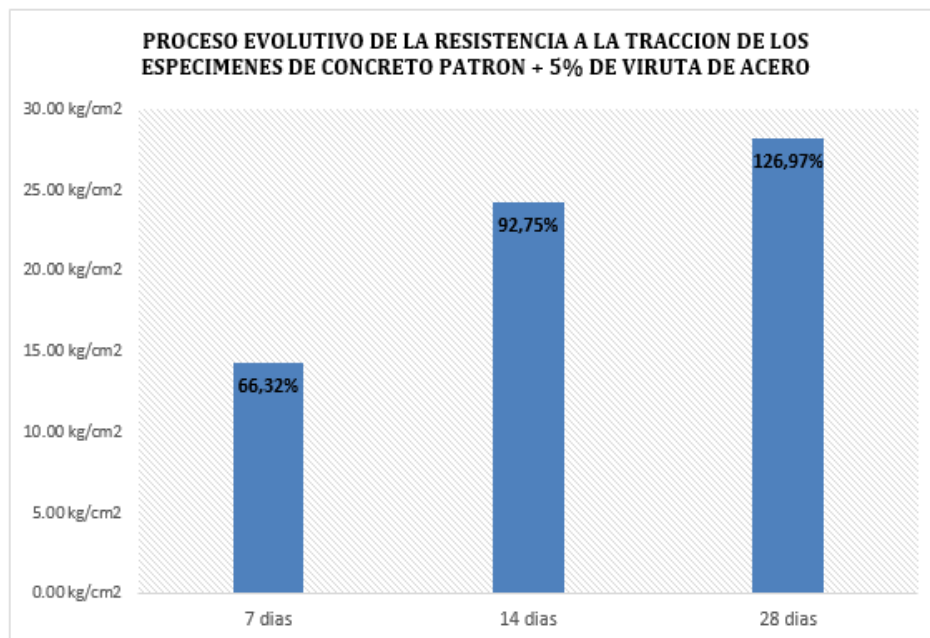
P60-VA	14	30	14.97	19932	28.25	
P61-VA	28	30	14.98	24678	34.96	
P62-VA	28	30	14.96	25589	36.30	35.93
P63-VA	28	30	14.97	25345	35.93	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 43, los 9 testigos de concreto fueron curados a unas edades de 7, 24 y 28 días, para luego ser expuestos a la carga de rotura. Obteniendo un esfuerzo a la tracción promedio de 35.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### Figura 36

*Histograma para el Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura 35, se observa un incremento del 26.97% de la resistencia al añadir 5% de viruta de acero, fraguado a los 28 días.

**Tabla 48**

*Resistencia a la Tracción Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino*

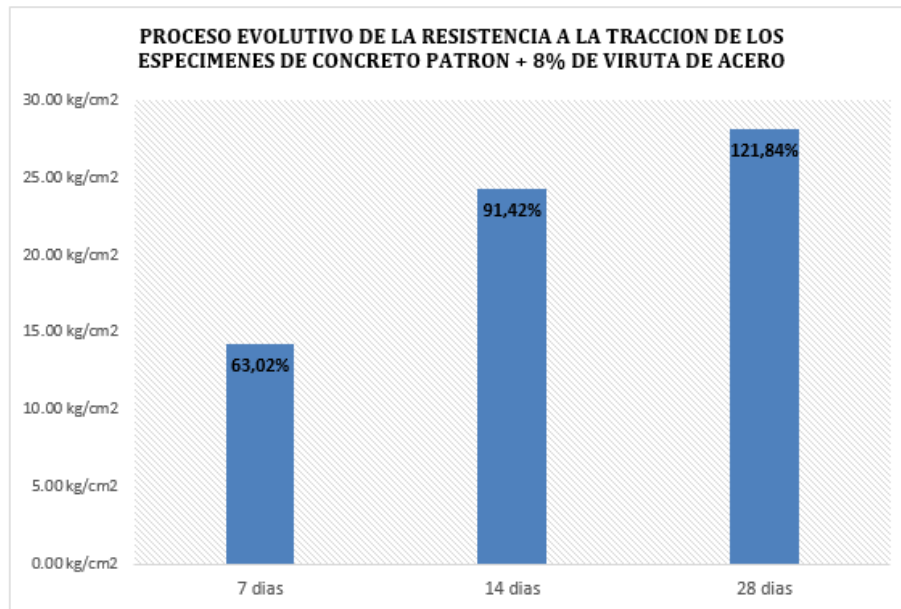
Denominación	Edad (días)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Carga rotura (kg)	Esfuerzo a la Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P64-VA	7	30	14.98	11900	16.86	
P65-VA	7	30	14.97	12893	18.28	17.73
P66-VA	7	30	14.99	12763	18.07	
P67-VA	14	30	14.98	17900	25.36	
P68-VA	14	30	14.97	18234	25.85	25.72
P69-VA	14	30	14.99	18345	25.97	
P70-VA	28	30	14.98	25001	35.42	
P71-VA	28	30	14.97	23934	33.93	34.29
P72-VA	28	30	14.99	23676	33.52	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 44, los 9 testigos de concreto fueron curados a unas edades de 7, 24 y 28 días, para luego ser expuestos a la carga de rotura. Obteniendo un esfuerzo a la tracción promedio de 34.29 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Figura 37**

*Histograma para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura 36, se observa un incremento del 21.84% de la resistencia al añadir 5% de viruta de acero, fraguado a los 28 días.

### ***3.1.4. Resistencia a la flexión del concreto***

A continuación, mediante las tablas del 42 al 45 se puntualiza cual fue la edad, longitud, diámetro, carga de rotura y resistencia a la flexión con añadidura de viruta de acero en 3%, 5% y 8% respecto al peso del agregado fino de la mezcla, puestas a prueba en el laboratorio de la empresa LLYM Group S.A.C.

**Tabla 49**

*Resistencia a la Flexión del Concreto Patrón*

Denominación	Edad (días)	Dist. Apoyos (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (kg)	Carga Rotura (kg)	Módulo Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )

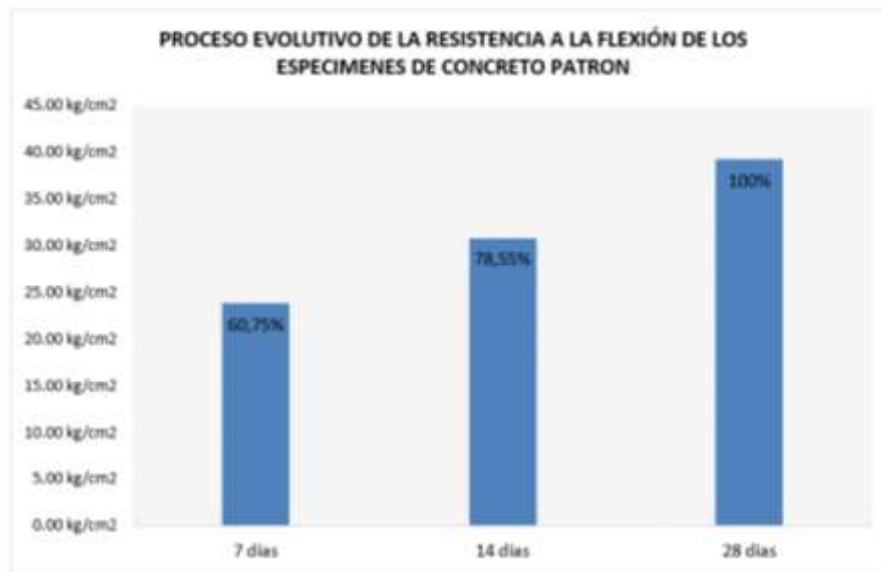
P73-P	7	45.00	15.10	15.54	1791	23.41	
P74-P	7	45.00	15.10	15.35	1859	24.30	23.86
P75-P	7	45.00	15.10	15.5	1826	23.87	
P76-P	14	45.00	15.10	15.14	2393	31.28	
P77-P	14	45.00	15.10	15.25	2309	30.18	30.85
P78-P	14	45.00	15.10	15.44	2378	31.08	
P79-P	28	45.00	15.10	15.64	3290	39.15	
P80-P	28	45.00	15.10	15.55	3247	39.19	39.27
P81-P	28	45.00	15.10	15.44	3204	39.48	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 45, para los 9 testigos del concreto patrón o concreto simple endurecido, el cual fue curado y se puso a prueba a unas edades de 7,14 y 28 días. Se obtuvo un módulo de rotura promedio de 39.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado.

### Figura 38

*Histograma Resistencia a la Flexión para el Concreto Patrón a los 7, 14 y 28 días de curado*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura 37, se muestra el proceso evolutivo de la resistencia a la flexión del concreto a edades de 7,14 y 28 días, obteniendo 39.27 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, siendo este nuestra resistencia patrón a la flexión.

**Tabla 50**

*Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 3% del Peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Dist. Apoyos (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (kg)	Carga de Rotura (kg)	Módulo de Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P82-VA	7	45.00	15.10	15.33	2012	26.30	
P83-VA	7	45.00	15.10	15.3	2093	27.36	26.96
P84-VA	7	45.00	15.10	15.28	2082	27.21	
P85-VA	14	45.00	15.10	15.33	2776	36.28	

P86-VA	14	45.00	15.10	15.15	2730	35.68	36.17
P87-VA	14	45.00	15.10	15.67	2796	36.54	
P88-VA	28	45.00	15.10	15.67	3479	41.62	
P89-VA	28	45.00	15.10	15.22	3535	44.77	42.94
P90-VA	28	45.00	15.10	15.36	3427	42.44	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 46, los 9 testigos de concreto fueron curados a unas edades de 7, 24 y 28 días, para luego ser expuestos a la carga de rotura. Obteniendo un esfuerzo a la flexión promedio de 42.94 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

### Figura 39

*Histograma Resistencia Flexión para el Concreto Patrón + 3% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado.*



Fuente. Elaboración Propia



Según la figura 38, se observa que el concreto añadido 3% de viruta de acero obtuvo un incremento del 9.35% de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado.

**Tabla 51**

*Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 5% del Peso del Agregado Fino*

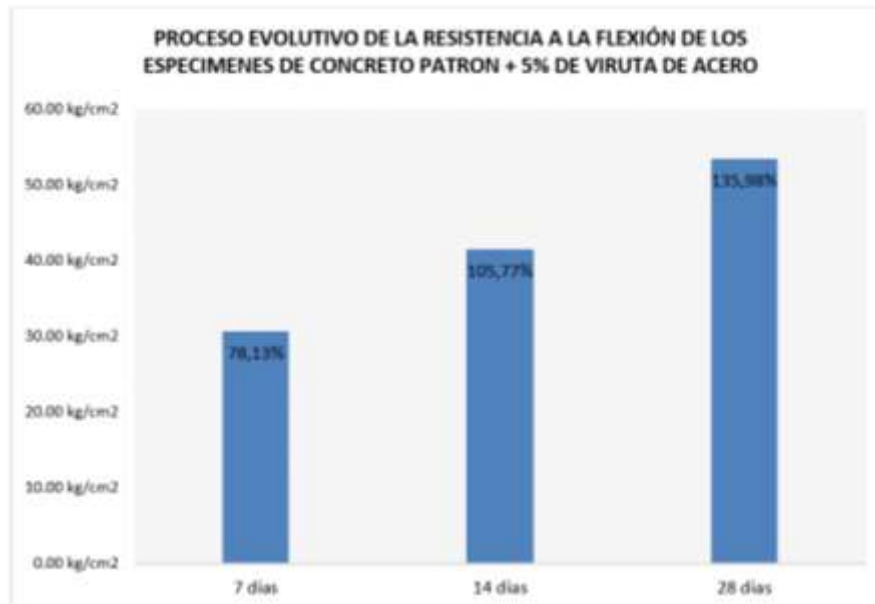
Denominación	Edad (días)	Distan. Apoyos (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (kg)	Carga Rotura (kg)	Módulo Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P91-VA	7	45.00	15.10	15.54	2387	31.20	
P92-VA	7	45.00	15.10	15.35	2283	29.84	30.68
P93-VA	7	45.00	15.10	15.55	2372	31.00	
P94-VA	14	45.00	15.10	15.24	3203	41.86	
P95-VA	14	45.00	15.10	15.38	3199	41.81	41.52
P96-VA	14	45.00	15.10	15.43	3132	40.94	
P97-VA	28	45.00	15.10	15.5	4376	53.71	
P98-VA	28	45.00	15.10	15.36	4328	53.85	53.40
P99-VA	28	45.00	15.10	15.45	4325	52.64	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 47, los 9 testigos de concreto fueron curados a unas edades de 7, 24 y 28 días, para luego ser expuestos a la carga de rotura. Obteniendo un esfuerzo a la flexión promedio de 53.40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

**Figura 40**

*Histograma Resistencia Flexión para el Concreto Patrón + 5% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días.*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura N° 39 el concreto patrón añadido 5% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un incremento del 35.93% de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado.

**Tabla 52**

*Resistencia a la Flexión Añadiendo Viruta de Acero en 8% del Peso del Agregado Fino*

Denominación	Edad (días)	Distan. Apoyos (cm)	Ancho Prom. (cm)	Altura Prom. (kg)	Carga Rotura (kg)	Módulo Rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
P100-VA	7	45.00	15.10	15.22	2290	29.93	
P101-VA	7	45.00	15.10	15.39	2311	30.21	30.07
P102-VA	7	45.00	15.10	15.43	2302	30.09	

P103-VA	14	45.00	15.10	15.69	3193	41.73	
P104-VA	14	45.00	15.10	15.51	3143	41.08	41.11
P105-VA	14	45.00	15.10	15.47	3101	40.53	
P106-VA	28	48.52	15.32	15.60	4158	50.19	
P107-VA	28	48.52	15.34	15.45	4157	51.09	51.05
P108-VA	28	48.52	15.50	15.23	4144	51.87	

Fuente. Elaboración Propia

Según se muestra en la tabla 48, los 9 testigos de concreto fueron curados a unas edades de 7, 24 y 28 días, para luego ser expuestos a la carga de rotura. Obteniendo un esfuerzo a la flexión promedio de 51.05 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

#### Figura 41

*Evolución de la resistencia a la flexión expresado mediante histograma para el Concreto Patrón + 8% de viruta de acero a los 7, 14 y 28 días de curado*



Fuente. Elaboración Propia

Según la figura 40, el concreto de diseño añadido 8% de viruta de acero ensayada a edades de 7,14 y 28 días, obtuvo un aumento del 30 % de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado. Se obtuvo una resistencia óptima de 53.40 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo Viruta de acero en un 5% respecto al peso del agregado fino, aumentando así la resistencia a la flexión patrón (39.27 kg/cm<sup>2</sup>) en un 35.98%.

### 3.2 Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a compresión

#### 3.2.1 Estadística Descriptiva

**Tabla 53**

*Valores de la Resistencia a la Compresión para cada Tratamiento del Diseño*

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
	7	159.72	76.06%
	7	161.08	76.71%
	7	164.06	78.12%
	14	199.60	92.19%
	14	199.43	92.11%
	14	201.81	99.91%
Diseño Patrón	28	212.43	100.21%
	28	211.07	99.56%
	28	213.22	102.96%
	7	171.37	81.60%

Fuente. Elaboración Propia

	7	170.06	80.98%
	7	173.07	82.41%
Diseño	14	209.01	95.24%
Adicionando 3% de	14	208.91	97.10%
viruta de acero.	14	209.18	95.32%
	28	232.68	110.80%
	28	233.26	111.08%
	28	231.08	110.04%
	7	177.78	84.66%
	7	181.67	86.51%
	7	178.52	85.51%
	14	209.95	99.98%
Diseño Añadiendo	14	208.14	101.02%
5% de viruta de	14	206.76	98.46%
acero.	28	249.23	115.82%
	28	247.92	118.06%
	28	250.99	116.68%
	7	177.07	84.32%
	7	177.93	84.79%
	7	175.22	83.44%
	14	205.13	97.68%
	14	206.94	98.54%

Diseño Añadiendo	14	204.51	97.38%
8% de viruta de	28	244.22	112.96%
acero.	28	247.44	115.92%
	28	246.37	115.89%

**Tabla 54**

*Resistencia a la compresión a los 28 días*

Tipo de diseño	Recuento	Media	Máximo	Minimo	Límite inferior	Límite superior	Desviación típica
Mezcla patrón	3	212,24	213,22	211,07	209,53	214,94	1,087
Resistencia añadiendo 3%	3	232,34	233,26	231,08	229,53	235,14	1,129
Resistencia añadiendo 5%	3	249,38	250,99	247,92	245,55	253,20	1,540
Resistencia añadiendo 8%	3	246,01	247,44	244,22	241,93	250,08	1,639

Fuente. Elaboración Propia

Se puede apreciar mediante la table 46, que el máximo valor obtenido es 250 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al concreto patrón + 5% de viruta de acero y el mínimo valor obtenido es 212.24 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente al concreto patrón.

### 3.2.2 Estadística inferencial

**Tabla 55**

*Resultado de la Prueba de Normalidad*

Tipo de Diseño	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mezcla Patrón	,236	3	-	,977	3	,710
Resistencia a la compresión Añadiendo 3% de viruta de acero	,285	3	-	,932	3	,496
Resistencia a la compresión Añadiendo 3% de viruta de acero	,205	3	-	,993	3	,839
Resistencia a la compresión Añadiendo 3% de viruta de acero	,254	3	-	,964	3	,635

Fuente: Elaboración Propia

Decisión: Como los “p-valores”, “sig” del concreto patrón si como con las demás dosificaciones arroja resultados mayores a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula

Se puede concluir, que en todos los grupos la variable resistencia a la compresión se distribuye de manera normal.

**Tabla 56**

*Resultado de la Prueba de Homogeneidad de Varianza*

Tipo de Diseño	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
----------------	-----------------------	-----	-----	------

Resistencia del concreto patrón	,869	2	6	,466
Resistencia del concreto al 3%	2,621	2	6	,152
Resistencia del concreto al 5%	,345	2	6	,721
Resistencia del concreto al 8%	,126	2	6	,884

Fuente: Elaboración Propia

De la prueba de homogeneidad se tiene que el p-valor es mayor a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión se aceptó  $H_0$  con un nivel de significación del 5%, con esto se inferir que los grupos tienen varianzas iguales.

### Tabla 57

#### Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor

Resistencia del Concreto Patrón					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	4182,44	2	209,22	692,723	,00
Intra Grupos	18,11	6	3,01		,00
total	4200,45	8			,00

#### Resistencia del Concreto al 3%

	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
--	-----------------	----	------------------	---	------



Inter Grupos	5633,45	2	2826,72	2374,64	,00
Intra Grupos	7,14	6	1,19		
total	5660,60	8			

Resistencia del Concreto al 5%

	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	7435,55	8	3717,77	1212,37	,00
Intra Grupos	18,39	2	3,06		
total	7453,95	6			

Resistencia del Concreto al 8%

	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	7265,90	2	3632,95	1757,53	,00
Intra Grupos	12,40	6	2,06		
total	7278,30	8			

Fuente: Elaboración Propia

Se puede apreciar que en la prueba análisis de varianza ANOVA el p-valor es menor al 5% por lo tanto se puede afirmar a partir de este resultado que, si existe diferencias significativas en los diferentes porcentajes, así como también en los días de curado.

Seguidamente para apreciar las diferencias significativas de las muestras empleadas en los ensayos se realizó la siguiente prueba:

**Tabla 58**

*Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	161,62		
14	3		199,94	
28	3			212,24
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 59**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	171,5000		
14	3		209,0333	
28	3			232,3400
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 60**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3

7	3	179,3233		
14	3		208,2833	
28	3			249,3800
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

### Tabla 61

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	176,7400		
14	3		205,5267	
28	3			246,0100
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

### Tabla 62

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón a los 28 Dias de Curado*

Subconjunto para alfa =0.05				
Tipo de Diseño	N	1	2	3
Concreto Patrón	3	212,2400		
Concreto al 3%	3		232,3400	
Concreto al 5%	3			246,0100
Concreto al 8%	3			249,3800

---

Sig.	1,00	1,00	,066
------	------	------	------

---

Fuente. Elaboración Propia

Del resultado arrojado por la prueba ANOVA y Tukey podemos aseverar con un grado de significancia del 5% que, si existe diferencias resultados respecto a la resistencia a la compresión, así mismo es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición de viruta de acero en 5%.

Así mismo es correcto avalar que el concreto con adición de viruta de acero al 8% obtuvo mayor resistencia que el concreto con 3% de viruta de acero.

Por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que a partir de la adición de 5% de viruta de acero comenzó a decrecer la resistencia en los especímenes de concreto

### ***3.3 Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a tracción***

#### ***3.3.1 Estadística descriptiva***

**Tabla 63**

*Valores de Resistencia a la Tracción de cada Tratamiento del Diseño*

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
	7	14.36	76.06%
	7	14.19	76.71%
	7	14.21	78.12%
	14	21.86	92.19%
Diseño Patrón	14	26.83	92.11%

---

	14	24.09	99.91%
	28	27.69	100.21%
	28	29.70	99.56%
	28	27.04	102.96%
	7	18.37	81.60%
	7	17.19	80.98%
	7	15.75	82.41%
	14	25.09	95.24%
	14	25.36	97.10%
Diseño	14	25.16	95.32%
Adicionando 3% de	28	32.17	110.80%
viruta de acero.	28	32.02	111.08%
	28	31.70	110.04%
	7	19.69	84.66%
	7	18.45	86.51%
	7	17.85	85.51%
Diseño Añadiendo	14	28.62	99.98%
5% de viruta de	14	27.43	101.02%
acero.	14	28.25	98.46%
	28	34.96	115.82%
	28	36.30	118.06%
	28	35.93	116.68%

	7	16.86	84.32%
	7	18.28	84.79%
	7	18.07	83.44%
	14	25.36	97.68%
	14	25.85	98.54%
Diseño Añadiendo	14	25.97	97.38%
8% de viruta de	28	35.42	112.96%
acero.	28	33.93	115.92%
	28	33.52	115.89%

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 64**

*Resistencia al ensayo de tracción a los 28 días*

Tipo de diseño	Recuento	Media	Máximo	Minimo	Límite inferior	Límite superior	Desviación típica
Mezcla patrón	3	28,143	29,70	27,04	24.6985	31.5882	1,38673
Resistencia añadiendo 3%	3	31,963	32,17	31,70	31,367	32,5597	,24007
Resistencia añadiendo 5%	3	35,730	36,30	34,96	34,010	37,4491	,69203
Resistencia añadiendo 8%	3	34,290	35,42	33,52	31,806	36,7738	,99985

Fuente. Elaboración Propia

De la tabla 60, podemos notar claramente que las tres medias de la resistencia a la Tracción añadiendo viruta de acero son mayores al convencional, mediante la prueba del ANOVA comprobaremos si las diferencias son significativas.

### 3.3.2 Estadística inferencial

#### Tabla 65

Según los “p-valores” y “sig” detallados en la tabla tanto el concreto patrón así como como las demás dosificaciones arroja resultados mayores a 0.05 entonces aceptamos la hipótesis nula

En ese sentido se puede avalar, que todos los datos de la variable resistencia a la tracción se distribuyen de manera normal.

#### Tabla 66

##### *Homogeneidad de Varianza*

Tipo de Diseño	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia del concreto patrón	2,917	2	6	,130
Resistencia del concreto al 3%	3,404	2	6	,103
Resistencia del concreto al 5%	,406	2	6	,683
Resistencia del concreto al 8%	2,537	2	6	,159

Fuente. Elaboración Propia

Según la figura 62, la homogeneidad se tiene que el p-valor es mayor al 5%, de esta manera siguiendo los pasos en base a la regla de decisión se aceptó la hipótesis nula con un

nivel de significación del 5%, con esto se puede inferir que los grupos tienen varianzas iguales.

**Tabla 67**

*Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor*

Resistencia del Concreto Patrón					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	308,146	2	154,073	56,863	,00
Intra Grupos	16,257	6	2,710		,00
total	324,403	8			,00
Resistencia del Concreto al 3%					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	332,127	2	166,064	276,927	,00
Intra Grupos	3,598	6	,600		
total	335,725	8			
Resistencia del Concreto al 5%					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	438,539	8	219,269	380,163	,00
Intra Grupos	3,461	2	,577		
total	441,999	6			



Resistencia del Concreto al 8%					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	411,184	2	205,592	364,618	,00
Intra Grupos	3,383	6	,564		
total	414,567	8			

Fuente. Elaboración Propia

Se puede apreciar que en la prueba análisis de varianza ANOVA el p-valor es menor al 5% por lo tanto se puede afirmar a partir de este resultado, si existe diferencias significativas entre el concreto patrón y el concreto con diferentes porcentajes respecto a su resistencia a la tracción, así como también una diferencia significativa durante los días de curado.

Seguidamente para apreciar las diferencias en los esfuerzos de las muestras empleadas en los ensayos, se realizó la prueba de Tukey

### **Tabla 68**

#### *Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón*

Subconjunto para alfa =0.05					
Días de Curado	N	1	2	3	
7	3	14,2533			
14	3		24,2600		
28	3		28,1433		
Sig.		1,00	,062	1,00	

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 69**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	17,1033		
14	3		25,2033	
28	3			31,9633
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 70**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	18,6633		
14	3		28,1000	
28	3			35,7300
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 71**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3

7	3	17,7367		
14	3		25,7267	
28	3			34,2900
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

### Tabla 72

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón a los 28 Dias de Curado*

Subconjunto para alfa =0.05				
Tipo de Diseño	N	1	2	3
Concreto Patrón	3	28,1433		
Concreto al 3%	3		31,9633	
Concreto al 5%	3		34,29	34,2900
Concreto al 8%	3			35,7300
Sig.		1,00	0,061	,301

Fuente. Elaboración Propia

Del resultado arrojado por la prueba ANOVA y Tukey podemos aseverar con un grado de significancia del 5% que, si existe diferencias resultados respecto a la resistencia a la tracción, así mismo es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición de viruta de acero en 5%.

Así mismo es correcto avalar que el concreto con adición de viruta de acero al 8% obtuvo mayor resistencia que el concreto con 3% de viruta de acero.

Por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que a partir de la adición de 5% de viruta de acero comenzó a decrecer la resistencia en los especímenes de concreto

### *3.4 Estadística descriptiva e inferencial de los resultados sometidos a flexión*

#### *3.4.1 Estadística descriptiva*

**Tabla 73**

*Valores de la Resistencia del ensayo de Flexión para cada Tratamiento del Diseño*

Identificación	Días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	%f'c
	7	23.41	76.06%
	7	24.30	76.71%
	7	23.87	78.12%
	14	31.28	92.19%
	14	30.18	92.11%
	14	31.08	99.91%
Diseño Patrón	28	39.15	100.21%
	28	39.19	99.56%
	28	39.48	102.96%
	7	26.30	81.60%
	7	27.36	80.98%
	7	27.21	82.41%
	14	36.28	95.24%

Diseño	14	35.68	97.10%
Adicionando 3% de viruta de acero.	14	36.54	95.32%
	28	41.62	110.80%
	28	44.77	111.08%
	28	42.44	110.04%
	7	31.20	84.66%
	7	29.84	86.51%
	7	31.00	85.51%
Diseño Añadiendo 5% de viruta de acero.	14	41.86	99.98%
	14	41.81	101.02%
	14	40.94	98.46%
	28	53.71	115.82%
	28	53.85	118.06%
	28	52.64	116.68%
	7	29.93	84.32%
	7	30.21	84.79%
	7	30.09	83.44%
Diseño Añadiendo 8% de viruta de acero.	14	41.73	97.68%
	14	41.08	98.54%
	14	40.53	97.38%
	28	50.19	112.96%
	28	51.09	115.92%



Tipo de Diseño	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mezcla Patrón	,345	3	-	,839	3	,213
Resistencia a la Flexión Añadiendo 3% de viruta de acero	,288	3	-	,929	3	,484
Resistencia a la Flexión Añadiendo 3% de viruta de acero	,347	3	-	,835	3	,202
Resistencia a la Flexión Añadiendo 3% de viruta de acero	,186	3	-	,998	3	,921

Fuente: Elaboración Propia

### Tabla 76

#### *Resultado de la Prueba de Homogeneidad de Varianza*

Tipo de Diseño	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia del concreto patrón	1,857	2	6	,236
Resistencia del concreto al 3%	4,060	2	6	,077
Resistencia del concreto al 5%	,404	2	6	,684
Resistencia del concreto al 8%	1,611	2	6	,275

Fuente: Elaboración Propia

Se obtuvieron de la prueba de homogeneidad que el p-valor es mayor a 0.05, por lo tanto, según la regla de decisión se aceptó la hipótesis nula con un nivel de significación del 5%, se puede indicar que los grupos tienen varianzas iguales.

**Tabla 77**

*Resultados de la Prueba ANOVA para un Factor*

Resistencia del Concreto Patrón					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	357,393	2	178,697	934,171	,00
Intra Grupos	1,148	6	,191		,00
total	358,541	8			,00
Resistencia del Concreto al 3%					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	386,321	2	193,160	181,417	,00
Intra Grupos	6,388	6	1,065		
total	392,709	8			
Resistencia del Concreto al 5%					
	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	774,804	8	387,402	933,549	,00
Intra Grupos	2,490	2	,415		
total	777,294	6			
Resistencia del Concreto al 8%					



	Suma de Cuadros	gl	Media Cuadrática	F	Sig.
Inter Grupos	660,426	2	330,213	911,044	,00
Intra Grupos	2,175	6	,362		
total	662,601	8			

Fuente. Elaboración Propia

Se puede apreciar que en la prueba análisis de varianza ANOVA el p-valor es menor al 5% por lo tanto se puede afirmar a partir de este resultado, si existe diferencias significativas en la resistencia a la flexión respecto a los especímenes del concreto patrón y los especímenes de concreto con diferentes porcentajes, así como también una diferencia significativa durante los días de curado.

Seguidamente para apreciar las diferencias de las muestras empleadas en los ensayos se realizó la prueba de Tukey.

### **Tabla 78**

#### *Prueba Post Hoc de Tukey Concreto Patrón*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	23,8600		
14	3		30,8467	
28	3			39,2733
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 79**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 3% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	26,9567		
14	3		36,1667	
28	3			42,9433
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente. Elaboración Propia

**Tabla 80**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 5% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3
7	3	30,6800		
14	3		41,5367	
28	3			53,4000
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 81**

*Prueba Post Hoc de Tukey Diseño Patrón + 8% de Viruta de Acero*

Subconjunto para alfa =0.05				
Días de Curado	N	1	2	3

7	3	30,0767		
14	3		41,1133	
28	3			51,0500
Sig.		1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración Propia

### Tabla 82

*Prueba Post Hoc de Tukey para la Resistencia a la Flexión en los Especímenes de Concreto a los 28 Dias de Curado*

Subconjunto para alfa =0.05				
Tipo de Diseño	N	1	2	3
Concreto Patrón	3	39,2733		
Concreto al 3%	3		42,9433	
Concreto al 5%	3			51,0500
Concreto al 8%	3			53,4000
Sig.		1,00	1,00	,073

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos por el análisis de ANOVA y la prueba de Tukey se logró un nivel de significancia del 5% que existe diferencias en los resultados respecto al módulo de rotura obtenido en cada espécimen de concreto patrón y concreto con adición de viruta metálica. Así mismo es válido afirmar según los resultados, el concreto patrón tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos con adición de viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos los que muestran un mayor módulo de rotura al ser ensayado respecto a

los demás es el concreto con adición de viruta de acero en 5% y 8%, esto se puede apreciar mejor a los 28 días de curado del espécimen.

Así mismo es correcto avalar que las probetas prismáticas de concreto con adición de viruta de acero al 5% obtuvo un ligero aumento en su módulo de rotura respecto a los especímenes de concreto con 8% de viruta de acero en la mezcla.

Por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que entre el rango del 3% hasta el 8% de viruta de acero en la mezcla se puede apreciar un incremento favorable en el módulo de rotura de los especímenes ensayados.

Del resultado arrojado por la prueba ANOVA y Tukey podemos aseverar con un grado de significancia del 5% que, si existe diferencias resultados respecto a la resistencia a la flexión, así mismo es válido afirmar según los resultados que el concreto patrón, tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos al añadir viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos el que muestra mayor resistencia a la compresión es el concreto con adición de viruta de acero en 5%.

Así mismo es correcto avalar que el concreto con adición de viruta de acero al 8% obtuvo mayor módulo de rotura que el concreto con 3% de viruta de acero.

Por lo obtenido en los resultados también se puede afirmar que a partir de la adición de 5% de viruta de acero comenzó a decrecer en su módulo de rotura.

### **3.3. Análisis de costos**

#### **3.4.1. Análisis de costos concreto Patrón**

#### **Figura 42**

*Concreto patrón  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>*

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.2	HH	0.08	28.19	2.2552
Oficial	1	HH	0.4	18.57	7.428
Operador Equipo	2	HH	0.8	24.3	19.44
Operario	2	HH	0.8	23.49	18.792
Peón	12	HH	4.8	16.79	80.592
<b>MATERIALES</b>					
Aceite Motor Gasolina Sae 30w		GAL	0.005	37.41	0.187
Agua		M3	0.18	6	1.080
Arena Gruesa		M3	0.5	48.31	24.155
Cemento Portland Tipo I (bls.:42.5 Kg)		BLS	9.2	18.92	174.1
Gasolina 84 Octanos (grifo Lima)		GAL	0.15	14.27	2.1405
Grasa Múltiple Ep		LB	0.01	10.38	0.104
Piedra Chancada De 1/2" - 3/4" Huso 67		M3	0.8	54.15	43.32
<b>ALQUILER DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramienta Manual		%MO	0.05	128.51	6.4255
Mezcladora De Concreto T.tambor 23hp 11-12p3	1	HM	0.4	26.21	10.484
Vibrador De Concreto 4hp, 2.40 Plg	1	HM	0.4	6.86	2.744

Nota: La jornada laboral es de 8 horas y se tiene un rendimiento de 20 m<sup>3</sup>. Fuente:

Elaboración Propia

### 3.4.2. Concreto Patrón F'c 210 kg/cm<sup>2</sup> +3% Viruta de Acero

#### Figura 43

Concreto patrón + 3% de viruta de acero

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.2	HH	0.08	28.19	2.2552
Oficial	1	HH	0.4	18.57	7.428
Operador Equipo	2	HH	0.8	24.3	19.44
Operario	2	HH	0.8	23.49	18.792
Peón	12	HH	4.8	16.79	80.592
<b>MATERIALES</b>					
Aceite Motor Gasolina Sae 30w		GAL	0.005	37.41	0.18705
Agua		M3	0.18	6	1.08
Arena Gruesa		M3	0.5	48.31	24.155
Cemento Portland Tipo I (bols.:42.5 Kg)		BLS	9.2	18.92	174.064
Gasolina 84 Octanos (grifo Lima)		GAL	0.15	14.27	2.1405
Grasa Múltiple Ep		LB	0.01	10.38	0.1038
Piedra Chancada De 1/2" - 3/4"		M3	0.8	54.15	43.32
Huso 67					
Viruta de acero		KG	24.68	0.2	4.936
<b>ALQUILER DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramienta Manual		%MO	0.05	128.51	6.4255
Mezcladora De Concreto T.tambor 23hp 11-12p3	1	HM	0.4	26.21	10.484
Vibrador De Concreto 4hp, 2.40 Plg	1	HM	0.4	6.86	2.744
Servicio de Criba Vibratoria MEKA MS 1240, 10HP	1	HM	0.4	19.2	7.68

Nota: La jornada laboral es de 8 horas y se tiene un rendimiento de 20 m3. Fuente:

Elaboración Propia.

### 3.4.3. Concreto Patrón F'c 210 kg/cm<sup>2</sup>+5% Viruta de Acero

#### Figura 44

Concreto patrón + 5% de viruta de acero

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.2	HH	0.08	28.19	2.2552
Oficial	1	HH	0.4	18.57	7.428
Operador Equipo	2	HH	0.8	24.3	19.44
Operario	2	HH	0.8	23.49	18.792
Peón	12	HH	4.8	16.79	80.592
<b>MATERIALES</b>					
Aceite Motor Gasolina Sae 30w		GAL	0.005	37.41	0.18705
Agua		M3	0.18	6	1.08
Arena Gruesa		M3	0.5	48.31	24.155
Cemento Portland Tipo I (bls.:42.5 Kg)		BLS	9.2	18.92	174.064
Gasolina 84 Octanos (grifo Lima)		GAL	0.15	14.27	2.1405
Grasa Múltiple Ep		LB	0.01	10.38	0.1038
Piedra Chancada De 1/2" - 3/4" Huso 67		M3	0.8	54.15	43.32
Viruta de acero		KG	41.13	0.2	8.226
<b>ALQUILER DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramienta Manual		%MO	0.05	128.51	6.4255
Mezcladora De Concreto T.tambor 23hp 11-12p3	1	HM	0.4	26.21	10.484
Vibrador De Concreto 4hp, 2.40 Plg	1	HM	0.4	6.86	2.744
Servicio de Criba Vibratoria MEKA MS 1240, 10HP	1	HM	0.4	19.2	7.68

Nota: La jornada laboral es de 8 horas y se tiene un rendimiento de 20 m3. Fuente:

Elaboración Propia.

#### 3.4.4. Concreto Patrón F'c 210 kg/cm2+8% Viruta de Acero

#### Figura 45

Concreto patrón + 8% de viruta de acero

Descripción	Cuadrilla	Unidad	Cantidad	Precio	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					
Capataz	0.2	HH	0.08	28.19	2.2552
Oficial	1	HH	0.4	18.57	7.428
Operador Equipo	2	HH	0.8	24.3	19.44
Operario	2	HH	0.8	23.49	18.792
Peón	12	HH	4.8	16.79	80.592
<b>MATERIALES</b>					
Aceite Motor Gasolina Sae 30w		GAL	0.005	37.41	0.18705
Agua		M3	0.18	6	1.08
Arena Gruesa		M3	0.5	48.31	24.155
Cemento Portland Tipo I (bls.:42.5 Kg)		BLS	9.2	18.92	174.064
Gasolina 84 Octanos (grifo Lima)		GAL	0.15	14.27	2.1405
Grasa Múltiple Ep		LB	0.01	10.38	0.1038
Piedra Chancada De 1/2" - 3/4" Huso 67		M3	0.8	54.15	43.32
Viruta de acero		KG	65.81	0.2	13.162
<b>ALQUILER DE EQUIPO Y HERRAMIENTAS</b>					
Herramienta Manual		%MO	0.05	128.51	6.4255
Mezcladora De Concreto T tambor 23hp 11-12p3	1	HM	0.4	26.21	10.484
Vibrador De Concreto 4hp, 2.40 Plg	1	HM	0.4	6.86	2.744
Servicio de Criba Vibratoria MEKA MS 1240, 10HP	1	HM	0.4	19.2	7.68

Nota: La jornada laboral es de 8 horas y se tiene un rendimiento de 20 m3. Fuente:

Elaboración Propia.

### 3.4.5. Resumen Análisis de costos

**Tabla 83**

*Cuadro resumen análisis de costos*

	Costo Total (S/.)	Aumento (%)
Concreto Patrón	393.21	



---

Concreto Patrón + 3% viruta de acero	405.83	3.21
Concreto Patrón + 5% viruta de acero	409.12	3.92
Concreto Patrón + 8% viruta de acero	414.05	5.09

---

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Limitaciones

La presente investigación se limitará al análisis y comparación del comportamiento físico y mecánico del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando viruta de acero, partiendo desde la elaboración de especímenes patrón para después elaborar especímenes de concreto incorporando viruta de acero. Se determinará la variación del comportamiento del concreto en lo que corresponde a la resistencia a compresión, flexión y tracción.

Se limita en la ciudad de Lima.

Se limita el uso del cemento portland puzolánico tipo I (sol)

Se limita el uso del agregado fino proveniente de la cantera “coronel”

Se limita el uso de virutas de acero proveniente de la empresa ByV Iesemin S.A.C.

Se limita a la evaluación de probeta-testigo ensayadas a los 7,14 y 28 días de edad

Se limita a la elaboración y evaluación de probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura.

Se limita a la elaboración y evaluación de probetas prismáticas de 15 cm de ancho, 15 cm de alto y 50 cm de largo.

### 4.2. Discusiones

Según los resultados del concreto en estado fresco incorporando viruta de Acero en comparación con los ensayos realizados a la mezcla de concreto convencional, muestra una disminución del asentamiento, siendo 18.75% la mayor disminución al incorporar 8% de viruta de acero respecto del peso del agregado fino, también se puso observar que la adherencia de la viruta de acero con la mezcla fue buena. Por otro lado (Espinoza , 2018), señala haber obtenido una mejor fluidez del concreto al añadir viruta de acero en la mezcla en porcentaje de 10% respecto al agregado fino de la mezcla, pero el autor indico que se debería

agregar algún aditivo para mejorar la trabajabilidad del concreto a medida que se incrementa el porcentaje de adición de viruta.

Según lo expuesto por (Espinoza , 2018), menciona haber elaborado especímenes de concreto con adición de viruta de acero en la mezcla en porcentaje de 10% con el cual obtuvo una resistencia a la compresión mayor al del diseño patrón, cabe recalcar que el autor no empleo ensayo a la tracción, ni a la flexión, así mismo el autor indico que se debería agregar algún aditivo para mejorar la Trabajabilidad del concreto con 10% de viruta de acero.

Respecto a los resultados obtenidos a compresión del concreto se obtuvo una resistencia óptima de 249.38 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo viruta de acero en un 5% respecto al peso del agregado fino, aumentando así la resistencia de nuestro concreto patrón en un 18.75%. De la misma manera (Angarita & Rincón, 2017), en su investigación donde añade 10% y 12% de viruta de acero a un concreto convencional reemplazando el agregado fino, nos menciona haber obtenido resultados positivos en su ensayo respecto a la resistencia a la compresión aumentando en un 8,08% respecto al concreto patrón al añadir 10% de viruta de acero, pero una disminución del 67,58% respecto al concreto patrón al añadir 12% de viruta de acero. Así mismo (Pacheco , 2016), en su estudio en relación a la adición de limalla de acero, añade el 6% de limalla respecto al agregado fino, llegando a una resistencia a la compresión de 202.26 kg/cm<sup>2</sup> y logrando alcanzar un aumento del 15.58% en comparación a concreto patrón de 175kg/cm<sup>2</sup>; en la misma localidad Chávez (2014), indicó que obtuvo resultados positivos en su investigación al añadir 4% de limadura de hierro a la mezcla incrementando la resistencia a la compresión en un  $f'c=331.69$  Kg/cm<sup>2</sup> respecto a la resistencia de diseño patrón el cual fue 210kg/cm<sup>2</sup>, esto equivale a un 57%.

En lo concerniente a la resistencia a la tracción del concreto se obtuvo un esfuerzo a la tracción óptima de 35.93 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo viruta de acero en un 5% respecto al peso del agregado fino, aumentando así su esfuerzo a la tracción de nuestro concreto patrón

en un 26.97%. Además la resistencia a la tracción superara las expectativas a los 14 días, llegando en promedio a un esfuerzo a la tracción de 92.75% de la resistencia de diseño. Asimismo (Sandoval, 2017), realizo los ensayos de probetas de hormigón añadiendo a la mezcla virutas de acero comercial fundido reciclado y fibras de acero comercial, llegando a la conclusión que la resistencia a compresión y tracción aumenta en comparación con el hormigón normal, a los 28 días de curado la resistencia del hormigón añadiendo 1.5% de viruta de acero aumenta 15% la resistencia a la compresión y para la tracción en un 11.1%, siendo 1.5% el porcentaje de adición el más óptimo ya que aumenta significativamente la resistencia a la compresión y tracción.

Según los resultados de la resistencia a la flexión del concreto se obtuvo un módulo de rotura óptima de 53.40 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días añadiendo viruta de acero en un 5% respecto al peso del agregado fino, aumentando así el módulo de rotura de nuestro concreto patrón en un 35.98%. Siguiendo la misma línea de investigación (Flores, 2017), obtuvo resultados similares al ensayar vigas prismáticas sometidas al esfuerzo de flexión incorporando virutas, limallas y fibras de acero en porcentajes del 5%, 10% y 15% a la mezcla, concluyendo que la viga con adición de 15% en sustitución parcial del cemento es la más óptima ya que presenta una deformación a la flexión en un rango aproximado de 2 mm. Por otro lado, según (Solis & Zapata, 2018), añadió limalla de acero en las proporciones de 5%, 7%, 12% y 19% respecto al agregado fino de la mezcla para un concreto de 280 kg/cm<sup>2</sup>, el autor ensayo especímenes cilíndricos y prismáticos respecto a su resistencia en compresión, tracción y flexión, para lo cual el porcentaje más favorable y el que significo un mayor incremento significativo en las propiedades mecánicas del concreto fue el 5% de limalla de acero.

Realizando una comparación de precios del costo de metro cubico de concreto en materiales del diseño de mezcla con óptimo de viruta de acero y el diseño de mezcla

convencional, existe un incremento de (S/. 15.91), ya que se añade la viruta reciclada.

Obteniendo así un beneficio ya que al añadir viruta de acero a la mezcla mejoras las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

### 4.3. Conclusiones

- Se logró evidenciar mediante el ensayo de trabajabilidad, que la viruta de acero se adhiere de buena forma al concreto en estado fresco, llegando a concluir que para una mezcla con adición de 3% de viruta de acero su slump fue de 3.6 pulgadas siendo esta la más beneficiosa respecto a los demás porcentajes evaluados y mencionados en la investigación.
- Del resultado alcanzado respecto a la resistencia a la compresión podemos aseverar que, si existe variación al añadir viruta de acero a la mezcla, el concreto patrón tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos con adición de viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos el que muestra un aumento mayor de la resistencia a la compresión es el concreto con adición de viruta de acero en 5% incrementando su resistencia en un 29.49%.
- Del resultado alcanzado respecto al esfuerzo de tracción por compresión diametral podemos afianzar que el concreto patrón tiene una resistencia menor a lo resultados obtenidos con adición de viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos se puede mencionar que los especímenes de concreto cilíndrico que muestran un mayor esfuerzo de tracción por compresión diametral al ser ensayado respecto a los demás es el concreto con adición de viruta de acero en 5% y 8%, esto se puede apreciar mejor a los 7,14 y 28 días de curado del espécimen. Así mismo es correcto avalar que las probetas cilíndricas de concreto con adición de viruta de acero al 5% obtuvo un ligero aumento en su esfuerzo de tracción respecto a los especímenes de concreto con 8% de

viruta de acero en la mezcla, siendo este el más óptimo ya que incrementa su esfuerzo a la tracción de nuestro concreto patrón en un 29.49%.

- Del resultado alcanzado respecto a la resistencia a la flexión podemos afianzar que, si existe variación en los resultados respecto al módulo de rotura obtenido en cada espécimen de concreto patrón y concreto con adición de viruta metálica. Así mismo es válido afirmar según los resultados, el concreto patrón tiene una resistencia menor a los resultados obtenidos con adición de viruta de acero en 3%, 5% y 8%. De estos tres últimos los que muestran un mayor módulo de rotura al ser ensayado respecto a los demás es el concreto con adición de viruta de acero en 5% y 8%, esto se puede apreciar mejor a los 28 días de curado del espécimen. Así mismo es correcto avalar que las probetas prismáticas de concreto con adición de viruta de acero al 5% obtuvo un ligero aumento en su módulo de rotura respecto a los especímenes de concreto con 8% de viruta de acero en la mezcla, siendo este el más óptimo ya que incrementa su resistencia a la flexión de nuestro concreto patrón en un 35.98%.
- El diseño de mezcla óptimo para el concreto patrón y concreto con adición de viruta de acero se obtuvo gracias a los ensayos de calidad realizados y al procedimiento del método de diseño de mezclas ACI 211
- De los resultados estadísticos inferenciales obtenidos por el programa estadístico SPSS, se pudo comprobar estadísticamente la inferencia de resultados respecto a los porcentajes agregados en la mezcla con los resultados del concreto patrón.
- Es importante hacer mención en la presente investigación que para el empleo del ANOVA a un factor mediante el programa SPSS es necesario que la muestra que la muestra sea normal y homogénea.

## CAPITULO V. REFERENCIAS

- Angarita, P. A., y Rincón, H. J. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando viruta de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, Colombia.
- Abanto, O. (2017). *Resistencia mecánica del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de fibras de acero Dramix y Sika* (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Alor, J., & Alfaro, J. (2020). *Mejoramiento a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, fino natural y virutas de acero para el uso de viviendas en Lima Metropolitana* (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Briones, A., Zambrano, J., Muñoz, J., Ruiz, W., & Panchana, A. (2020). *Análisis de la prestación mecánica del hormigón empleando virutas de acero como agregado fino*. Revista de Investigaciones de Energía, Medio Ambiente y Tecnología: RIEMAT, 5(1), 15.
- Canta, J. (2018). *Gestión de proyectos bajo el enfoque PMI-PMBOL y los plazos de liquidación de los proyectos Cash Qali Warma promovidos por Foncodes, Perú, 2017* (Tesis de Maestría). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Contreras, K., & Peña, J. (2017). *Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla*. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

- Cotrina, N. (2016). *Uso de concreto reforzado con fibras de acero para mejorar la ductilidad en vigas rectangulares*. (Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Nacional Hermilio Valdizan, Huánuco, Perú.
- Chávez, J. E. (2014). *Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Choque, H., & Ccana, J. C. (2016). *Evaluación de la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto poroso elaborado con agregado de las canteras Vicho y Zurite, adicionando aditivo super plastificante de densidad 1.2 kg/l para una resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Cusquisiván, M. E., & Sáenz, J. P. (2016). *Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Deledesma, S. (2019). *Resistencia a compresion de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> sustituyendo agregado fino por fibras y virutas de acero*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Ancash, Perú.
- Espinoza, E. (2018). *Resistencia de Concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con Sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad San Pedro, Cajamarca, Perú.
- Flores, M. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a la flexiona del hormigón armado adicionando fibras comerciales, viruta y limallas de acero*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.



- Flores, C. E., y Pacompia, I. A. (2015). *Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos  $F'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> en la Ciudad de Puno*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Pacheco, G. A. (2016). *Resistencia a compresión axial del concreto  $F'c = 175$  Kg/cm<sup>2</sup> incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Ramos, N. (2019). *Análisis comparativo del comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de polipropileno y acero*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Rivva, L. (2018). *Diseño de mezclas*. En E. R. Lopez. Lima.
- Sanchez, D. (2017). *Tecnología del concreto y del mortero*. Colombia: Bhandar Editores.
- Sandoval, F. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a tracción y compresión del hormigón adicionando viruta de acero comercial fundido y hormigón con fibras de acero comerciales*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Sanz-Diez de Ulzurrun, G. (2019). *Capacidad resistente de elementos lineales de hormigon armado reforzado con fibras bajo cargas de impacto*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona, Madrid, España.
- Solis, E., & Zapata, J. (2018). *Evaluacion de la resistencia mecanica del concreto con adicion de limalla de acero para losa de pavimento rigido en lima – 2018*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Sarta, H., & Silva, J. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibras de acero al 4% y 6%*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Católica Bogotá, Colombia.

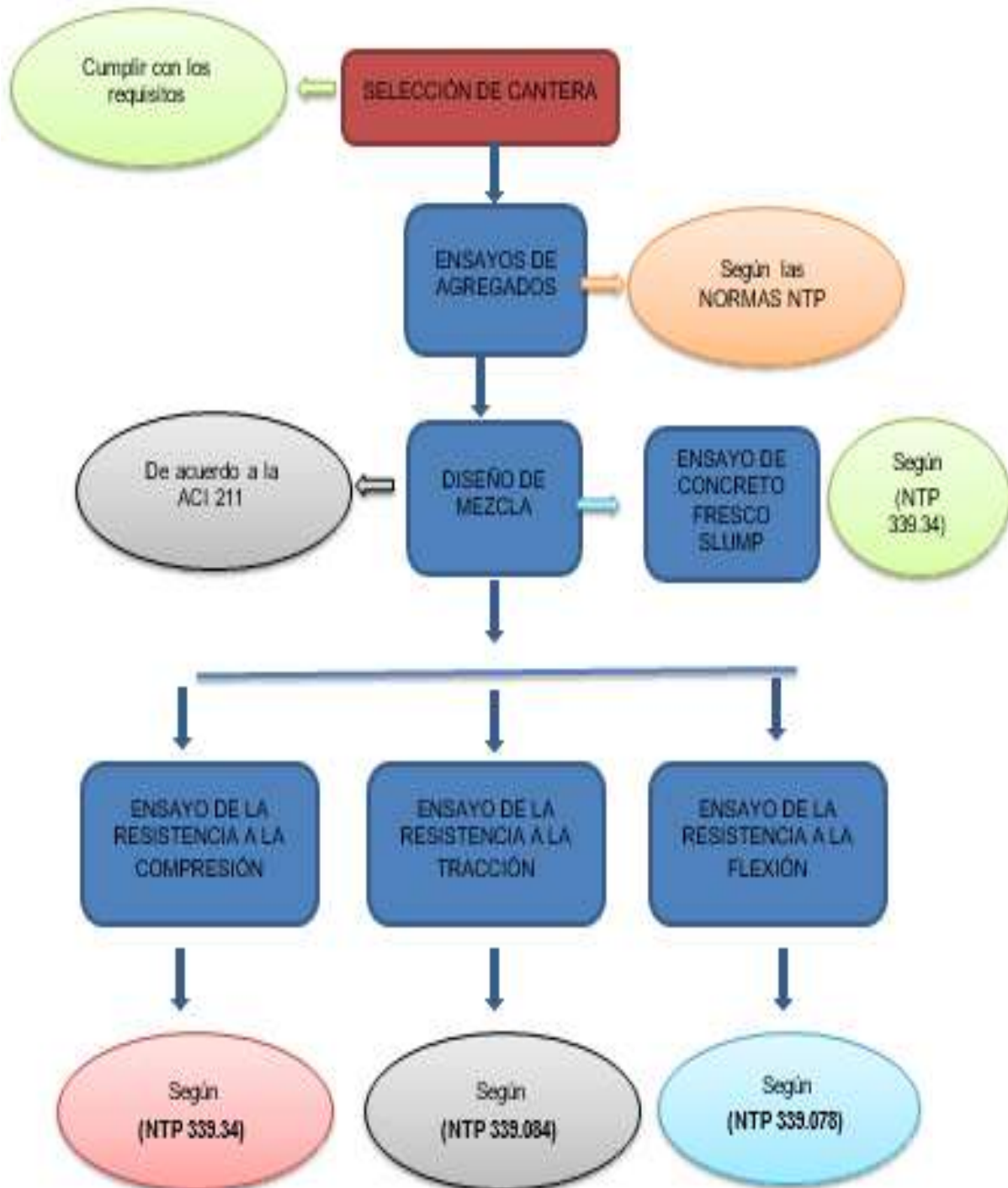
Venegas, J. A., & Farfán, M. (2016). *Análisis de la influencia de la limalla de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto con porcentajes 5%, 7%, 9% y 11% Respecto al agregado fino de la mezcla utilizando aditivos super plastificante*. (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.

Zavala, M. (2018). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando limalla de acero reciclado respecto al peso del cemento Lima 2018* (Tesis para optar el grado profesional de Ingeniero Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

## ANEXOS

## ANEXO N° 1. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Figura N°01: Diagrama de Flujo para la recolección de información



## ANEXO N° 02. MATRIZ DE CONSISTENCIA


PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		
<p><b>Formulación de problema</b></p> <p><b>Pregunta principal</b></p> <p>¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto?</p> <p><b>Pregunta específicos</b></p> <p>¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en el asentamiento del concreto?</p> <p>¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la compresión del concreto?</p> <p>¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la tracción del concreto?</p> <p>¿En qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la flexión del concreto?</p> <p>Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p><b>Hipótesis general</b></p> <p>Hipótesis Nula (Ho): La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones al 3%, 5% y 8% no influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p> <p>Hipótesis Alterna (Ha): La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones al 3%, 5% y 8% influye en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	Variable Dependiente: Propiedades Físicas y mecánicas del concreto		
	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Analizar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% en la mezcla de concreto influye en el asentamiento.</p> <p>Analizar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p>Analizar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la tracción del concreto.</p> <p>Analizar en qué medida la adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones del 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la flexión del concreto.</p> <p>Determinar el contenido óptimo de viruta de acero en los porcentajes de 3%, 5% y 8%, que proporcione un mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en el asentamiento del concreto.</p> <p>La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la compresión del concreto.</p> <p>La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la tracción del concreto.</p> <p>La adición de viruta de acero tratada con criba vibratoria en dosificaciones de 3%, 5% y 8% influye en la resistencia a la flexión del concreto.</p> <p>El contenido óptimo de viruta de acero en los porcentajes de 3%, 5% a 8% proporciona un mejor comportamiento en las propiedades físicas y mecánicas del concreto</p>	<p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la tracción</p> <p>Resistencia a la flexión</p> <p>Asentamiento del concreto</p>	<p>Indicadores</p> <p>7,14 y 28 días de curado</p> <p>7,14 y 28 días de curado</p> <p>7,14 y 28 días de curado</p> <p>Seca</p> <p>Plástica</p> <p>Húmeda</p>	
			Variable independiente: Viruta de Acero		
			Dimensiones		
			Indicadores		
			Viruta pasante por el malla N°4 - Retenido malla N°200	<p>Adición al 3% respecto al agregado fino</p> <p>Adición al 5% respecto al agregado fino</p> <p>Adición al 7% respecto al agregado fino</p>	





### ANEXO 4. ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

<b>METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACIOS EN EL AGREGADO</b> MTC E 203-2000 / NTP 400.017-2011 ASTM C 29/C 29M-09 / AASHTO T-19				Informe N° : JR 2019 - 195			
				Fecha de Emisión : 14/10/2019			
				Realizado por : Tte. José L. Quijse M.			
				Revisado por : Ing. Soledad E. Susano			
				Certificado : LEM - 04-09/195			
PROYECTO :	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE LIMALLA DE ACERO EN LA MEZCLA, LIMA, 2019.						
UBICACIÓN :	CANTERA CORDAEL - HUACHIPA						
SOLICITANTE :	Diney Javier Medina Lázaro & Maximiliano Percy Ramos Arana						
REFERENCIAS DE LA MUESTRA :	Agregado Fino			REFERENCIAS DEL APARATO DE PRUEBA :	PESO : 3.223.0 g		
IDENTIFICACIÓN :	Agregado Fino			VOLUMEN : 5.716.0 cm <sup>3</sup>			
DESCRIPCIÓN :	Arena bien graduada con arena						
PRESENTACIÓN :	01 Saco de polipropileno						
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO						
		PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		
N° DE ENSAYO		1	2	3	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE	00	12.458.0	12.699.0	12.428.2	13.030.0	13.038.0	13.046.0
PESO DEL MOLDE	00	3.223.0	3.223.0	3.223.0	3.223.0	3.223.0	3.223.0
PESO DE LA MUESTRA	00	9.235.0	9.276.0	9.205.0	9.807.0	9.815.0	9.823.0
VOLUMEN DEL MOLDE	cm <sup>3</sup>	5.716.0	5.716.0	5.716.0	5.716.0	5.716.0	5.716.0
PESO UNITARIO	(kg/m <sup>3</sup> )	1.616	1.616	1.611	1.718	1.717	1.718
RESULTADOS	(kg/m <sup>3</sup> )	1.614			1.717		
OBSERVACIONES							



**INGENIERA AURELIA BAUTISTA SUSANO**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIPN° 47689

938 385 323 / 955 088 036  
[r.diaz@jrgeoconsultores.com](mailto:r.diaz@jrgeoconsultores.com)  
[jrgeoconsultores@gmail.com](mailto:jrgeoconsultores@gmail.com)  
[j.oyarce@jrgeoconsultores.com](mailto:j.oyarce@jrgeoconsultores.com)  
 Calle 2 Mz. D L. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima



## ANEXO 5. ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA LA DENSIDAD APARENTE ("PESO DE LA UNIDAD") Y LOS VACÍOS EN EL AGREGADO MTC E 203-2000 / NTP 400.017-2011 ASTM C 29/C 29M-09 / AASHTO T-19		Informe N° : JR 2019 - 195	Fecha de Emisión : 14/10/2019
		Realizado por : Tec. José L. Quispe M.	Revisado por : Ing. Soledad B. Susano
		Certificado : LEM - 06-06/195	
PROYECTO :	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE VIRUTA DE ACERO EN LA MEZCLA LIMA, 2019.		
UBICACIÓN :	CANTERA CORDONEL - HUACHIPA		
SOLICITANTE :	Grisey Javier Medina Lazaro & Maximo Percy Ramos Arana		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA :	IDENTIFICACIÓN :	REFERENCIAS DEL APARATO DE PRUEBA :	
	Agregado Grueso	PESO :	3,223.0 g
		VOLUMEN :	5,716.0 cm <sup>3</sup>
PRESENTACIÓN :	01 Saco de polipropileno.		


  

DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO					
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m <sup>3</sup> )			PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m <sup>3</sup> )		
N° DE ENSAYO	1	2	3	1	2	3
PESO DE LA MUESTRA + MOLDE (g)	11,060.0	11,486.0	11,866.0	12,202.0	12,266.0	12,277.0
PESO DEL MOLDE (g)	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0	3,223.0
PESO DE LA MUESTRA (g)	8,837.0	8,663.0	8,666.0	8,979.0	9,037.0	9,054.0
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0	5,716.0
PESO UNITARIO (kg/m <sup>3</sup> )	1,546	1,516	1,516	1,571	1,581	1,584
RESULTADOS (kg/m <sup>3</sup> )	1,515			1,579		

OBSERVACIONES: NINGUNA

  
 Soledad B. Susano  
 INGENIERA C.O.U.  
 Reg. CIP N° 47689

938 385 323 / 955 088 036  
 r.diaz@jgeosconsultores.com  
 jr.geosconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jgeosconsultores.com  
 Calle 2 Mz. D.U. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## ANEXO 6. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO MTC E 206-2000 / NTP 400.021:2002 ASTM C 127-04 / AASHTO T-85		Informe N°	JR 2019 - 195
		Fecha de Emisión	14/10/2019
		Realizado por	Tec. José L. Quipe M.
		Revisado por	Ing. Soledad B. Susano
		Certificado	LEM - 05-06/195

PROYECTO: ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE LIMALLA DE ACERO EN LA MEZCLA, LIMA, 2019\*

UBICACIÓN: CANTERA CORONEL - HUACHIPA

SOLICITANTE: Galley Javier Medina Lazaro & Maximo Percy Ramos Arana


REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN: Agregado Grueso PRESENTACIÓN: 01 Saco de polipropileno

DESCRIPCIÓN: Grava pobremente gradada


DESCRIPCIÓN	AGREGADO GRUESO		RESULTADOS	
	1	2		
Nº DE ENSAYO				
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE)	(g)	1.000.8	1.036.3	
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AGUA)	(g)	1.020.9	1.026.0	
VOLUMEN DE MASA + VOLUMEN DE VACÍOS	(cm <sup>3</sup> )	601.8	608.3	
PESO DEL MATERIAL SECO A 105 °C	(g)	1.516.5	1.625.4	
VOLUMEN DE MASA	(cm <sup>3</sup> )	589.9	587.4	
PESO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.609	2.672	2.581
PESO BULK BASE SATURADA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.710	2.690	2.700
PESO APARENTE BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.748	2.721	2.732
ABSORCIÓN	(%)	0.75	0.67	0.72

OBSERVACIONES: NINGUNA

  
 Soledad Aureli Barzola Susano  
 INGENIERA CIVIL  
 Reg. CIP N° 67689

938 385 323 / 955 068 036  
 r.diaz@jrgeoconsultores.com  
 jrgeoconsultores@gmail.com  
 j.oyarce@jrgeoconsultores.com  
 Calle 2 Mx. D.L. 24, Asociación Virgen del Carmen  
 San Martín de Porres - Lima

## ANEXO 7. ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

<p><b>MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR EL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO</b> MTC E 205-2000 / NTP 400.022:2002 ASTM C 128-04a / AASHTO T-84</p>		<p>Informe N° : JR 2019 - 196 Fecha de Emisión : 14/15/2019 Realizado por : Tec. José L. Quijpe M. Revisado por : Ing. Soledad B. Susano Certificado : LEM - 01-03/195</p>	
PROYECTO :	ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO ADICIONADO DOSIFICACIONES DE LIMALLA DE ACERO EN LA MEZCLA LIMA 2019*		
UBICACION :	CANTERA CORONEL - HUACHIPA		
SOLICITANTE :	Grisley Javier Medina Lazaro & Maximiliano Paredo Ramos Arana		
REFERENCIAS DE LA MUESTRA			
IDENTIFICACION :	Agregado Fino	PRESENTACION : V1 Saco de polipropileno.	
DESCRIPCION :	Arena bien graduada con limo		
DESCRIPCION		AGREGADO FINO	RESULTADOS
N° DE ENSAYO		1	2
PESO MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA (EN AIRE)	(g)	306.0	303.0
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O	(g)	654.4	654.3
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MATERIAL	(g)	664.4	664.3
PESO FIOLA + H <sub>2</sub> O + MAT. SATURADO Y SUPERFICIE SECA	(g)	805.6	805.6
VOLUMEN MASA - VOLUMEN DE VACIO	(cm <sup>3</sup> )	108.8	108.7
PESO MATERIAL SECO A 105 °C	(g)	298.8	298.7
VOLUMEN DE MASA	(cm <sup>3</sup> )	107.5	107.4
PESO BULK BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.746	2.748
PESO BULK BASE SATURADA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.757	2.750
PESO APARENTE BASE SECA	(g/cm <sup>3</sup> )	2.777	2.781
ABSORCIÓN	(%)	0.40	0.44
OBSERVACIONES : 1			
 Soledad B. Susano INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 47689			
938 385 323 / 955 088 036 r.diaz@jgeoconsultores.com j.geoconsultores@gmail.com j.oyarce@jgeoconsultores.com Calle 2 Mz. D Lt. 25, Asociación Virgen del Carmen San Martín de Porres - Lima			

## ANEXO 8. PESO UNITARIO DE LA VIRUTA METÁLICA



LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y REHABILITACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

### PESO UNITARIO DE LA VIRUTA METÁLICA

Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Lugar : Desarrollado en las instalaciones de L.L.&M Group  
Fecha de emisión : 12/02/2021  
Informe N° : L.L.&M 2021 - 002  
Material : Viruta Metálica

#### PESO UNITARIO SUELTO:

N° de ensayo		01	02	03
Peso de la muestra + molde	(g)	11458,00	11449,00	11436,00
Peso del molde	(g)	328,00	328,00	328,00
Peso de la muestra	(g)	11130,00	11121,00	11108,00
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	5786,00	5786,00	5786,00
Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	1930,29	1926,05	1925,46
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	1927,93		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO:

N° de ensayo		01	02	03
Peso de la muestra + molde	(g)	12946,00	12937,00	12908,00
Peso del molde	(g)	328,00	328,00	328,00
Peso de la muestra	(g)	12617,00	12608,00	12580,00
Volumen del molde	(cm <sup>3</sup> )	5786,00	5786,00	5786,00
Peso unitario	(kg/m <sup>3</sup> )	2180,17	2180,00	2180,46
Resultados	(kg/m <sup>3</sup> )	2187,89		

Realizado por: Tco. R. Llamoschaga I.  
Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- 2) Muestras probadas e identificadas por el cliente.

Av. General Juan Velasco Alvarado N° 737, 5003 Areña - Lima  
Dybal - Teléfono: 761 811 401/402 - Cel. 9 555 9039  
Correo: LLM@PRIVADENORTE.COM

  
PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY  
INGENIERO CIVIL  
CIP 210617

## ANEXO 9. GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE VIRUTA METÁLICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS SOCIOTÉCNICOS, ANÁLISIS DE VIBRACIÓN Y MANIPULACIÓN  
DESARROLLO Y CONTROL DE FARMACÉUTICOS

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE VIRUTA METÁLICA**


Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
 Lugar : Desarrollado en las instalaciones de LL&M Group  
 Fecha de emisión : 12/02/2021  
 Informe N° : LL&M 2021 – 052  
 Material : Viruta Metálica

**RESULTADOS, GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE VIRUTA METÁLICA:**

Peso Vir. Saturada y superficie seca	(g)	300,00	300,00
Peso Fiole + H2O	(g)	674,40	672,30
Peso Fiole + H2O + Viruta	(g)	984,40	984,40
Peso Fiole + H2O + Vir. Saturada y superficie seca	(g)	916,70	912,80
Volumen Masa + Volumen Vacías	(m <sup>3</sup> )	58,70	58,50
Peso Material Seco a 105°C	(g)	300,00	300,00
Volumen de Masa	(m <sup>3</sup> )	300,00	59,50
Peso Bulk base Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	5,11	5,04
Peso Bulk base Saturada	(g/cm <sup>3</sup> )	5,11	5,04
Peso Aparante base Seca	(g/cm <sup>3</sup> )	1,00	5,04
Absorción	%	0	0


Realizado por: Tec. R. Llanchoyqui I.  
 Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

**NOTAS:**  
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.  
 2) Muestras protegidas e identificadas por el solicitante.

  
**PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 210077

Av. General San Martín Morales 01 700 - San Andrés - Lima  
 Central - Teléfono: (51) 011 4803490 - Cel. 978636698  
 Correo: LL&M\_LL&M@privadadelnorte.com

## ANEXO 10. CONTENIDO DE HUMEDAD DE VIRUTA METÁLICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS - IVA-ORIENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE FUNDAMENTOS

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE VIRUTA METÁLICA**

Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Lugar : Desarrollado en las instalaciones de LL&M Group  
Fecha de emisión : 12/02/2021  
Informe N° : LL&M 2021 - 052  
Material : Viruta Metálica


**RESULTADO, CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA VIRUTA METÁLICA:**

N° de ensayo		01	02
Peso de la Tara + Suelo Húmedo	(g)	348,20	352,40
Peso de la Tara + Suelo Seco	(g)	348,20	352,40
Peso del agua	(g)	0,00	0,00
Peso de la Tara	(g)	67,50	60,60
Peso del Suelo Seco	(g)	280,70	291,80
Contenido de humedad	%	0,00	0,00
Resultado	%	0,00	

Realizado por: Tsc. R. Lucuchaga I.  
Revisado por: Ing. Pierre Salas Gany

**NOTAS:**  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.  
2) Muestras provistas e identificadas por el solicitante.

Av. General San Martín s/n. Cercado N° 707, Lima Norte - Lima  
Central - Teléfono 706 311 48048 Cx 3796/9008  
Correo: LL&M\_2020@latinmail.com

  
**PIERRE ENRIQUE SALAS GANY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP- 310977

## ANEXO N° 11

### DISEÑO DE MEZCLA

Para el desarrollo de esta investigación se adaptó el procedimiento ACI 211.

<b>Condiciones Generales</b>		
Resistencia		210 kg/cm <sup>2</sup>
Factor de seguridad		
<b>Materiales</b>		
<b>Cemento</b>		
Peso Especifico del cemento		3150 kg/cm <sup>3</sup>
Agua		Agua Potable
<b>Agregado Fino</b>		
Peso específico de Masa		2747 kg/cm <sup>3</sup>
Absorción		0.42 %
Contenido de Humedad		2.6 %
Peso unitario suelto seco		1614 kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco		1717 kg/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza		3.00
<b>Agregado Grueso</b>		
Tamaño máximo Nominal		
Peso específico de Masa		2681 kg/cm <sup>3</sup>
Absorción		0.72 %
Contenido de Humedad		0.9 %
Peso unitario suelto seco		1515 kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco		1579 kg/cm <sup>3</sup>
Módulo de Fineza		7.36

## 1. Determinación de la Resistencia Promedio

### *Consistencia o Fluidéz del Concreto*

<b><u>F'cr</u> especificado</b> <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b><u>f'cr</u></b> <b>(kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Sin factor	<u>f'cr</u> + 0
< 210	<u>f'cr</u> + 70
<b>210 - 350</b>	<b><u>f'cr</u> + 84</b>
> 350	<u>f'cr</u> + 98

Fuente: Norma NTP. 400.037

Usando el factor de seguridad  $f'_{cr}$  **294 kg/cm<sup>2</sup>**

## 2. Selección del Tamaño Máximo del Agregado

Tamaño Máximo Nominal	<b>1"</b>
-----------------------	-----------

## 3. Selección del Asentamiento

<b>Mezcla Seca</b>	<b>0 - 2 "</b>
<b>Mezcla Plástica</b>	<b>3 - 4"</b>
<b>Mezcla Fluida</b>	<b>5- 6"</b>
La Mezcla será <u>Plastica</u>	<b>3 - 4"</b>

## 4. Volumen Unitario de Agua



Asentamiento	Tamaño Máximo del Agregado Grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" - 2 "	207	199	190	179	166	154	130	113
3" - 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" - 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concreto con Aire Incorporado								
1" - 2 "	181	175	168	160	150	142	122	107
3" - 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" - 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Volumen Unitario de Agua = 193 lt/m<sup>3</sup>

### 5. Relación a/c por Resistencia

$f_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación Agua / Cemento en Peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con Aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

250	0.62
294	0.56
300	0.55

Interpolando obtenemos la Relación a/c = 0.56

### 6. Factor Cemento

$$Factor\ cemento = \frac{Volumen\ Unitario\ de\ Agua}{Relación\ Agua\ Cemento}$$

$$Factor\ cemento = \frac{193}{0.56} = 345.63\ kg/cm^3$$

$$Factor\ cemento = \frac{345.63}{42.5} = 8.13\ bolsas/cm^3$$

## 7. Contenido de Aire Atrapado

TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
<b>1"</b>	<b>1.5%</b>
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
4"	0.2%

EL Contenido de Aire Atrapado será = 1.5%

## 8. Calculo de Peso del Agregado Grueso

MF Agregado fino	3.00
TMN Agregado grueso	1 "

TMN Agregado Grueso	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	<b>0.65</b>
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

EL Contenido de Agregado Grueso será = 0.65

Entonces el Peso del A.G =  $0.65 \times 1579 = 1026.35 \text{ kg}$

### 9. Calculo del Peso del Agregado Fino

Material	Peso (kg)	P.E	Vol. Absoluto
Cemento	345.63	3150	0.110
Agua	193	1000	0.193
Aire	0.015	...	0.015
A. Grueso	1026.35	2681	0.383
Total			0.701

Volumen del Agregado Fino = $1 - 0.701 = 0.299$
Peso Seco del Agregado Fino = $0.299 \times 2747 = 822.60 \text{ kg}$

### 10. Pesos Secos de Materiales por m<sup>3</sup>

Material	Peso Seco (kg)
Cemento	345.63
Agua	193
Agregado Grueso	1026.35
Agregado Fino	822.60
Aire	1.5%
<b>Total</b>	<b>2387.58</b>

### 11. Corrección por Humedad de los Agregados

Agregado Fino	
Peso Húmedo A.F = Peso seco A.F x (1+ % C.H A.F/100)	
Peso Húmedo A.F =	822.60 x (1 + 2.60/100) = 843.96 kg
Agregado Grueso	
Peso Húmedo A.G = Peso seco A.G x (1+ % C.H A.G/100)	
Peso Húmedo A.G =	1026.35 x (1+ % 0.90/100) = 1035.59 kg

## 12. Aporte del Agua de los Agregado

Aporte de Agua A.F = Peso seco A.F x (% C.H A.F - % Abs)/100	
Aporte de Agua A.F =	822.60 x (2.60 - 0.42)/100 = 17.93 kg
Agregado Grueso	
Aporte de Agua A.G = Peso seco A.G x (% C.H A.G - % Abs)/100	
Aporte de Agua A.G =	1026.35 x (0.90 - 0.72)/100 = 1.85 kg
El Aporte del Agua en los Agregados será = 19.78 Lt	

## 13. Calculo de Agua Efectiva

Agua Efectiva = Agua de Diseño - Aporte de Agua
Agua Efectiva = 173.22 Lt

## 14. Pesos Corregidos por Humedad

Material	Peso Corregido por Humedad kg/m <sup>3</sup>
Cemento	345.63
Agua	173.22
Agregado Grueso	1035.59
Agregado Fino	843.98

## 15. Proporción en Peso por Bolsa de Cemento

Material	Peso Corregido por Humedad kg/m <sup>3</sup>	Peso Bolsa de cemento kg/m <sup>3</sup>	Dosificación
Cemento	345.63	345.63	1
Agua	173.22 l/m <sup>3</sup>	345.63	0.50
Agregado Grueso	1035.59	345.63	3.00
Agregado Fino	843.98	345.63	2.44

#### 16. Proporción de los Agregados incluido por los porcentajes de viruta.

- Dosificación del Concreto Patrón

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso Húmedo (Kg)	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento	345.63	0.11	345.63	0.022
Agua	193.00	0.19	173.22	0.003
Agregado Fino	822.60	0.30	843.98	0.005
Agregado Grueso	1026.35	0.38	1035.59	0.006
Total	2387.58	0.99	2398.42	0.0156

- Diseño de Mezcla Patrón Añadiendo 3% de viruta de acero

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso Húmedo (Kg)	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento	345.63	0.11	345.63	0.022
Agua	193.00	0.19	173.22	0.003
Agregado Fino	822.60	0.30	843.98	0.005
Agregado Grueso	1026.35	0.38	1035.59	0.006
Viruta de acero (3%)	24.68	0.005	25.32	0.000079
Total	2387.58	0.99	2398.42	0.0157

#### Diseño de Mezcla Patrón Añadiendo 5% de viruta de acero

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso Húmedo (Kg)	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento	345.63	0.11	345.63	0.022
Agua	193.00	0.19	173.22	0.003
Agregado Fino	822.60	0.30	843.98	0.005
Agregado Grueso	1026.35	0.38	1035.59	0.006
Viruta de acero (5%)	41.13	0.008	42.20	0.00013
Total	2387.58	0.99	2398.42	0.0158

- Diseño de Mezcla Patrón Añadiendo 8% de viruta de acero

Materiales	Peso seco (Kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso Húmedo (Kg)	Volumen Total (m <sup>3</sup> )
Cemento	345.63	0.11	345.63	0.022
Agua	193.00	0.19	173.22	0.003
Agregado Fino	822.60	0.30	843.98	0.005
Agregado Grueso	1026.35	0.38	1035.59	0.006
Viruta de acero (8%)	65.81	0.013	67.52	0.00021
Total	2387.58	0.99	2398.42	0.0287

## ANEXO N°12 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
CON SUAVES CERTIFICACIONES EN CALIDAD, INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO – DISEÑO COMPROBADO

#### REFERENCIA ACI 211

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Lugar : Desarrollado en las instalaciones de LL&M Group  
Fecha de emisión : 03/03/2021  
Informe N° : LL&M 2021 - 095

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Procedencia : Canters Coronel Acostamiento : 3° - 4°  
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla : Sol tipo 1

- |   |  |
|---|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br/><math>F'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2</math></p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br/><math>R_{a/c} = 0.58</math></p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br/>Agua = 193 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br/>Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br/>Cemento = 345.83 kg/m<sup>3</sup></p> <p>6. FACTOR CEMENTO<br/>Bolsas x m<sup>3</sup> = 8.1 bolsas</p> |
|---|--|

#### 7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Sol tipo I	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.110 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.193 m <sup>3</sup>
Aire	-----	0.015 m <sup>3</sup>

Aditivo		HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Agregado grueso	2681 kg/m <sup>3</sup>	-----	0.8%	0.72%	7.35	1515
Agregado fino	2747 kg/m <sup>3</sup>	-----	2.6%	0.42%	3.00	1614

#### 8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 1026.35 kg  
Agregado fino = 822.80 kg

#### 9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS – CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso = 1035.59 kg  
Agregado fino = 843.96 kg

#### 10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua = 173.22 L

#### 11. Peso corregidos por humedad

Cemento tipo I = 345.83 kg  
Agua = 173.22 L  
Aditivo = 0.00 g  
Agregado grueso = 1035.59 kg  
Agregado fino = 843.96 kg

#### 12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. ADIT. AGUA  
1 : 2.44 : 3.00 : 0 : 21.30 L / bolsa

Realizado por: Tics. R. Lacuschequi I.  
Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

#### NOTAS:

- 1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- 2) Muestras provistas e identificadas por el solicitante.

  
**PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 210677

## ANEXO N°13 DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE INGENIERÍA Y PAVIMENTACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO – DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Lugar : Desarrollado en las instalaciones de LL&M Group  
Fecha de emisión : 03/03/2021  
Informe N° : LL&M 2021 - 095

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino F'c de diseño : 210 kg/cm<sup>2</sup>  
Procedencia : Cantara Coronel Acentamiento : 3" - 4"  
Cemento : Sol tipo 1 Código de mezcla : Sol tipo 1

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO  
F'cr = 204 kg/cm<sup>2</sup> Cemento = 345.63 kg/m<sup>3</sup>  
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO 6. FACTOR CEMENTO  
R/a/c = 0.56 Bolsas x m<sup>3</sup> = 6.1 bolsas  
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA  
Agua = 193 L  
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO  
Aire = 1.5%

#### 7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
Cemento Sol tipo I	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.110 m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.193 m <sup>3</sup>						
Aire	—	0.015 m <sup>3</sup>						
Viruta metálica	5080 kg/m <sup>3</sup>	0.005 m <sup>3</sup>	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA			
Agregado grueso	2681 kg/m <sup>3</sup>	—	0.9%	0.72%	7.36		1515	1717
Agregado fino	2747 kg/m <sup>3</sup>	—	2.6%	0.42%	3.00		1814	1579

#### 8. PROPORCIÓN DE ADREGADOS SECOS

Agregado grueso = 1026.35 kg  
Agregado fino = 822.60 kg

#### 9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS – CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso = 1035.59 kg  
Agregado fino = 843.95 kg

#### 10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua = 173.22 L

#### 11. Peso corregidos por humedad

Cemento tipo I = 345.63 kg  
Agua = 173.22 L  
Agregado grueso = 1035.59 kg  
Agregado fino = 843.95 kg  
Viruta Metálica 3% = 25.32 kg  
Viruta Metálica 5% = 42.20 kg  
Viruta Metálica 8% = 67.52 kg

#### 12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F	A.G.	V.A.	AGUA	
3%	1	2.44	3.00	0.07	21.30 L / bolsa
5%	1	2.44	3.00	0.12	21.30 L / bolsa
8%	1	2.44	3.00	0.20	21.30 L / bolsa

Realizado por: Tec. R. Llacuachqui I.  
Revisado por: Ing. Piero Salas Garay


#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante.

  
PIERO ENRIQUE SALAS GARAY  
INGENIERO CIVIL  
CIP 210677



## ANEXO N°14 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 07 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA DISEÑO Y VERIFICACIÓN  
INSTRUMENTAL Y CONTROL DE MATERIALES

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021

Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión

Lugar : Lima

Fecha de emisión : 09/04/2021

Informe N° : LL&M 2021 - 125

1. De la muestra : Consiste en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 07 días de curado.

2. Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 339.034-2015, ASTM C-88

3. Resultados:

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	175.30	28,000	159.72	TIPO 2
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	176.24	28,390	163.08	TIPO 2
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	175.30	28,760	164.06	TIPO 5
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	175.77	30,122	173.37	TIPO 5
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	176.01	29,932	170.06	TIPO 2
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	175.77	30,421	173.07	TIPO 2
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	176.24	31,332	177.78	TIPO 2
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	175.77	31,982	181.67	TIPO 5
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	176.01	31,421	178.52	TIPO 5
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	176.24	31,208	177.07	TIPO 2
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	176.01	31,317	177.93	TIPO 5
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	176.48	30,922	175.22	TIPO 5


4. Observaciones: a) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Realizado por: Tec. R. Lieberthweig I.

Revisado por: Ing. Pierre Salas Gany.

NOTAS:  
1) Este prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General Juan Velasco Alvarado N° 707, Santa Anita - Lima  
Cercado - Teléfono: (01) 4903449 - 4903448  
Correo: LL&M\_grupo@upn.edu.pe



**PIERRE SALAS GANY**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 210877

## ANEXO N°15 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA Y FUNDAMENTOS  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021

Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos

Asurto : Ensayo de Resistencia a la Compresión

Lugar : Lima

Fecha de emisión : 08/04/2021

Informe N° : LL&M 2021 - 128

1. De la muestra : Consiste en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 14 días de curado.

2. Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 399.034-2015; ASTM C-39

3. Resultados:

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	AREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (Kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	175.30	34990	199.60	TIPO 5
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	176.24	34972	198.43	TIPO 5
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	175.30	35378	201.81	TIPO 5
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	175.77	36739	209.01	TIPO 2
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	176.01	36770	208.91	TIPO 2
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	175.77	36760	209.18	TIPO 2
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	176.24	37.003	209.95	TIPO 5
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	175.77	36.585	208.14	TIPO 5
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	176.01	36.392	206.76	TIPO 5
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	176.24	36.153	205.13	TIPO 5
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	176.01	36.423	206.94	TIPO 5
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	175.48	36.091	204.51	TIPO 2

4. Observaciones: a) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Realizado por: Tsc. R. LLacuchapal I.

Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

NOTAS

1) Este informe reproduce o modifica el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. Tarma # 500 Tarma - Arequipa # 11711, Lima Arequipa - Lima  
Cercado - Tarma Arequipa Tel: (02) 4802440 Cel: 970028206  
Correo: LL&M@grupollam.com



**PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 21007

## ANEXO N°16 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, COMPORTAMIENTO Y DISEÑO  
ESTADIOS GEOTÉCNICOS PARA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO  
DISEÑO Y CONTROL DE FUNDACIONES

### LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Cristley Medina y Máximo Ramos  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
Lugar : Lima  
Fecha de emisión : 08/04/2021  
Informe N° : LL&M 2021 - 125

1. De la muestra : Consiste en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 28 días de curado.
2. Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 339.004.2015, ASTM C-39
3. Resultados:

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	AREA [cm <sup>2</sup> ]	CARGA DE ROTURA (kgf)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	175.30	37240	212.43	TIPO 5
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	176.24	37199	211.07	TIPO 2
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	175.30	37379	213.22	TIPO 5
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	175.77	40.899	232.68	TIPO 2
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	176.01	41.056	233.26	TIPO 5
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	175.77	40.617	231.08	TIPO 2
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	176.24	43925	249.23	TIPO 5
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	175.77	43578	247.92	TIPO 5
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	176.01	44176	250.99	TIPO 2
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	176.24	43043	244.32	TIPO 5
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	176.01	43551	247.44	TIPO 5
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	176.48	43479	246.37	TIPO 5

4. Observaciones: a) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante


Realizado por: Tsc. R. Llacuchajá I.

Revisado por: Ing. Piero Debes Govey


**NOTAS:**

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General Juan Velasco Alvarado N° 737, Sanca Andar - Lima  
04100 - Teléfono: (51) 011 4902495 - Cel. 979026029  
Correo: LVM\_0403@privadadelnorte.com

  
PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY  
INGENIERO C.A.B.  
CIP 210177

## ANEXO N°17 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL A LOS 07 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACEROS  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA CIMENTACIONES Y FUNDACIONES  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021

Solicitante : Gnailey Medina y Máximo Ramos

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta

Lugar : Lima

Fecha de emisión : 08/04/2021

Informe N° : LL&M 2021 - 126

- De la muestra : Consiste en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 07 días de curado.
- Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 359.084-2015, ASTM C-498
- Resultados:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kgf)	ESFUERZO A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	30	14.94	10,211	14.36
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	30	14.98	10,019	14.19
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	30	14.94	10,005	14.21
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	30	14.96	12,948	18.37
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	30	14.97	12,129	17.19
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	16/03/2021	30	14.96	11,103	15.75
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	30	14.98	13,901	19.60
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	30	14.96	13,004	18.45
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	17/03/2021	30	14.97	12,593	17.85
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	30	14.98	11,900	16.86
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	30	14.97	12,893	18.28
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	18/03/2021	30	14.99	12,763	18.07


4. Observaciones: a) La información referente al material, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Realizado por: Tec. R. Llana Pacheco I.

Revisado por: Ing. Piero Salas Garay

NOTAS:  
1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.  
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General Juan Velasco Alvarado N° 727, San Juan de Dios - Lima  
Central - Teléfono: 747 221 455/446 - Cel. 976663030  
Correo: LL&M\_2003@privadadelnorte.edu.pe

  
**PIERO SALAS GARAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 210917

## ANEXO N°18 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL A LOS 14 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE OBRAS Y PAVIMENTACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

### LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Galstej Medina y Máximo Ramos  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción indirecta  
Lugar : Lima  
Fecha de emisión : 08/04/2021  
Informe N° : LLSM 2021 - 125

- De la muestra : Consista en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 14 días de curado.
- Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 339.084:2015, ASTM C-496
- Resultados:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kgf)	ESFUERZO A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	30	14.94	15,392	21.86
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	30	14.98	18,940	26.81
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	30	14.94	16,960	24.09
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	30	14.96	17,689	25.09
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	30	14.97	17,890	25.36
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	23/03/2021	30	14.96	17,734	25.16
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	30	14.98	20202	28.62
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	30	14.96	19335	27.43
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	24/03/2021	30	14.97	19,932	28.25
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	30	14.98	17,900	25.36
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	30	14.97	18,234	25.85
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	25/03/2021	30	14.99	18,345	25.92

- Observaciones: a) La información referente al muestreo, procedimientos, cambios, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Realizado por: Tsc. R. Llansachequi I.

Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

#### NOTAS:

- Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

  
PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY  
INGENIERO CIVIL  
CIP 240877

Av. General Juan B. Alvarado N° 230, Santa Ana - Lima  
Cercado - Teléfono: (01) 201 4823445 - Cel. 979010492  
Correo: I.L&M\_GROUPO@privadadelnorte.com

## ANEXO N°19 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL A LOS 28 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACERO  
ESTUDIOS GEOTÉCNICOS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL**

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021

Solicitante : Gralcy Medina y Máximo Ramos

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Tracción Indirecta

Lugar : Lima

Fecha de emisión : 08/04/2021

Informe N° : LL&M 2021 - 129

- De la muestra : Consiste en 12 probetas cilíndricas de concreto endurecido, a los 28 días de curado.
- Normas de ensayo / Norma de referencia NTP 339.084:2015, ASTM C-408
- Resultados:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kgf)	ESFUERZO A TRACCIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	30	14.94	18,090	27.69
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	30	14.98	18,845	29.70
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	30	14.94	19,039	27.04
4	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	30	14.96	22,678	32.17
5	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	30	14.97	22,589	32.02
6	PATRON + 3%	3.6"	09/03/2021	06/04/2021	30	14.96	22,345	31.70
7	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	30	14.98	24,678	34.96
8	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	30	14.96	25,589	36.30
9	PATRON + 5%	3.5"	10/03/2021	07/04/2021	30	14.97	25,345	35.93
10	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	30	14.98	25,001	35.42
11	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	30	14.97	23,994	33.93
12	PATRON + 8%	3.3"	11/03/2021	08/04/2021	30	14.99	23,676	33.52

4. Observaciones: a) La información referente al sustrato, procedimientos, variables, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Realizado por: Tsc. R. Llacuchepi I.

Revisado por: Ing. Ponce Salas Garay

NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Nº. General de Comercio Registrado N° 717, Santa Anita - Lima  
Cercado - Telefónica Vía 021 4833443 - Cel. 97860688  
Correo: c2m@ll&m.com

  
**PONCE SALAS GARAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 21097

## ANEXO N°20 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 07 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ACERDO,  
ESTRUCUTURAS GEOTÉCNICAS PARA OBRAS DE INFRAESTRUCTURA,  
SEGURIDAD Y CONTROL DE MOVIMIENTOS

### LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión  
Lugar : Lima  
Fecha de emisión : 08/04/2021  
Informe N° : LLM&M 2021 - 125

1. De la muestra : Consiste en 12 probetas prismáticas de concreto endurecido.
2. Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 398.078:2012, ASTM C-78
3. Resultados:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (cm)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	23,41
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	24,10
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	15/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	23,87
4	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	16/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	26,30
5	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	16/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	27,36
6	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	16/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	27,21
7	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	17/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	31,20
8	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	17/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	29,84
9	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	17/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	31,00
10	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	18/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	29,93
11	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	18/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	30,21
12	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	18/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	07 días	30,09

4. Observaciones: a) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Revisado por: Ing. F. Llanos Pacheco I.

Revisado por: Ing. Ramiro Salas Garay

#### NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos sólo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General San Martín s/n. Av. 102, Intercom - Lima  
Central - Teléfono: (01) 4455440 - Cel: 995255846  
Correo: LLM\_MQO@privadadelnorte.com

  
RAMIRO SALAS GARAY  
INGENIERO CIVIL  
CP: 210977

## ANEXO N°21 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 14 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
ENSAYOS DE CONCRETO, FUNDAMENTACIÓN Y FUNDAMENTACIÓN  
DISEÑO Y CONTROL DE PAVIMENTOS

### LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021  
Solicitante : Grisley Medina y Máximo Ramos  
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión  
Lugar : Lima  
Fecha de emisión : 06/04/2021  
Informe N° : L.I.&M 2021 - 125

- De la muestra : Consiste en 12 probetas prismáticas de concreto endurecido.
- Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 330.078.2012, ASTM-C-78
- Resultados:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	31.28
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	30.38
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	22/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	31.08
4	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	23/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	36.28
5	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	23/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	35.68
6	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	23/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	36.54
7	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	24/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	41.86
8	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	24/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	41.81
9	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	24/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	40.94
10	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	25/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	41.73
11	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	25/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	41.08
12	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	25/03/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	14 días	40.53

- Observaciones: a) La información referente a muestras, procedencias, castidos, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante


Realizado por: Tec. R. Llamaschapa I.

Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

#### NOTAS:

- Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.
- Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General San Martín s/n. Urb. San Juanito - Lima  
Central - Teléfono: 371 4821481 / 01 7796096  
Correo: L.I.&M., 2021@privadadelnorte.com

  
PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY  
INGENIERO CIVIL  
CIP 30817



## ANEXO N°22 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN A LOS 28 DÍAS DE CURADO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO  
ESTRUCUTURAS DE ACERO, CIMENTACIÓN Y FUNDACIONES  
ENSAYO Y CONTROL DE MOVIMIENTOS

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION**

Proyecto : Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de viruta de acero en Lima, 2021

Solicitante : Cristley Medina y Máximo Ramos

Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión

Lugar : Desarrollado en las instalaciones de LL&M Group

Fecha de emisión : 08/04/2021

Informe N° : LL&M 2021 - 125

1. De la muestra : Consiste en 12 probetas prismáticas de concreto endurecido.

2. Normas de ensayo : Norma de referencia NTP 339.078.2012, ASTM C-78

3. Resultado:

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	Slump (pulg.)	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (cm)	UBICACIÓN DE FALLA	EDAD	MODULO DE ROTURA (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	39.15
2	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	39.19
3	MUESTRA PATRON	3.8"	08/03/2021	05/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	39.48
4	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	06/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	41.62
5	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	06/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	44.77
6	PATRON + 3%	3.5"	09/03/2021	06/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	42.44
7	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	07/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	53.71
8	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	07/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	53.85
9	PATRON + 5%	3.2"	10/03/2021	07/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	52.64
10	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	08/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	50.19
11	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	08/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	51.09
12	PATRON + 8%	2.9"	11/03/2021	08/04/2021	45.0	TERCIO CENTRAL	28 días	51.87

4. Observaciones: a) La información referente al masivo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante

Realizado por: Tcn. R. Llacachaga I.

Revisado por: Ing. Pierre Salas Garay

NOTAS:

1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcial, sin autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Av. General José Sánchez Cerro N° 175, San José - Lima  
Calle 6 - Teléfono: 01 (01) 4802445 - Cel. 97802888  
Gmail: LL&M\_2013@latinmail.com

  
**PIERRE ENRIQUE SALAS GARAY**  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 21047



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 060 - 2020**

Página : 1 de 2

<b>Expediente</b> : 108-2020		El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicado ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.
<b>Fecha de emisión</b> : 2020-08-26		Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
<b>1. Solicitante</b> : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.		Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Dirección</b> : CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA		
<b>2. Instrumento de Medición</b> : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES		
<b>Marca</b> : NO INDICA		
<b>Modelo</b> : NO INDICA		
<b>Serie</b> : NO INDICA		
<b>Código de identificación</b> : JR-LA-00137		
<b>Marca de Contómetro</b> : AUTONICS		
<b>Modelo de Contómetro</b> : CT45-1P		
<b>Serie de Contómetro</b> : NO INDICA		

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCT0181 MZT019 - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA  
25 - AGOSTO - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0874 - 2019	INACAL - DM
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 1238 - 2019	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 062 - 2020	PUNTO DE PRECISIÓN

**6. Condiciones Ambientales**


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,8	21,8
Humedad %	67	65

**7. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9520  
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 060 - 2020

Página : 2 de 2

**EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES**

Dimensiones del Tambor	DIÁMETRO	ANCHO
	665 mm	510 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	452,23 g	47,97 mm
Peso de Esfera 2	442,87 g	47,58 mm
Peso de Esfera 3	445,12 g	47,67 mm
Peso de Esfera 4	452,15 g	47,97 mm
Peso de Esfera 5	448,25 g	47,67 mm
Peso de Esfera 6	453,08 g	47,58 mm
Peso de Esfera 7	446,12 g	47,78 mm
Peso de Esfera 8	449,98 g	47,86 mm
Peso de Esfera 9	448,89 g	47,77 mm
Peso de Esfera 10	446,78 g	47,65 mm
Peso de Esfera 11	440,99 g	47,54 mm
Peso de Esfera 12	449,35 g	47,82 mm
<b>Total</b>	<b>5376,81 g</b>	

NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR 33 rpm

SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535  
 EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g  
 NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm  
 PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g  
 DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

---





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf: 292-5106 698-9620  
[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-300-2020**

Página: 1 de 3

<b>Expediente</b>	: 096-2020	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
<b>Fecha de Emisión</b>	: 2020-08-18	
<b>1. Solicitante</b>	: JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>Dirección</b>	: CAL.MZ D LT24 AS AS VIRGEN DEL CARMEN SCTD181 MZD19 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: BALANZA	
<b>Marca</b>	: OHAUS	
<b>Modelo</b>	: SE6001F	
<b>Número de Serie</b>	: 8439470196	
<b>Alcance de Indicación</b>	: 6 000 g	
<b>División de Escala de Verificación (e)</b>	: 0,1 g	
<b>División de Escala Real (δ)</b>	: 0,1 g	
<b>Procedencia</b>	: NO INDICA	
<b>Identificación</b>	: JR-LA-EB-00018	
<b>Tipo</b>	: ELECTRÓNICA	
<b>Ubicación</b>	: LABORATORIO	
<b>Fecha de Calibración</b>	: 2020-08-14	
<b>3. Método de Calibración</b>	<p>La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	<p>LABORATORIO DE JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. MZ. D LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



PT-06.F06 / Diciembre 2018 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Losyza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 | Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com | E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

consultoria y mantenimiento PARTIR DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-300-2020  
Página 2 de 3

---

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Maxima
Temperatura	19,1	19,1
Humedad Relativa	68,5	68,5

**6. Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2018
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 6 000,0 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 5 998,6 g para una carga de 6 000,0 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
INDICACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NET DE TRABA	NO TIENE
INTELIGENCIA	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1 <sup>™</sup> 1 000 g	Temp. (°C)		Carga L2 <sup>™</sup> 5 000 g	Temp. (°C)	
		19,1			19,1	
		AL (g)	E (g)		AL (g)	E (g)
1	3 000,0	0,05	-0,01	5 999,0	0,06	-0,21
2	3 000,0	0,06	-0,02	5 999,0	0,07	-0,23
3	3 000,0	0,05	-0,01	5 999,0	0,08	-0,24
4	3 000,0	0,06	-0,02	5 999,0	0,09	-0,22
5	3 000,0	0,06	-0,01	5 999,0	0,08	-0,24
6	3 000,0	0,08	-0,02	5 999,0	0,06	-0,22
7	3 000,0	0,08	-0,04	5 999,0	0,05	-0,21
8	3 000,0	0,08	-0,02	5 999,0	0,06	-0,22
9	3 000,0	0,05	-0,01	5 999,0	0,09	-0,25
10	3 000,0	0,07	-0,03	5 999,0	0,07	-0,23
Diferencia Máxima		0,04		0,04		
Error máximo permitido		± 0,2 g		± 0,2 g		



PT-00.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Losyza Capcha  
Reg. CIP N° 152831

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Tel: 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-324-2020**

Página: 1 de 3

---

<b>Expediente</b>	166-2020	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
<b>Fecha de Emisión</b>	2020-08-28	
<b>1. Solicitante</b>	<b>JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.</b>	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
<b>Dirección</b>	CALMAZ D L724 AS AS VIRGEN DEL CARMEN 9070181 MZ7119 MZA. MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA</b>	
<b>Marca</b>	<b>OHAUS</b>	
<b>Modelo</b>	<b>R21PE30ZH</b>	
<b>Número de Serie</b>	<b>BB47537471</b>	
<b>Alcance de Indicación</b>	<b>30 000 g</b>	
<b>División de Escala de Verificación ( e )</b>	<b>1 g</b>	
<b>División de Escala Real (d)</b>	<b>1 g</b>	
<b>Procedencia</b>	<b>NO INDICA</b>	
<b>Identificación</b>	<b>JR-LA-00198</b>	
<b>Tipo</b>	<b>ELECTRÓNICA</b>	
<b>Ubicación</b>	<b>LABORATORIO</b>	
<b>Fecha de Calibración</b>	<b>2020-08-25</b>	
<b>3. Método de Calibración</b>	<p>La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.</p>	
<b>4. Lugar de Calibración</b>	<p>LABORATORIO de JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L. MZ. D LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA</p>	



PT-06-F06 / Diciembre 2018 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
**Ing. Luis Loayza Capcha**  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-324-2020  
Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	21.0	21.0
Humedad Relativa	63.6	63.6

**6. Trazabilidad**  
Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0524-2020

**7. Observaciones**  
(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g  
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 997 g para una carga de 30 000 g  
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
ESCALACIÓN LINEAL	TIENE	CONUSION	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	DIST. DE TONDA	NO TIENE
REACCIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 21.0			Final 21.0		
	Carga L1 <sup>o</sup> 15 000 g					
	100g	AL (g)	E (g)	Carga L2 <sup>o</sup> 30 000 g		
	100g	AL (g)	E (g)	100g	AL (g)	E (g)
1	15 000	0.5	0.0	30 000	0.8	-0.2
2	15 000	0.8	-0.7	30 000	0.8	-0.2
3	15 000	0.5	0.0	30 000	0.8	0.6
4	15 000	0.8	-0.1	30 000	0.7	-0.7
5	15 000	0.6	-0.1	30 000	0.8	-0.2
6	15 000	0.8	-0.3	30 000	0.8	-0.4
7	15 000	0.9	-0.4	30 000	0.5	-0.1
8	15 000	0.8	-0.1	30 000	0.8	-0.7
9	15 000	0.5	0.0	30 000	0.8	0.2
10	15 000	0.7	-0.3	30 000	0.8	-0.5
Diferencia Máxima	0.4			1.1		
Error máximo permitido	± 7 g			± 3 g		




PT-06.F06 / Octubre 2016 / Rev 02



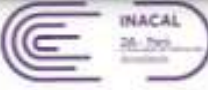
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Cepcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telef. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-324-2020  
Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	6

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Inicial      Final

Temp. (°C)      21,0      21,0

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga máxima (g)	F (g)	AL (g)	E <sub>g</sub> (g)	Carga L (g)	F (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>g</sub> (g)
1	10	10	0,8	-0,4	10 000	10 000	0,7	-0,2	0,2
2		10	0,5	0,0		9 999	0,5	-1,0	-1,0
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,4	-0,3
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1
Error máximo permitido: e = 2 g									

(1) Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Inicial      Final

Temp. (°C)      21,0      21,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				Temp (g)
	F (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>g</sub> (g)	F (g)	AL (g)	E (g)	E <sub>g</sub> (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,6	-0,1	0,2	50	0,6	-0,3	0,0	1
500,0	500	0,5	0,0	0,3	500	0,5	0,0	0,3	1
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,2	2 000	0,5	0,0	0,3	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,1	0,2	5 000	0,8	-0,3	0,0	1
7 000,0	7 000	0,7	-0,2	0,1	7 000	0,8	-0,1	0,2	2
10 000,0	10 000	0,8	-0,1	0,2	10 000	0,7	-0,2	0,1	2
15 000,0	15 000	0,5	0,0	0,3	15 000	0,8	-0,3	0,0	2
20 000,0	20 000	0,8	-0,3	0,0	20 000	0,8	-0,1	0,2	2
25 000,0	25 000	0,6	-0,1	0,2	25 000	0,9	-0,4	-0,1	3
30 000,0	30 000	0,9	-0,5	-0,2	30 000	0,9	-0,5	-0,2	3

e (g), error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,01 \times 10^{-3} \times R$$


Incertidumbre

$$U_k = 2 \sqrt{2,61 \times 10^{-7} \times g^2 + 1,84 \times 10^{-7} \times R^2}$$

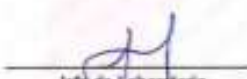
R: Lectura de la balanza    AL: Carga incremental    E: Cera exactada    E<sub>g</sub>: Cera en peso    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FINAL DOCUMENTO




PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Ing. Luis Coayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf: 292-5105  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 285 - 2020**

Página : 1 de 4

---

<b>Expediente</b> : 098-2020		El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL, y otros.
<b>Fecha de emisión</b> : 2020-08-17		
<b>1. Solicitante</b> : JR GEOCONSULTORES E INGENIEROS S.R.L.		
<b>Dirección</b> : CAL.MZ D LT24 AS VIRGEN DEL CARMEN SCT01H MZT01B MZA MZ LOTE. LT24 URB. AS VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA		
<b>2. Instrumento de Medición</b> : ESTUFA		Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.
<b>Indicación</b> : DIGITAL		
<b>Marca del Equipo</b> : RUMSTONE		
<b>Modelo del Equipo</b> : LS-0015		
<b>Serie del Equipo</b> : NO INDICA		
<b>Capacidad del Equipo</b> : 82 L		
<b>Código de Identificación</b> : JR-LA-EH-00003		
<b>Marca de indicador</b> : AUTONICS		
<b>Modelo de indicador</b> : TZN4S		
<b>Serie de indicador</b> : NO INDICA		
<b>Temperatura calibrada</b> : 110 °C		Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
CALLE MZ. D LT. 24 ASOC. VIRGEN DEL CARMEN - SAN MARTIN DE PORRES  
14 - AGOSTO - 2020

**4. Método de Calibración**  
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

**5. Trazabilidad**


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 270 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

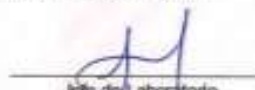
**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,5	19,6
Humedad %	71	72

**7. Conclusiones**  
La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

**8. Observaciones**  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf: 292-5106 698-8620  
www.puntodeprecision.com / E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
SE PROHIBE LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 285 - 2020

Página : 2 de 4

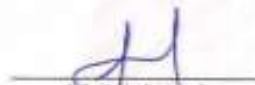
CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	IND. (°C.) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔT Max. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	109.3	108.8	107.8	108.0	107.8	108.1	107.8	109.2	109.2	109.3	108.5	1.5
2	110	109.0	108.9	107.8	108.1	107.9	108.1	107.7	109.1	109.2	109.1	108.5	1.5
4	110	109.6	109.0	109.0	108.1	107.9	108.2	107.7	109.3	109.4	109.4	108.7	1.9
6	110	109.4	108.7	107.9	108.0	107.8	108.3	107.8	108.2	109.4	109.3	108.6	1.6
8	110	109.1	108.8	107.8	108.1	107.9	108.1	107.2	109.0	109.0	109.2	108.4	2.0
10	110	109.0	108.8	107.9	108.1	107.7	108.1	107.5	108.1	109.0	109.1	108.4	1.8
12	111	109.1	108.8	107.8	108.1	107.8	108.2	107.8	109.2	109.4	109.2	108.5	1.8
14	110	109.6	109.0	108.0	108.0	107.9	108.1	107.7	109.3	109.4	109.4	108.6	1.9
16	109	109.4	108.8	107.8	108.0	107.8	108.3	107.7	109.2	109.0	109.3	108.5	1.7
18	110	109.0	108.8	107.9	108.1	107.9	108.1	107.7	109.2	109.2	109.3	108.5	1.8
20	110	109.1	108.9	107.9	108.1	107.9	108.2	107.2	109.0	109.2	109.0	108.5	2.0
22	110	109.6	108.7	107.8	108.0	107.8	108.1	107.5	109.0	109.0	109.2	108.5	2.1
24	111	109.3	108.8	107.9	108.1	107.9	108.1	107.8	109.2	109.4	109.1	108.8	1.6
26	109	109.0	109.0	107.8	108.1	107.9	108.2	107.7	109.1	109.2	109.2	108.5	1.5
28	109	109.3	108.8	108.0	108.0	107.7	108.1	107.5	109.2	109.0	109.3	108.5	1.8
30	110	109.1	108.7	107.9	108.1	107.9	108.3	107.8	109.2	109.2	109.0	108.5	1.4
32	111	109.0	108.8	107.9	108.2	107.8	108.1	107.7	109.0	109.4	109.2	108.5	1.7
34	109	109.1	109.0	107.8	108.1	107.9	108.2	107.5	109.3	109.4	109.1	108.5	1.9
36	112	109.4	108.7	108.0	108.2	107.8	108.3	107.8	109.1	109.0	109.0	108.5	1.8
38	110	109.3	108.7	108.0	108.1	107.8	108.1	107.7	109.3	109.2	109.2	108.5	1.8
40	110	109.1	108.8	107.9	108.0	107.9	108.3	107.5	109.1	109.4	109.1	108.5	1.9
42	110	109.3	109.0	108.0	108.1	107.9	108.1	107.7	109.3	109.2	109.0	108.6	1.6
44	110	109.0	108.8	107.9	108.0	107.7	108.3	107.7	109.0	109.2	109.1	108.5	1.5
46	110	108.3	108.8	107.9	108.0	107.9	108.1	107.5	109.1	109.0	109.3	108.5	1.8
48	112	109.6	109.0	107.9	108.0	107.8	108.1	107.7	109.2	109.0	109.1	108.5	1.9
50	110	109.1	109.8	108.0	108.0	107.9	108.3	107.7	109.1	109.2	109.4	108.8	1.7
52	110	109.3	108.8	107.9	108.1	107.9	108.1	107.2	109.3	109.0	109.2	108.5	2.1
54	109	109.6	109.0	107.8	108.1	107.7	108.2	107.5	109.0	109.4	109.0	108.4	2.1
56	110	109.3	108.7	107.9	108.1	107.8	108.1	107.8	109.2	109.2	109.1	108.5	1.5
58	111	109.4	108.8	108.0	108.0	107.8	108.3	107.2	109.3	109.4	109.1	108.5	2.2
60	109	109.1	109.0	107.8	108.0	107.9	108.2	107.5	109.2	109.2	109.3	108.5	1.8
T. PROM	110.1	109.3	108.8	107.9	108.1	107.8	108.2	107.6	109.2	109.2	109.2	108.5	
T. MAX	112.0	109.6	109.0	108.0	108.2	107.9	108.3	107.8	109.3	109.4	109.4		
T. MIN	109.0	109.0	108.0	107.8	108.0	107.8	108.1	107.2	109.0	109.0	109.0		
DTT	3.0	0.6	1.0	0.2	0.2	0.3	0.2	0.6	0.3	0.4	0.4		

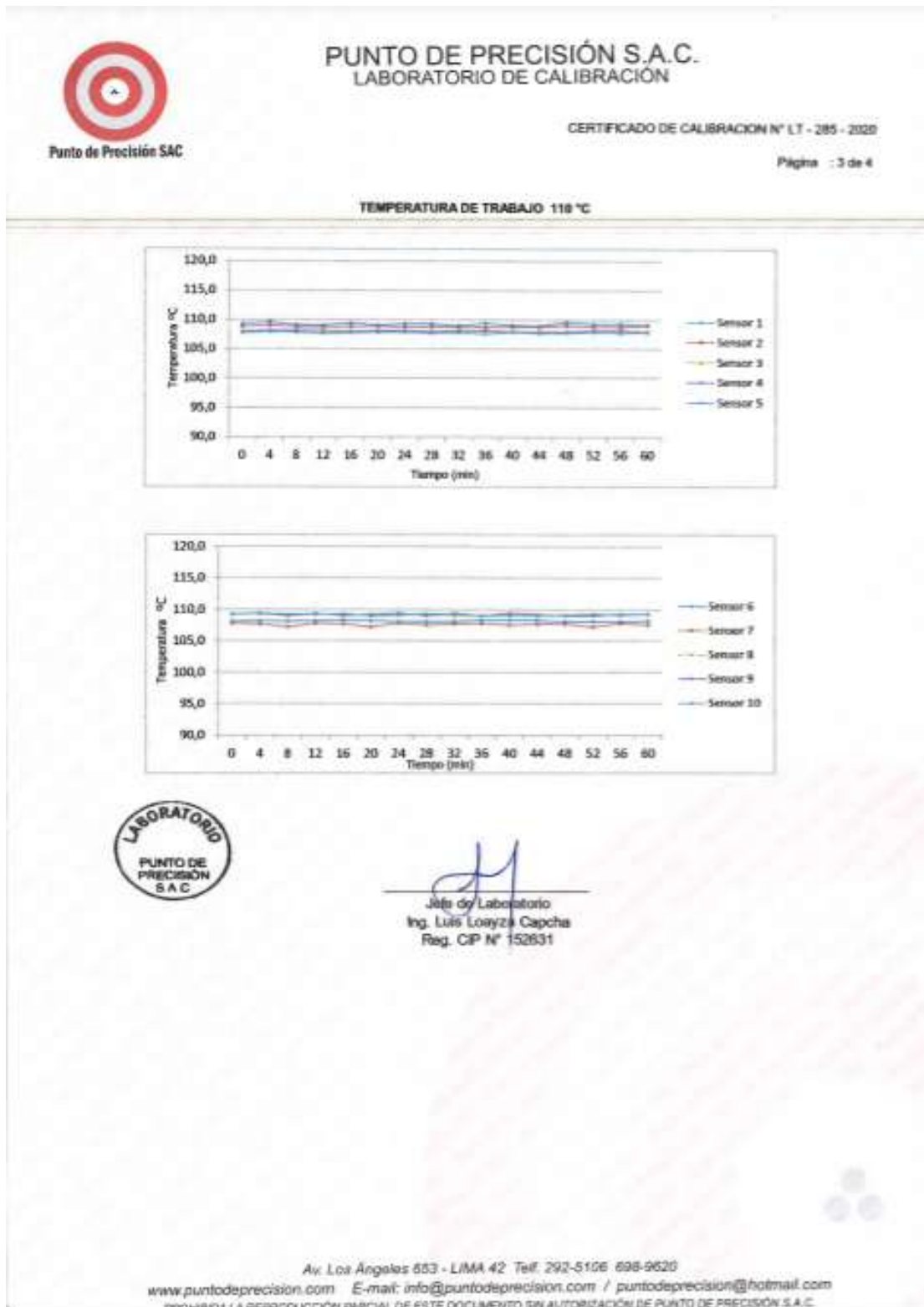
Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	109.6	0.4
Mínima Temperatura Medida	107.2	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.0	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1.8	0.3
Estabilidad Media (±)	0.5	0.02
Uniformidad Medida	2.4	0.1


Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152831

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42. Telf. 292-5106 898-8620





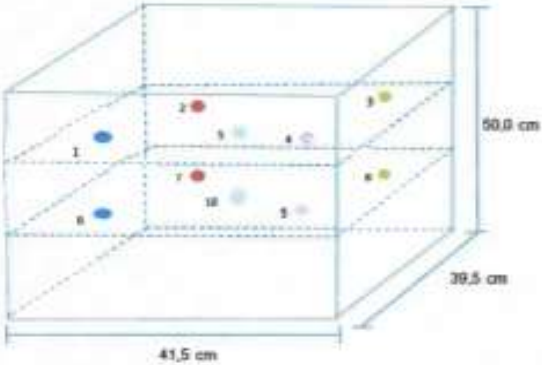
**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 285 - 2020

Página : 4 de 4

---


**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO**




- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplee el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

---

NÚMERO DEL DOCUMENTO:





Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf: 292-5106 696-9620  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-06445-2021

PROFORMA : 2506A

Fecha de emisión : 2021 - 02 - 12

Página : 1 de 2

SOLICITANTE : LL&M GROUP S.A.C

Dirección : Av. General Juan Velasco Alvarado N°737, Santa Anita - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** PRENSA CBR

Marca : NO INDICA  
Modelo : 315-XE  
N° Serie : HBWD106  
Intervalo de indicación : 5000 kg  
Resolución : 0.1 kg  
Procedencia : No Indica  
Ubicación : Laboratorio  
Fecha de Calibración : 2021 - 01 - 25

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de LL&M GROUP S.A.C.

**METODO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación indirecta utilizando patrones calibrados y trazables al sistema internacional de unidades.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	23,2 °C
HUMEDAD RELATIVA	69,0%	70,0%

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueden ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, o de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello:



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
C.F.P. N° 0316



U. J. Corcha de Lima N°117  
San Miguel, Lima

T 011 262 9546  
F 011 586 901 965

E info@testcontrol.com.pe  
W www.testcontrol.com.pe

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Balanza de Presión AEP Transducers	Celote de Carga ANYLOAD 30000 Kg	TC-0593-2021

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

Indicación del Equipo ( kg )	Lectura Convencionalmente		Incertidumbre ( kg )
	Verdadera ( kg )	Error ( kg )	
500.0	487.0	-13.0	0.1
1000.0	975.0	-25.0	0.1
1500.0	1438.5	-61.5	0.1
2000.0	1944.0	-66.0	0.1
2500.0	2483.0	-77.0	0.1
3000.0	2964.5	-95.5	0.1
3500.0	3494.5	-105.5	0.1
4000.0	3944.0	-106.0	0.1
4500.0	4434.5	-115.5	0.1
5000.0	4945.0	-125.0	0.1

**OBSERVACIONES:**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

