

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**“INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD,  
CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c$   
= 175, 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO”**

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

**AUTOR : Bach. JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA**

**ASESORES : Ing. WILMER ROJAS PINTADO**

**: Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

**JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2020**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE JAÉN**

**“INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS  
DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD,  
CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f'_c$   
= 175, 210 Y 280 kg/cm<sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO”**

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

**AUTOR : Bach. JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA**

**ASESORES : Ing. WILMER ROJAS PINTADO**

**: Mg. BILLY ALEXIS CAYATOPA CALDERÓN**

**JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2020**



## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 09 de noviembre del año 2020, siendo las 15:00 horas, se reunieron de manera virtual los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Manuel Emilio Milla Pino

Secretario: M. Sc. Marcos Antonio Gonzales Santisteban

Vocal: Mg. Zadith Nancy Garrido Campaña

( ) Trabajo de Investigación

( **X** ) Tesis

( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

**"INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f'c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO"**, presentado por el Bachiller: **Jhony Alexander Alarcon Garcia**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

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

Con la siguiente mención:

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

Siendo las 16:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Presidente

Secretario

Vocal

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	I
ÍNDICE DE TABLAS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>2.1. General</b> .....	3
<b>2.2. Específicos</b> .....	3
<b>III. MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	4
<b>3.1. Ubicación del proyecto</b> .....	4
<b>3.2. Materiales</b> .....	5
<b>3.3. Población</b> .....	5
<b>3.4. Muestra</b> .....	5
<b>3.5. Muestreo</b> .....	6
<b>3.6. Variables</b> .....	6
<b>3.6.1. Variable independiente</b> .....	6
<b>3.6.2. Variable dependiente</b> .....	6
<b>3.7. Métodos, técnicas y procedimientos</b> .....	7
<b>3.8. Desarrollo de la investigación</b> .....	8
<b>3.8.1. Selección de los materiales para la elaboración del concreto</b> .....	9
<b>3.8.1.1. Cemento</b> .....	9
<b>3.8.1.2. Agua</b> .....	10
<b>3.8.1.3. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso</b> .....	10
<b>3.8.1.4. Agregado Fino</b> .....	10
<b>3.8.1.5. Agregado grueso</b> .....	11

<b>3.8.2.</b>	<b>Ensayos para determinar las características físicas de los agregados .....</b>	<b>12</b>
3.8.2.1.	Extracción y preparación de muestras .....	12
3.8.2.2.	Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo .....	12
3.8.2.3.	Contenido de humedad .....	13
3.8.2.4.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 .....	14
3.8.2.5.	Análisis granulométrico de los agregados .....	15
3.8.2.6.	Partículas chatas y alargadas del agregado grueso .....	18
3.8.2.7.	Peso específico y absorción del agregado fino.....	19
3.8.2.8.	Peso específico y absorción del agregado grueso.....	20
3.8.2.9.	Peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	22
<b>3.8.3.</b>	<b>Diseño de mezcla.....</b>	<b>25</b>
3.8.3.1.	Determinación de la resistencia promedio o resistencia requerida ( $f'_{cr}$ )..	25
3.8.3.2.	Selección del tamaño máximo nominal del agregado.....	26
3.8.3.3.	Selección del asentamiento (slump) .....	26
3.8.3.4.	Estimación del agua de mezcla .....	26
3.8.3.5.	Estimación del aire atrapado.....	27
3.8.3.6.	Elección de la relación agua cemento .....	28
3.8.3.7.	Cálculo de la cantidad de cemento.....	29
3.8.3.8.	Cálculo del volumen de agregado grueso .....	30
3.8.3.9.	Determinación de volúmenes absolutos.....	31
3.8.3.10.	Cálculo del volumen de agregado fino.....	32
3.8.3.11.	Valores de diseño.....	33
3.8.3.12.	Corrección de materiales por humedad.....	34
<b>3.8.4.</b>	<b>Proceso de adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.....</b>	<b>36</b>
<b>3.8.5.</b>	<b>Elaboración del concreto.....</b>	<b>37</b>
3.8.5.1.	Materiales.....	37
3.8.5.2.	Equipos.....	37
3.8.5.3.	Metodología.....	37
<b>3.8.6.</b>	<b>Ensayos en concreto fresco .....</b>	<b>39</b>

3.8.6.1.	Asentamiento del concreto (slump).....	39
3.8.6.2.	Peso unitario y rendimiento.....	40
3.8.6.3.	Contenido de aire en el concreto fresco método de presión.....	41
<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>42</b>
4.1.	Características físicas de los agregados.....	42
4.1.1.	Contenido de humedad de los agregados .....	42
4.1.2.	Granulometría de los agregados .....	43
4.1.3.	Partículas chatas y alargadas del agregado grueso .....	45
4.1.4.	Peso específico y absorción de los agregados .....	46
4.1.5.	Peso unitario suelto y compactado de los agregados.....	47
4.2.	Resultados del diseño de mezcla .....	48
4.3.	Ensayos de concreto en estado fresco .....	50
4.3.1.	Ensayos de asentamiento (trabajabilidad) .....	50
4.3.2.	Ensayos de contenido de aire.....	51
4.3.3.	Ensayos de peso unitario.....	52
4.4.	Análisis estadístico.....	53
4.4.1.	Resultados analizados en concreto fresco .....	53
<b>V.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>68</b>
5.1.	De las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.....	68
5.2.	De los ensayos de concreto en estado fresco.....	68
5.2.1.	Ensayo de asentamiento del concreto (Slump) .....	68
5.2.2.	Ensayo de contenido de aire .....	69
5.2.3.	Ensayo de peso unitario .....	71
5.3.	Discusión respecto a los antecedentes.....	72
5.4.	Del análisis estadístico.....	74
5.4.1.	Para la trabajabilidad.....	74
5.4.2.	Para el contenido de aire .....	79
5.4.3.	Para el peso unitario .....	83
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>89</b>

<b>6.1. CONCLUSIONES</b> .....	89
<b>6.2. RECOMENDACIONES</b> .....	90
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	91
<b>DEDICATORIA</b> .....	93
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	94
<b>ANEXOS</b> .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Cantidad de Ensayos por Dosificación.....	6
<b>Tabla 2</b> Métodos de Ensayos Utilizados y Normativa Correspondiente .....	7
<b>Tabla 3</b> Composición Química del Cemento Pacasmayo Tipo Ico.....	9
<b>Tabla 4</b> Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo Ico .....	9
<b>Tabla 5</b> Resumen de las Propiedades Físicas de los Componentes del Concreto .....	25
<b>Tabla 6</b> Valores de Asentamiento para Diferentes Tipos de Obra .....	26
<b>Tabla 7</b> Volumen Unitario de Agua .....	27
<b>Tabla 8</b> Contenido de Aire Atrapado .....	27
<b>Tabla 9</b> Relación Agua/Cemento por Resistencia.....	28
<b>Tabla 10</b> Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto .....	30
<b>Tabla 11</b> Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	33
<b>Tabla 12</b> Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	34
<b>Tabla 13</b> Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	34
<b>Tabla 14</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ ....	35
<b>Tabla 15</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ....	35
<b>Tabla 16</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ....	36
<b>Tabla 17</b> Contenido de Humedad del Agregado Fino.....	42
<b>Tabla 18</b> Contenido de Humedad del Agregado Grueso.....	42
<b>Tabla 19</b> Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	43
<b>Tabla 20</b> Análisis Granulométrico del Agregado Grueso .....	44
<b>Tabla 21</b> Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso .....	45
<b>Tabla 22</b> Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	46
<b>Tabla 23</b> Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso.....	46
<b>Tabla 24</b> Peso Unitario Suelto del Agregado Fino.....	47
<b>Tabla 25</b> Peso Unitario Compactado del Agregado Fino.....	47
<b>Tabla 26</b> Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.....	48
<b>Tabla 27</b> Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.....	48
<b>Tabla 28</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$ ....	49
<b>Tabla 29</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ ....	49
<b>Tabla 30</b> Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ ....	49
<b>Tabla 31</b> Ensayos de Asentamiento.....	50
<b>Tabla 32</b> Ensayos de Contenido de Aire .....	51
<b>Tabla 33</b> Ensayos de Peso Unitario.....	52
<b>Tabla 34</b> Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	54

<b>Tabla 35</b>	Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	55
<b>Tabla 36</b>	Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	57
<b>Tabla 37</b>	Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	58
<b>Tabla 38</b>	Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	60
<b>Tabla 39</b>	Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	61
<b>Tabla 40</b>	Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	63
<b>Tabla 41</b>	Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	64
<b>Tabla 42</b>	Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	66
<b>Tabla 43</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	74
<b>Tabla 44</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	75
<b>Tabla 45</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	75
<b>Tabla 46</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	76
<b>Tabla 47</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	76
<b>Tabla 48</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	76
<b>Tabla 49</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
<b>Tabla 50</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
<b>Tabla 51</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	77
<b>Tabla 52</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	79
<b>Tabla 53</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	79
<b>Tabla 54</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	80
<b>Tabla 55</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	80
<b>Tabla 56</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
<b>Tabla 57</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
<b>Tabla 58</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	81
<b>Tabla 59</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	82
<b>Tabla 60</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	82
<b>Tabla 61</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
<b>Tabla 62</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
<b>Tabla 63</b>	Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	84
<b>Tabla 64</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	85
<b>Tabla 65</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	85
<b>Tabla 66</b>	Análisis de Varianza para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	86
<b>Tabla 67</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	86
<b>Tabla 68</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
<b>Tabla 69</b>	Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	87
<b>Tabla 70</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	134

<b>Tabla 71</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	134
<b>Tabla 72</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	136
<b>Tabla 73</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	136
<b>Tabla 74</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	138
<b>Tabla 75</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	138
<b>Tabla 76</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	140
<b>Tabla 77</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	140
<b>Tabla 78</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	142
<b>Tabla 79</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	142
<b>Tabla 80</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	144
<b>Tabla 81</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	144
<b>Tabla 82</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	146
<b>Tabla 83</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ .....	146
<b>Tabla 84</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	148
<b>Tabla 85</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	148
<b>Tabla 86</b>	Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	150
<b>Tabla 87</b>	Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....	150

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ubicación del Proyecto.....	4
<b>Figura 2</b> Desarrollo de la investigación.....	8
<b>Figura 3</b> Selección de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso .....	10
<b>Figura 4</b> Canteras de Agregado fino (Arena gruesa) - Olano.....	11
<b>Figura 5</b> Canteras de Agregado Grueso (Piedra Chancada) - Olano.....	11
<b>Figura 6</b> Procedimiento de Reducción de Muestras de Agregados a Tamaño de Ensayo .....	12
<b>Figura 7</b> Cuarteo del Agregado Fino y Agregado Grueso .....	12
<b>Figura 8</b> Procedimiento para el Contenido de Humedad de los Agregados.....	13
<b>Figura 9</b> Muestras de Agregados para Determinar el Contenido de Humedad.....	13
<b>Figura 10</b> Procedimiento para Cantidad de Material Fino que Pasa el Tamiz N° 200.....	14
<b>Figura 11</b> Lavado del Agregado Fino y Grueso por la Malla N° 200.....	15
<b>Figura 12</b> Procedimiento para Análisis Granulométrico - Agregado Fino .....	15
<b>Figura 13</b> Análisis Granulométrico del Agregado Fino .....	16
<b>Figura 14</b> Procedimiento para Análisis Granulométrico - Agregado Grueso .....	16
<b>Figura 15</b> Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	17
<b>Figura 16</b> Procedimiento para selección de partículas chatas y Alargadas del A. Grueso.....	18
<b>Figura 17</b> Calibrador Proporcional y Selección de Partículas Chatas y Alargadas A. Grueso .....	19
<b>Figura 18</b> Procedimiento para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	19
<b>Figura 19</b> Peso Específico y Absorción del Agregado Fino .....	20
<b>Figura 20</b> Procedimiento para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	20
<b>Figura 21</b> Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso .....	21
<b>Figura 22</b> Procedimiento para Peso unitario Suelto de los Agregados .....	22
<b>Figura 23</b> Peso Unitario Suelto de los Agregados.....	23
<b>Figura 24</b> Procedimiento para Peso Unitario Compactado de los Agregados .....	23
<b>Figura 25</b> Peso Unitario Compactado de los Agregados.....	24
<b>Figura 26</b> Procedimiento para la Adición de Partículas Chatas y Alargadas.....	36
<b>Figura 27</b> Proceso de Elaboración de los Concreto $f'c = 175, 210$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ .....	38
<b>Figura 28</b> Procedimiento para Determinar el Asentamiento (slump).....	39
<b>Figura 29</b> Medición del Asentamiento del Concreto (slump).....	40
<b>Figura 30</b> Procedimiento para Peso Unitario y Rendimiento del concreto .....	40
<b>Figura 31</b> Determinación del Peso Unitario y Rendimiento del Concreto.....	40
<b>Figura 32</b> Procedimiento para Determinar el Contenido de Aire Atrapado del Concreto .....	41
<b>Figura 33</b> Determinación del Contenido de Aire del Concreto.....	41
<b>Figura 34</b> Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	43

<b>Figura 35</b> Curva Granulométrica del Agregado Grueso .....	44
<b>Figura 36</b> Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso.....	45
<b>Figura 37</b> Variación del Asentamiento (slump) .....	51
<b>Figura 38</b> Variación del Contenido de Aire .....	52
<b>Figura 39</b> Variación del Peso Unitario.....	53
<b>Figura 40</b> Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad .....	54
<b>Figura 41</b> Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad .....	55
<b>Figura 42</b> Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad .....	56
<b>Figura 43</b> Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad .....	56
<b>Figura 44</b> Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad .....	57
<b>Figura 45</b> Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad .....	58
<b>Figura 46</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire .....	59
<b>Figura 47</b> Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire.....	59
<b>Figura 48</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire .....	60
<b>Figura 49</b> Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire.....	61
<b>Figura 50</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire .....	62
<b>Figura 51</b> Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire.....	62
<b>Figura 52</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario.....	63
<b>Figura 53</b> Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario .....	64
<b>Figura 54</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario.....	65
<b>Figura 55</b> Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario .....	65
<b>Figura 56</b> Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario.....	66
<b>Figura 57</b> Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario .....	67
<b>Figura 58</b> Prueba de Normalidad .....	133
<b>Figura 59</b> Prueba de Igualdad de Varianzas .....	133
<b>Figura 60</b> Prueba de Normalidad .....	135
<b>Figura 61</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	135
<b>Figura 62</b> Prueba de Normalidad .....	137
<b>Figura 63</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	137
<b>Figura 64</b> Prueba de Normalidad .....	139
<b>Figura 65</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	139
<b>Figura 66</b> Prueba de Normalidad .....	141
<b>Figura 67</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	141
<b>Figura 68</b> Prueba de Normalidad .....	143
<b>Figura 69</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	143
<b>Figura 70</b> Prueba de Normalidad .....	145

<b>Figura 71</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	145
<b>Figura 72</b> Prueba de Normalidad .....	147
<b>Figura 73</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	147
<b>Figura 74</b> Prueba de Normalidad .....	149
<b>Figura 75</b> Prueba de Igualdad de Varianzas.....	149

## RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se evaluó la influencia que tienen las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco.

Primero se comenzó con el estudio de los agregados utilizando las normativas técnicas peruanas, luego se realizó los diseños de mezclas por el método del módulo de finura para concretos con resistencias de 175, 210 y 280 kg/cm<sup>2</sup>; seguidamente se procedió a elaborar los concretos variando los porcentajes en peso de partículas chatas y alargadas del agregado grueso (0%, 5%, 10%, 15% y 20%); finalmente se evaluó en estado fresco del concreto la trabajabilidad, contenido de aire y el peso unitario.

Los resultados obtenidos permiten observar que a mayor adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso en concretos de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, la trabajabilidad y el peso unitario tienden a reducirse; mientras que el contenido de aire tiende a incrementarse, sin embargo, precisar que la afectación en la trabajabilidad respecto a los valores de diseño se da a partir de la adición del 10% y para el contenido de aire a partir de la adición del 15%.

**Palabras clave:** Concreto, Partículas chatas y alargadas, Trabajabilidad, Contenido de aire, Peso unitario.

## ABSTRACT

In the present research project, the influence that the flat and elongated particles of the coarse aggregate have on the workability, air content and unit weight of concrete in fresh state was evaluated.

First, the study of the aggregates began using the Peruvian technical regulations, then the mixture designs were carried out by the fineness module method for concrete with resistance of 175, 210 and 280 kg / cm<sup>2</sup>; then the concretes were made by varying the percentages by weight of flat and elongated particles of the coarse aggregate (0%, 5%, 10%, 15% and 20%); Finally, the workability, air content and unit weight were evaluated in the fresh state of the concrete.

The results obtained allow us to observe that the greater the addition of flat and elongated particles of the coarse aggregate in concretes of  $f'c = 175, 210$  and  $280 \text{ kg / cm}^2$  in the fresh state, the workability and the unit weight tend to be reduced; while the air content tends to increase, however, it should be noted that the effect on the workability with respect to the design values occurs from the addition of 10% and for the air content from the addition of 15%.

**Key words:** Concrete, flat and elongated particles, Workability, Air content, Unit weight.

## I. INTRODUCCIÓN

El agregado grueso es uno de los componentes más importantes del concreto ocupando del 65 al 70 % del total de la mezcla del concreto, existiendo una variedad de características tanto físicas, mecánicas y químicas que tienen influencia directa en la calidad del concreto, en este caso se abordó la parte física y en específico la forma del agregado grueso como son las partículas chatas y alargadas que según la bibliografía revisada influyen en la trabajabilidad en estado fresco.

Tal es el caso de León y Ramírez (2010) que afirman que la morfología de los agregados influye en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, con una mayor influencia en la manejabilidad que en las propiedades mecánicas; las partículas alargadas disminuyen el asentamiento del concreto y por lo tanto reducen su trabajabilidad. (p.238)

Mientras que Scanferla (2010) sugiere que la forma y la textura superficial de las partículas de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que las del concreto endurecido. Además, recomienda que las partículas planas y elongadas se deben evitar o, por lo menos, limitar de la masa total del agregado. (p.2)

Sin embargo, Alarcon (2020) indica que en el concreto elaborado con partículas chatas y alargadas del agregado grueso existe una afectación de la trabajabilidad de entre el 33% a 55%, denotándose un comportamiento inversamente proporcional a medida que se incrementa el porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; en el ensayo de contenido de aire observo una afectación de entre 3% a 20%, así mismo denota incremento a medida que aumenta el porcentaje de adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso. (págs.75, 85)

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar como varia la trabajabilidad, contenido aire y peso unitario del concreto en estado fresco; esto mediante la fabricación de

concretos  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , a los que se les reemplazo partículas chatas y alargadas del agregado grueso a diferentes porcentajes (0%, 5%, 10%, 15% y 20%) en peso del agregado grueso.

Alarcón (2020) en su trabajo de investigación “Influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad y resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ” indica que en la actualidad en nuestro país la única referencia que se tiene sobre el porcentaje máximo de partículas chatas y alargadas del agregado grueso que se debe utilizar en la elaboración de concreto lo establece el Manual de Carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - 2013” del MTC en la sección 438.02 donde considera 15% como máximo para pavimento de concreto rígido; sin embargo, no especifican los porcentajes máximo permisible para la elaboración de concreto. (p.2)

De la situación explicada surge la siguiente interrogante, ¿Cómo influye las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco?

Los resultados de este trabajo de investigación serán de gran importancia para determinar la influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en el concreto en estado fresco, además servirán como parámetros para la fabricación de concretos estructurales en diferentes tipos de proyectos relacionados a la ingeniería civil.

Como objetivo general se propuso determinar la influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco, para lo cual se planteó una serie de objetivos específicos: Medir la trabajabilidad (Slump), contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco de las bachadas con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas de agregado grueso; comparar los resultados de trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario obtenidas en cada ensayo del concreto en estado fresco elaborado con diferentes porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

## II. OBJETIVOS

### 2.1. General

Determinar la influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco.

### 2.2. Específicos

- Medir la trabajabilidad (Slump) del concreto en estado fresco de las bachadas con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas de agregado grueso.
- Medir el contenido de aire del concreto en estado fresco de las bachadas con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas de agregado grueso.
- Medir el peso unitario del concreto en estado fresco de las bachadas con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas de agregado grueso.
- Comparar los resultados de trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario obtenidas en cada ensayo del concreto en estado fresco elaborado con diferentes porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

### III. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del proyecto

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Jaén, localizada en la provincia de Jaén, región de Cajamarca, con coordenadas UTM según datum WGS-84: 9368691 Norte, 742787 Este y a una altitud promedio de 729 m.s.n.m.

**Figura 1**

*Ubicación del Proyecto*



*Fuente:* Plan de Desarrollo Urbano de la Ciudad de Jaén 2013 – 2025

### **3.2. Materiales**

- Agregado grueso.
- Agregado fino.
- Partículas chatas y alargadas del agregado grueso.
- Cemento Portland EXTRAFORTE (ICo) de la marca Pacasmayo.
- Agua potable.

### **3.3. Población**

Los concretos estructurales de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  elaborados en condiciones de laboratorio con porcentajes de 0, 5, 10, 15 y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso. Se ha considerado las resistencias del concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en cumplimiento al numeral 5.1.1 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.060 (concreto armado) en su capítulo 5 (calidad del concreto, mezclado y colocación) requerida para ser un concreto estructural.

La cantidad total de ensayos fue de 270, divididas en tres cantidades iguales de 90 ensayos para concretos de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , las que se repartirán en tres partes iguales de 30 ensayos para evaluar la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario, a su vez estas se dividirán en 5 partes iguales de 6 ensayos para concretos con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; todas evaluadas inmediatamente después de la preparación. Se ha considerado la evaluación del concreto en estado fresco inmediatamente después de su preparación en cumplimiento al numeral 5.6.1 y 5.6.2 del Reglamento Nacional de Edificaciones en la Norma E.060 (concreto armado) en su Capítulo 5 (calidad del concreto, mezclado y colocación).

### **3.4. Muestra**

Porción de concreto para ensayo de asentamiento (trabajabilidad), contenido de aire y peso unitario en cada bachada. La cantidad total de ensayos fue de 270, divididas en tres cantidades iguales de 90 ensayos para concretos de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ , las que se repartirán en tres partes iguales de 30 ensayos para evaluar la trabajabilidad, contenido de

aire y peso unitario, a su vez estas se dividirán en 5 partes iguales de 6 ensayos para concretos con porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; todas evaluadas inmediatamente después de la preparación.

**Tabla 1**

*Cantidad de Ensayos por Dosificación*

Ensayo	Numero de Ensayos															Total	
	Adición (%) en peso																
	175 kg/cm <sup>2</sup>					210 kg/cm <sup>2</sup>					280 kg/cm <sup>2</sup>						
	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20	0	5	10	15	20		
Trabajabilidad	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90
Contenido de aire	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90
Peso unitario	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	90

*Fuente:* Elaboración Propia.

### 3.5. Muestreo

El muestreo para el proyecto de investigación fue del tipo no probabilístico representativo o también conocido como muestreo por conveniencia ya que nosotros determinaremos los elementos que integrarán la muestra

### 3.6. Variables

#### 3.6.1. Variable independiente

- Porcentaje en peso de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

#### 3.6.2. Variable dependiente

- Trabajabilidad.
- Contenido de aire.
- Peso unitario.

### 3.7. Métodos, técnicas y procedimientos

Se utilizaron métodos, técnicas y procedimientos estandarizados en los ensayos de laboratorio, que permitieron determinar las propiedades físicas de los agregados, y las propiedades (trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario) del concreto en estado fresco elaborado con diferentes porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

**Tabla 2**

*Métodos de Ensayos Utilizados y Normativa Correspondiente*

N°	Ensayo	Referencia Normativa	
1	Muestreo para materiales de construcción	NTP	400.010
2	Partículas chatas y alargadas en agregados	NTP	400.040
3	Cantidad de material fino que pasa por el tamiz N° 200	NTP	400.018
4	Peso unitario de los agregados	NTP	400.017
5	Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso	NTP	400.012
6	Especificaciones para agregado en concreto	NTP	400.037
7	Gravedad específica y absorción del agregado grueso	NTP	400.021
8	Gravedad específica y absorción del agregado fino	NTP	400.022
9	Contenido de humedad	NTP	339.185
10	Elaboración de concreto	NTP	339.183
11	Asentamiento del concreto (SLUMP)	NTP	339.035
12	Peso unitario y rendimiento del concreto fresco	NTP	339.046
13	Contenido de aire en el concreto fresco	NTP	339.083

*Fuente:* Elaboración Propia.

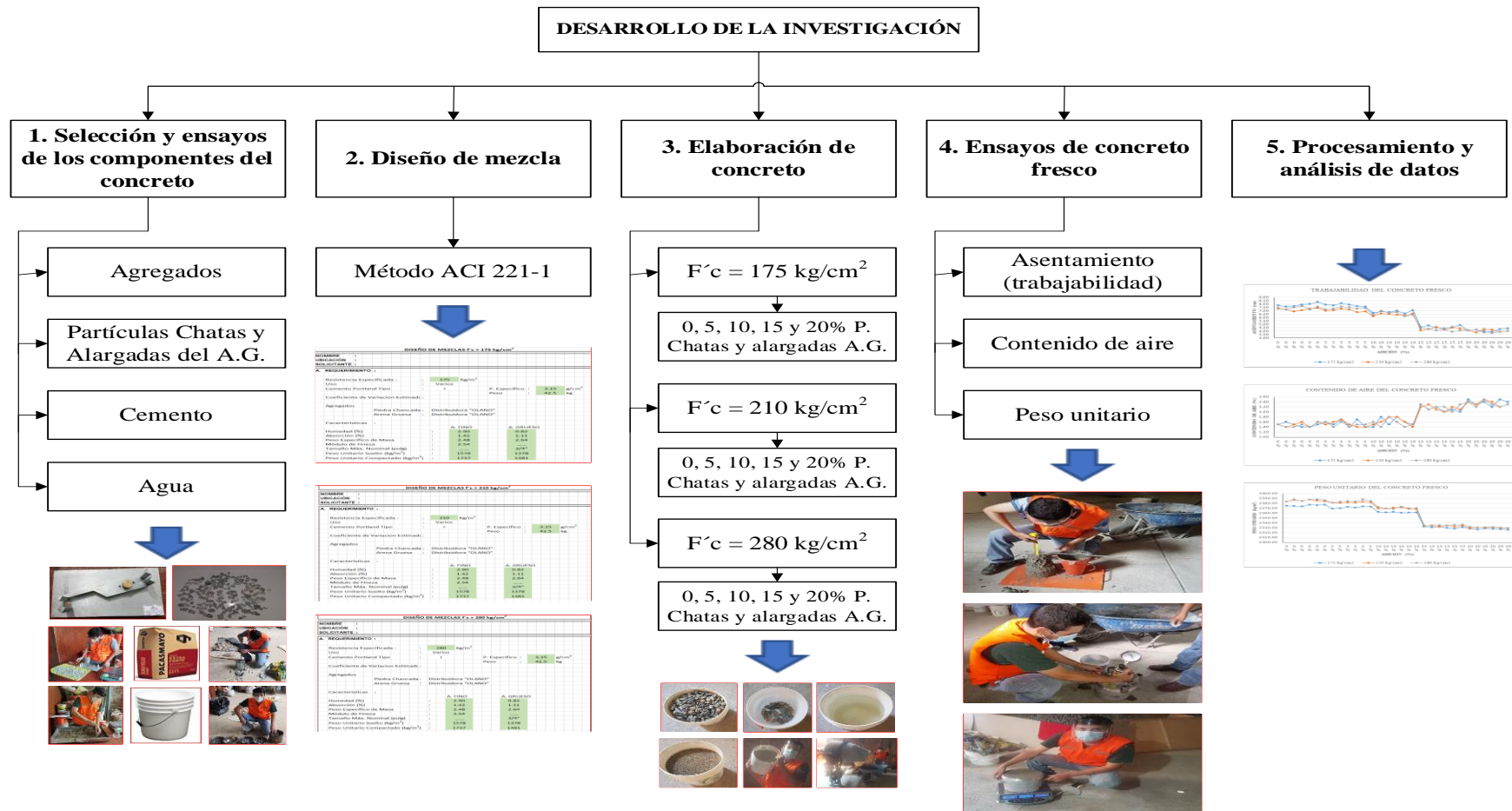
Los instrumentos de recolección de datos están debidamente especificados en las Normas Técnicas Peruanas que se detallarán en la parte procedimental del trabajo de investigación, estas permitieron determinar las propiedades de los agregados, así como la determinación de la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco elaborado con diferentes porcentajes de partículas chatas y alargadas.

El análisis de datos se realizó mediante herramientas estadísticas del software Statistix 8, Minitab 19 y Excel; la prueba estadística que se utilizó es la prueba de comparación de muestras independientes conocida como análisis de varianza (prueba F), bajo un esquema de diseño completamente al azar, además de ello se realizó pruebas de comparaciones múltiples de Tukey.

### 3.8. Desarrollo de la investigación

Figura 2

Desarrollo de la investigación



### 3.8.1. Selección de los materiales para la elaboración del concreto

#### 3.8.1.1. Cemento

El cemento utilizado fue el cemento portland EXTRAFORTE Tipo ICo suministrado por la empresa Pacasmayo.

**Tabla 3**

*Composición Química del Cemento Pacasmayo Tipo Ico*

Composición Química		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

*Fuente:* Cementos Pacasmayo.

**Tabla 4**

*Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo Ico*

Propiedades Físicas		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Específica	$cm^2/g$	5440	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA
Resistencia Compresión:			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	20.2 (206)	Máximo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	25.9 (264)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	32.9 (335)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)
Tiempo de Fraguado Vicat:			
Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	254	Máximo 420

*Fuente:* Cementos Pacasmayo.

### 3.8.1.2. Agua

El agua que debe utilizarse en la fabricación del concreto tiene que cumplir con las especificaciones de la NTP 339.088 y en lo posible que sea potable. Para el presente proyecto se ha utilizado agua potable de la EPS Marañón.

### 3.8.1.3. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso

Estas partículas fueron obtenidas de la evaluación del agregado grueso que fue adquirido de la distribuidora de agregados “Olano” ubicada en la carretera Jaén - Chamaya, distrito de Jaén, provincia de Jaén; para ello se adquirieron 4 cubos de material que posteriormente con la ayuda del calibrador proporcional de partículas chatas y alargadas se obtuvo el material suficiente para realizar los ensayos de trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco.

### Figura 3

*Selección de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso*



### 3.8.1.4. Agregado Fino

El agregado fino utilizado se obtuvo de la planta procesadora “Olano”, ubicada en la carretera Jaén - Chamaya, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Coordenadas UTM según Datum WGS-84: NORTE: 9355642 y ESTE: 748276.

## Figura 4

### Canteras de Agregado fino (Arena gruesa) - Olano



### 3.8.1.5. Agregado grueso

El agregado grueso utilizado se obtuvo de la planta procesadora “Olano” que fue la que obtuvo mayor cantidad de partículas chatas y alargadas, ubicada en la carretera Jaén - Chamaya, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Se consideró conveniente trabajar con piedra de 1/2”. Coordenadas UTM según Datum WGS-84: NORTE: 9355642 y ESTE: 748276.

## Figura 5

### Canteras de Agregado Grueso (Piedra Chancada) - Olano



### 3.8.2. Ensayos para determinar las características físicas de los agregados

#### 3.8.2.1. Extracción y preparación de muestras

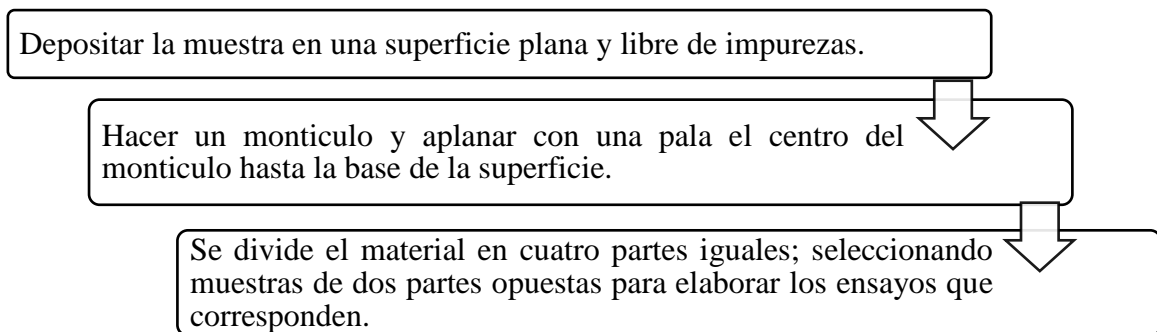
##### Normativa: NTP 400.010

Se realiza con el propósito de conseguir muestras que representen la naturaleza del material que deseamos obtener. La investigación preliminar y el muestreo de potenciales canteras de agregados, ocupan un lugar muy importante porque ella determina la conveniencia de su utilización. Para la presente investigación se realizó el muestreo de depósitos donde los agregados se encuentran formando rumas.

#### 3.8.2.2. Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo

##### Figura 6

*Procedimiento de Reducción de Muestras de Agregados a Tamaño de Ensayo*



*Fuente:* Normativa NTP 400.043

##### Figura 7

*Cuarteo del Agregado Fino y Agregado Grueso*



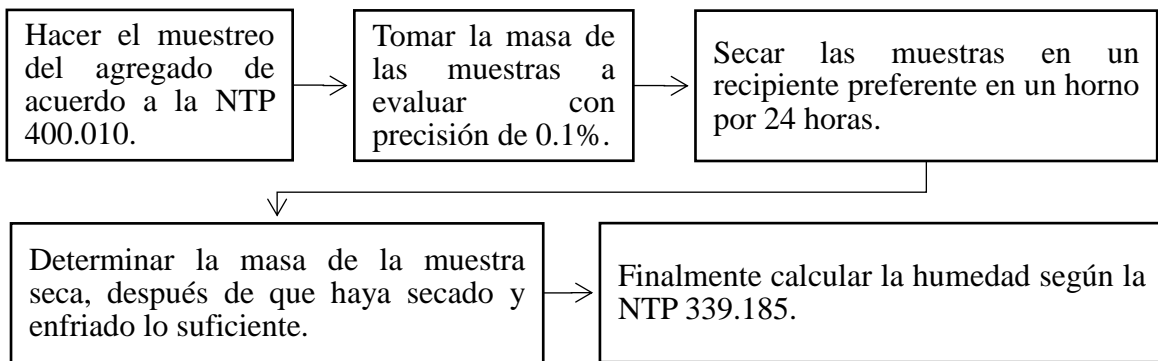
### 3.8.2.3. Contenido de humedad

#### Normativa: NTP 339.185

Los agregados en su gran mayoría se obtienen húmedos y van variando de acuerdo a las condiciones climáticas, por ello siempre debe determinarse el contenido de la humedad, para posteriormente corregir las proporciones del diseño de una mezcla.

#### Figura 8

*Procedimiento para el Contenido de Humedad de los Agregados*



Fuente: Normativa NTP 339.185

#### Figura 9

*Muestras de Agregados para Determinar el Contenido de Humedad*



**Cálculos:**

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

Donde:

- P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra (%).
- W = Masa de la muestra húmeda original (gr.)
- D = Masa de la muestra secada (gr.).

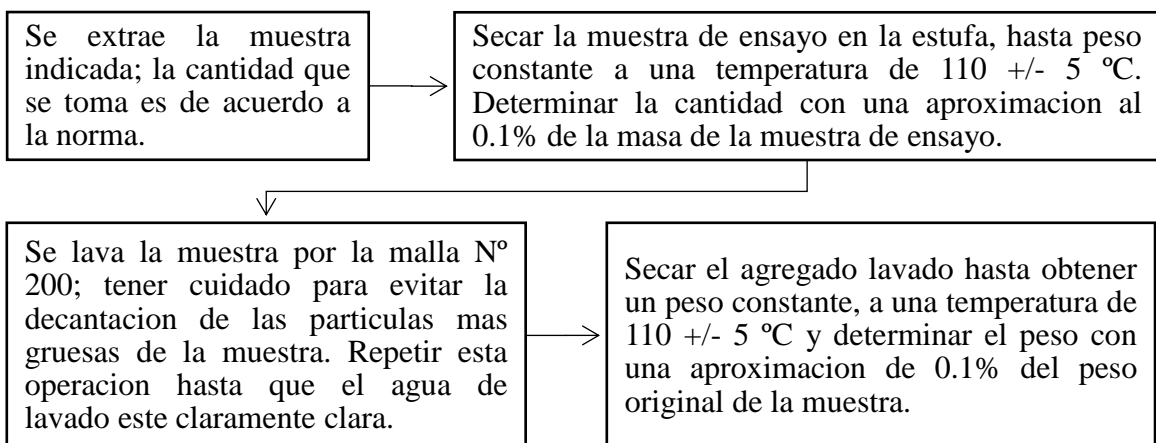
**3.8.2.4. Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200**

**Normativa: NTP 339.132**

El procedimiento es el mismo para el agregado fino y agregado grueso. La cantidad de la muestra fue de 1000 gr para el agregado fino y 3000 gr para el agregado grueso. Realizado el procedimiento con las muestras se procede a realizar sus respectivos análisis granulométricos.

**Figura 10**

*Procedimiento para Cantidad de Material Fino que Pasa el Tamiz N° 200*



*Fuente:* Normativa NTP 339.132

**Figura 11**

*Lavado del Agregado Fino y Grueso por la Malla N° 200*



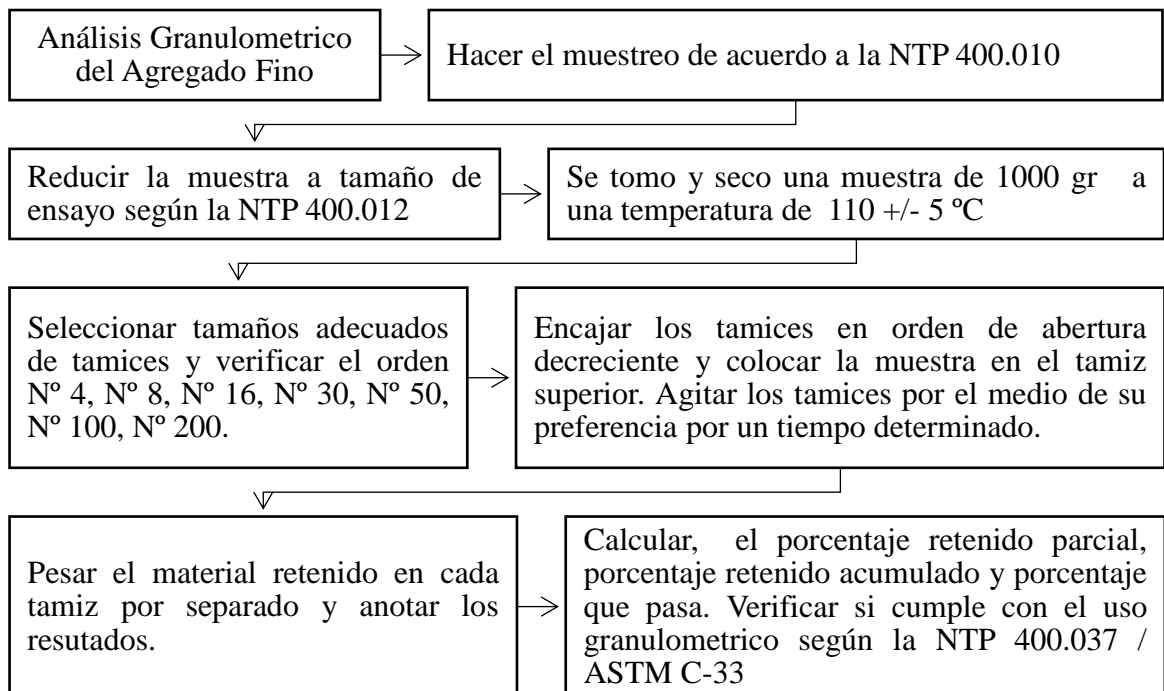
**Cálculos:**

$$A = \frac{(masa\ seca\ de\ la\ muestra\ original - masa\ seca\ de\ la\ muestra\ lavada) * 100}{masa\ seca\ de\ la\ muestra\ original}$$

### 3.8.2.5. Análisis granulométrico de los agregados

**Figura 12**

*Procedimiento para Análisis Granulométrico - Agregado Fino*



*Fuente:* Normativa NTP 400.012

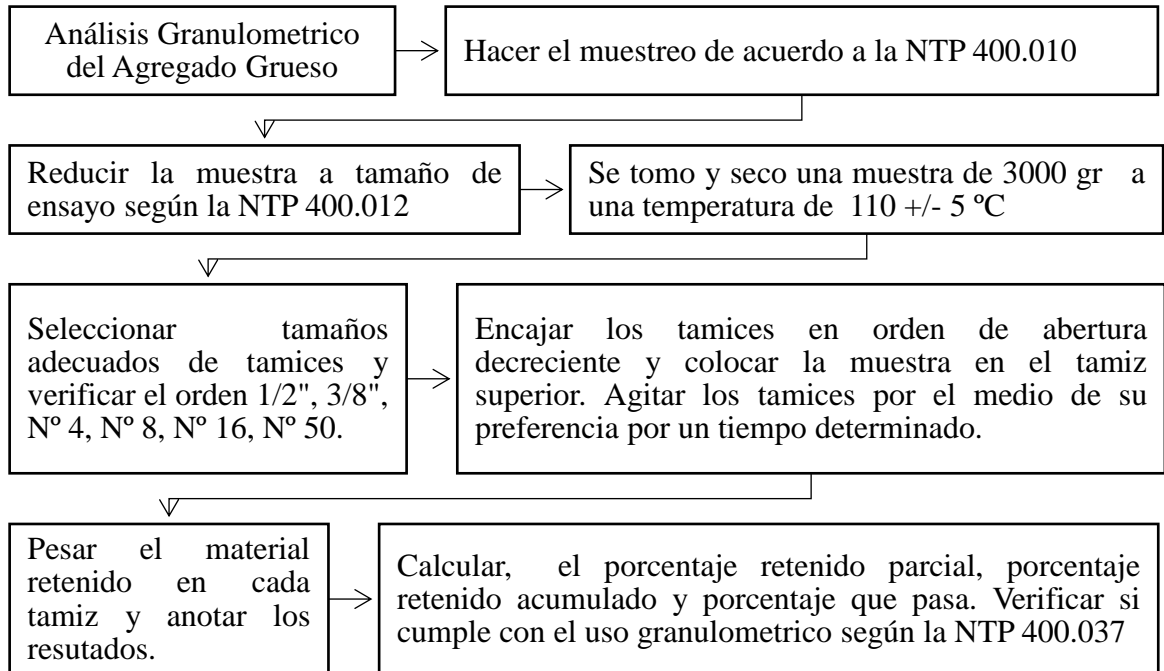
**Figura 13**

*Análisis Granulométrico del Agregado Fino*



**Figura 14**

*Procedimiento para Análisis Granulométrico - Agregado Grueso*



*Fuente:* Normativa NTP 400.012

**Figura 15**

*Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*



**Cálculos:**

**a) Módulo de fineza**

El módulo de fineza es un índice de la finura del agregado, esto se determina a partir del análisis granulométrico para ello debemos sumar los porcentajes retenidos acumulados de material en cada uno de los tamices especificados: (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) y dividido por 100.

El módulo de fineza para el agregado fino se calculó así:

$$MF_{af} = \frac{\sum \% \text{ acumulados (N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

El módulo de fineza para el agregado grueso se calculó así:

$$MF_{ag} = \frac{\sum \% \text{ acumulados (3/8", N}^\circ 4, \text{N}^\circ 8, \text{N}^\circ 16, \text{N}^\circ 30, \text{N}^\circ 50, \text{N}^\circ 100)}{100}$$

**b) Tamaño máximo**

De acuerdo a la NTP 400.037 el tamaño máximo del agregado es el que pertenece al menor tamiz por el que pasa la totalidad de la muestra de agregado grueso.

### c) Tamaño máximo nominal

De acuerdo a la NTP 400.037 es el que pertenece al menor tamiz del grupo de tamices utilizados donde se produce el primer retenido entre 5% y 10%.

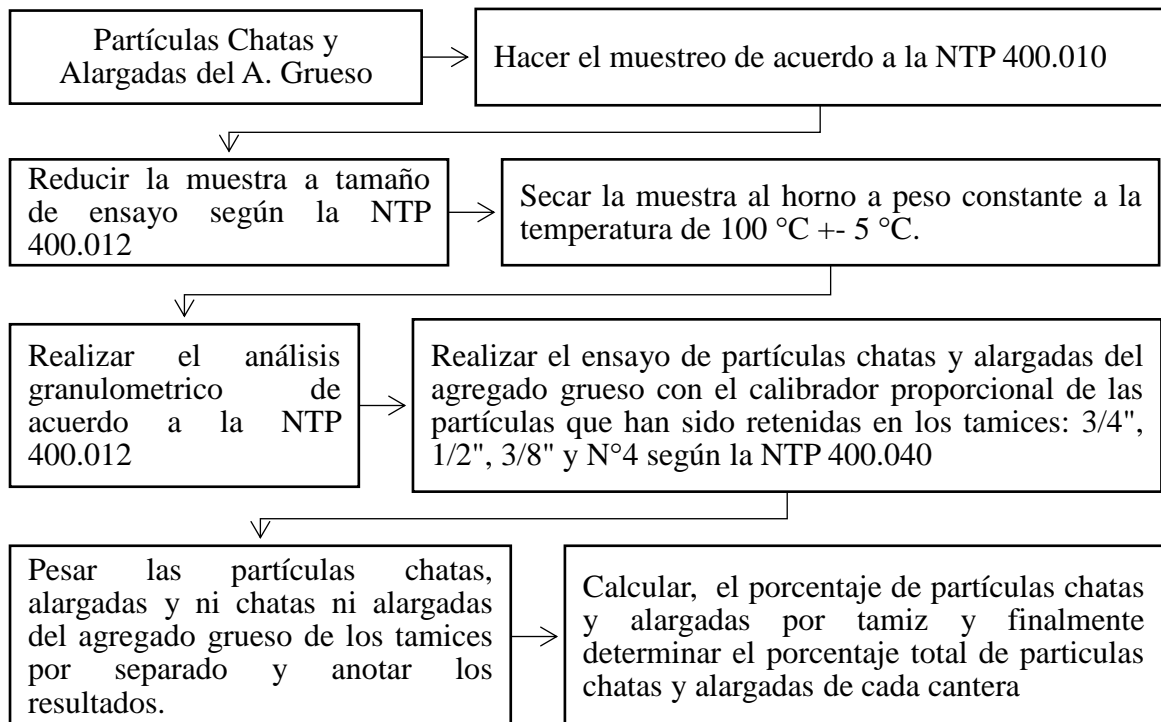
### d) Huso del agregado grueso

De acuerdo al análisis granulométrico el cual determina la gradación del agregado a través de los porcentajes retenidos por cada tamiz. se pudo determinar que el agregado grueso cumple con el huso 6.

### 3.8.2.6. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso

**Figura 16**

*Procedimiento para selección de partículas chatas y Alargadas del A. Grueso*



*Fuente:* Normativa NTP 400.040.

**Figura 17**

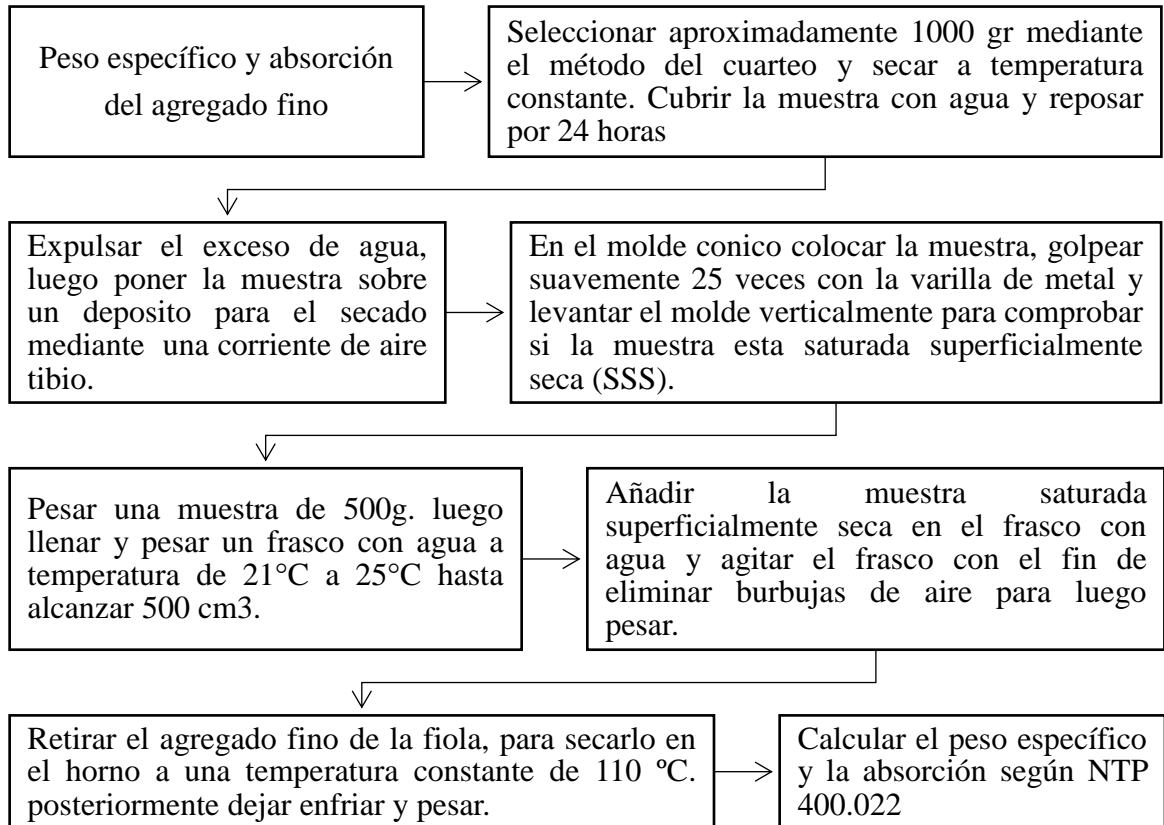
*Calibrador Proporcional y Selección de Partículas Chatas y Alargadas A. Grueso*



**3.8.2.7. Peso específico y absorción del agregado fino**

**Figura 18**

*Procedimiento para Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*



*Fuente:* Normativa NTP 400.022.

**Figura 19**

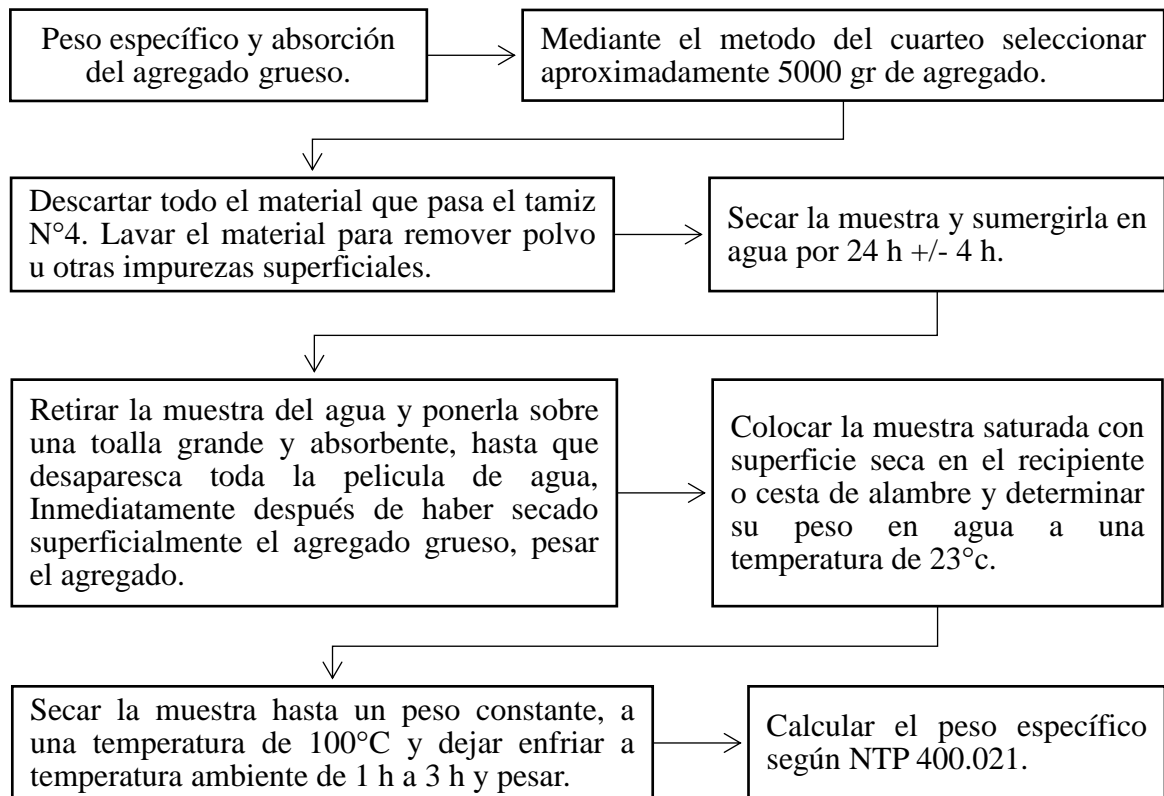
*Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*



**3.8.2.8. Peso específico y absorción del agregado grueso.**

**Figura 20**

*Procedimiento para Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*



*Fuente:* Normativa NTP 400.021.

**Figura 21**

*Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*



**Cálculos para el agregado fino:**

- Peso específico de la masa (Pem) =  $\frac{A}{(B+S-C)}$
- Peso específico de la masa saturado con superficie seca (PeSSS) =  $\frac{S}{(B+S-C)}$
- Peso específico aparente (Pea) =  $\frac{A}{(B+A-C)}$
- Absorción % (Ab) =  $100 * \frac{(S-A)}{A}$

Donde:

- A = Masa de la muestra seca al horno (gr.).
- B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr.).
- C = Masa del picnómetro + muestra + agua hasta la marca de calibración (gr.).
- S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr.).

### Cálculos para el agregado grueso:

- Peso específico de masa (Pem) =  $\frac{A}{B-C}$
- Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) =  $\frac{B}{(B-C)}$
- Peso específico aparente (Pea) =  $\frac{A}{(A-C)}$
- Absorción (Ab) =  $100 * \frac{(B-A)}{A}$

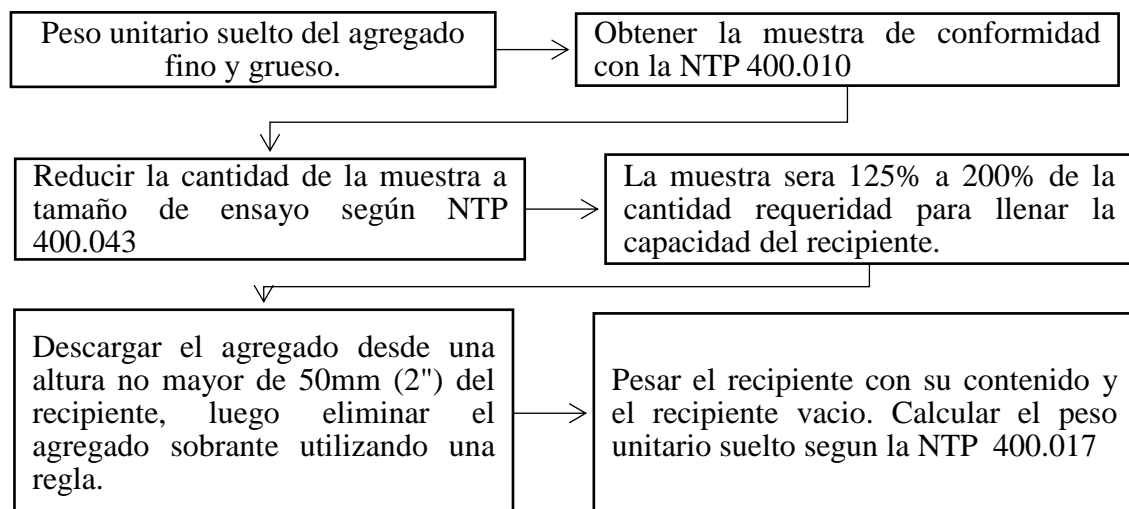
Donde:

- A = Peso de la muestra seca en el aire (gr.).
- B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.).
- C = Peso en el agua de la muestra saturada (gr.).

### 3.8.2.9. Peso unitario suelto y compactado de los agregados.

**Figura 22**

*Procedimiento para Peso unitario Suelto de los Agregados*



Fuente: Normativa NTP 400.017.

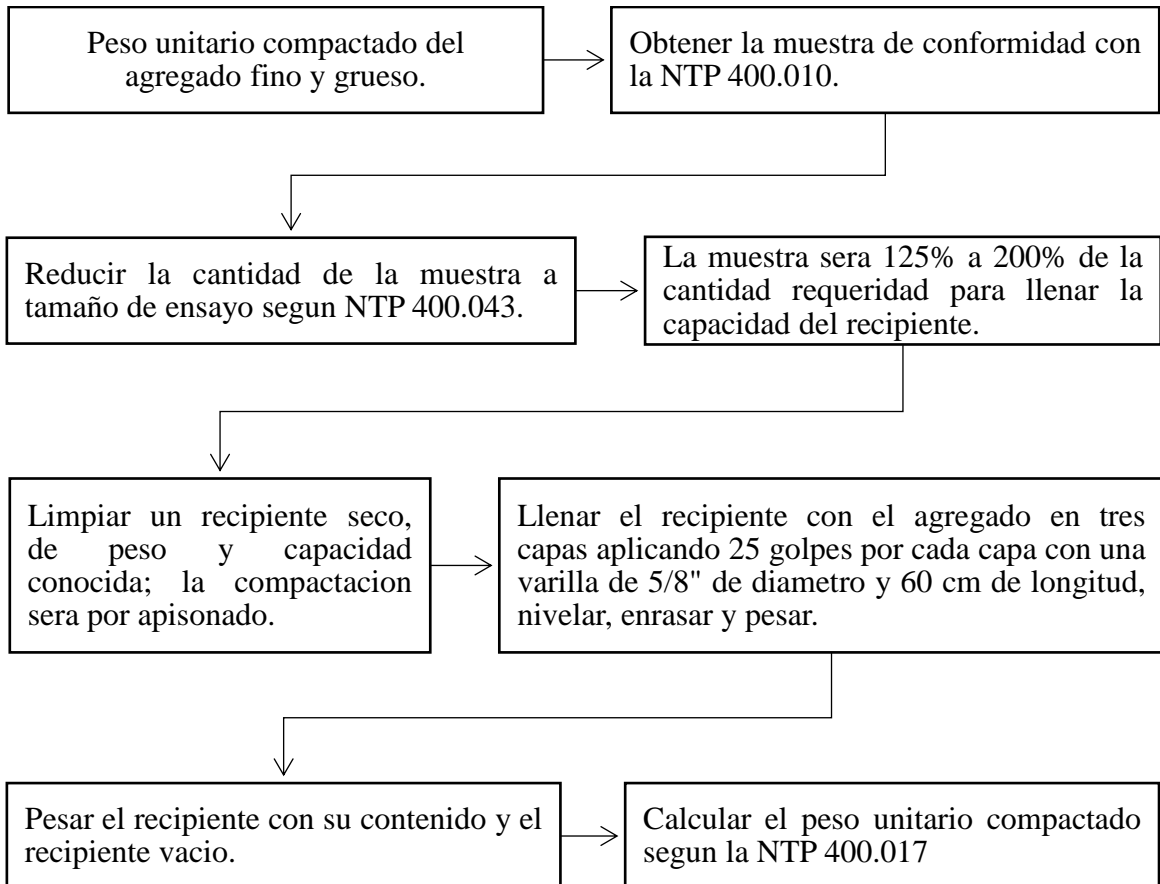
**Figura 23**

*Peso Unitario Suelto de los Agregados*



**Figura 24**

*Procedimiento para Peso Unitario Compactado de los Agregados*



Fuente: Normativa NTP 400.017.

**Figura 25**

*Peso Unitario Compactado de los Agregados*



**Cálculo para determinar el peso unitario suelto y compactado de los agregados:**

$$P. U. S = \frac{A - B}{V}$$

Dónde:

(P.U.S.) = Peso Unitario Suelto (Kg/m<sup>3</sup>)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m<sup>3</sup>)

$$P. U. C = \frac{A - B}{V}$$

Dónde:

(P.U.C.) = Peso Unitario Compactado (Kg/m<sup>3</sup>)

A = Peso del recipiente de medida más el Agregado compactado (Kg)

B = Peso del recipiente de medida (Kg)

V = Volumen de la medida (m<sup>3</sup>)

### 3.8.3. Diseño de mezcla

Una vez realizado los ensayos correspondientes de los agregados y haber obtenido sus características, se procede a hacer el tres (3) diseños de mezclas para concretos con  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  considerando las siguientes características de los materiales:

**Tabla 5**

*Resumen de las Propiedades Físicas de los Componentes del Concreto*

Propiedades	Componentes del Concreto			
	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento	Agua
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	-----		
Módulo de Fineza	-----	2.54		
Humedad (%)	0.82	2.90		
Peso específico ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.64	2.48	3.15	1.000
Absorción (%)	1.11	1.42		
Peso unitario suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1378	1578		
Peso unitario compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1481	1737		

*Fuente:* Elaboración propia.

El proceso de diseño de mezcla utilizado en la presente investigación se basa en la resistencia buscada para el concreto que se diseña, en él se fija la relación agua/cemento, tal que se asegure la durabilidad y la resistencia del concreto. Se tuvo como referencia el método de diseño de concreto propuesto por el sistema del American Concrete Institute (ACI 211.1-91), siendo el método de dosificación más utilizado en todo el mundo. Se lo realiza con tablas, las cuales se basan en ensayos realizados en laboratorios, para así encontrar la dosificación más adecuada en función a la resistencia esperada. A continuación, se detalla el método a seguir:

#### 3.8.3.1. Determinación de la resistencia promedio o resistencia requerida ( $f'cr$ ).

Teniendo en cuenta que la mezcla a utilizar es aplicada con fines de investigación se optó por considerar el  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  igual que el  $f'cr$ , ya que este factor se emplea para asegurar que el concreto alcance la resistencia requerida en obra.

### 3.8.3.2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado

De la tabla 12, obtenemos que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4", dato que fue obtenido del análisis granulométrico.

### 3.8.3.3. Selección del asentamiento (slump)

Cuando este no se especifica el informe del ACI incluye una tabla en la que se recomiendan diferentes valores de slump de acuerdo con el tipo de construcción que se requiera. Los valores son aplicables cuando se emplea el vibrado para compactar el concreto.

**Tabla 6**

*Valores de Asentamiento para Diferentes Tipos de Obra*

Características	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación Armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones, y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

*Fuente: ACI C211.1*

Se trabajó para un slump de 3" a 4" por ser aplicable en la elaboración de concretos estructurales.

### 3.8.3.4. Estimación del agua de mezcla

La estimación de la cantidad de agua de mezclado está en función del asentamiento de la mezcla que será de 3" a 4", el tamaño máximo nominal del agregado grueso que fue de 3/4" y si el concreto será con aire incorporado o sin aire incorporado, para este diseño se consideró un concreto sin aire incorporado por lo tanto la cantidad de agua es de 205 litros/m<sup>3</sup> y se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 7***Volumen Unitario de Agua*

Agua, en l/m <sup>3</sup> , para los Tamaños máximos Nominales del Agregado								
Asentamiento	Grueso y Consistencia Indicados							
	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/2")	(2")	(3")	(6")
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

*Fuente:* ACI C211.1 (2009)

**3.8.3.5. Estimación del aire atrapado**

El aire atrapado se puede estimar teniendo en cuenta el tamaño máximo nominal del agregado grueso que en este caso es de 3/4" y haciendo uso de la tabla que se presenta a continuación:

**Tabla 8***Contenido de Aire Atrapado*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado	Porcentaje de Aire Atrapado (%)
3/8"	3,0
1/2"	2,5
3/4"	2,0
1"	1,5
1 1/2"	1,0
2"	0,5
3"	0,3
6"	0,2

*Fuente:* ACI C211.1 (2009)

Para el caso del trabajo de investigación considerando el tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4" el aire atrapado es del dos por ciento (2%).

### 3.8.3.6. Elección de la relación agua cemento

El ACI proporciona una tabla con los valores de la relación agua/cemento de acuerdo con la resistencia a la compresión, a los 28 días que se requiera Para esta investigación se consideró tres (3) resistencias de  $f'_{cr} = 175, 210$  y  $280 \text{ Kg/cm}^2$  y sin aire incorporado por lo tanto la relación agua cemento se obtiene de la siguiente tabla:

**Tabla 9**

*Relación Agua/Cemento por Resistencia*

$f'_{cr}$ (28 días)	Relación Agua-Cemento de Diseño en Peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

*Fuente:* ACI C211.1 (2009)

Como se observa en la tabla tenemos que interpolar para hallar la relación agua cemento de los tres (3)  $f'_{cr}$ :

- El  $f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre los valores de 150 y 200:

150	.....	0.80
175	.....	a/c
200	.....	0.70

Al desarrollar la interpolación se obtiene que la relación  $a/c = 0.75$

- El  $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre los valores de 200 y 250:

200 .....	0.70
210 .....	a/c
250 .....	0.62

Al desarrollar la interpolación se obtiene que la relación  $a/c = 0.68$

- El  $f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$  se encuentra entre los valores de 250 y 300:

250 .....	0.62
280 .....	a/c
300 .....	0.55

Al desarrollar la interpolación se obtiene que la relación  $a/c = 0.58$

### 3.8.3.7. Cálculo de la cantidad de cemento

Una vez obtenida la relación agua cemento ( $a/c$ ) y conocida la cantidad de agua, se puede obtener la cantidad de cemento en kilogramos (kg) para un metro cubico ( $1 \text{ m}^3$ ) haciendo la siguiente ecuación:

- Para el  $f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$ :

$$\frac{a}{c} = 0.750$$

$$c = \frac{205}{0.750}$$

$$c = 273.33 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de cemento es de  $273,33 \text{ kg/m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

$$\frac{a}{c} = 0.684$$

$$c = \frac{205}{0.684}$$

$$c = 299.71 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de cemento es de  $299,71 \text{ kg/m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ :

$$\frac{a}{c} = 0.578$$

$$c = \frac{205}{0.578}$$

$$c = 354.67 \text{ kg}$$

Por lo tanto, la cantidad de cemento es de  $354,67 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.8.3.8. Cálculo del volumen de agregado grueso

Para el octavo paso del procedimiento el ACI maneja una tabla con el volumen del agregado grueso por volumen unitario de concreto, los valores dependen del tamaño máximo nominal de la piedra y del módulo de finura de la arena.

**Tabla 10**

*Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen del Agregado Grueso, Seco y Compactado, por Unidad de Volumen del Concreto, para Diversos Módulos de Fineza del Fino ( $b/b_0$ )			
	Fineza del Fino ( $b/b_0$ )			
	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	0.65
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

*Fuente:* ACI C211.1

Para encontrar el coeficiente ( $b/b_0$ ) como se observa en la tabla para un Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso de 3/4", se tiene que interpolar con los valores de 2.40 y 2.60 ya que el módulo de fineza del agregado fino es 2.54, se procede de la siguiente manera:

2.40 .....	0.66
2.54 .....	X
2.60 .....	0.64

- Al desarrollar la interpolación se obtiene que el valor de  $X = 0.65$

Una vez obtenido el coeficiente ( $b/b_0$ ) y conocido el peso varillado compactado del agregado grueso se puede obtener la cantidad de agregado grueso con la siguiente ecuación:

$$A. Grueso = 0.65 * 1481.23$$

$$A. Grueso = 962.800$$

Por lo tanto, la cantidad de agregado grueso es de 962.800 Kg/m<sup>3</sup>.

### 3.8.3.9. Determinación de volúmenes absolutos

Se obtiene al dividir el peso calculado en el diseño entre el peso específico de masa, tener en consideración las unidades.

- Volumen del cemento:

$$\text{Para el } f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2: \frac{273.33}{3.15 * 1000} = 0.087 \text{ m}^3$$

$$\text{Para el } f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2: \frac{299.71}{3.15 * 1000} = 0.095 \text{ m}^3$$

$$\text{Para el } f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2: \frac{354.67}{3.15 * 1000} = 0.113 \text{ m}^3$$

- Volumen del agua =  $\frac{205}{1 * 1000} = 0.205 \text{ m}^3$
- Volumen del aire =  $\frac{2.0}{100} = 0.020 \text{ m}^3$
- Volumen de agregado grueso =  $\frac{962.800}{2.64 * 1000} = 0.365 \text{ m}^3$

➤ Volumen total:

$$\text{Para el } f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2: 0.087 + 0.205 + 0.020 + 0.365 = 0.677 \text{ m}^3$$

$$\text{Para el } f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2: 0.095 + 0.205 + 0.020 + 0.365 = 0.685 \text{ m}^3$$

$$\text{Para el } f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2: 0.113 + 0.205 + 0.020 + 0.365 = 0.703 \text{ m}^3$$

### 3.8.3.10. Cálculo del volumen de agregado fino

Hasta el paso anterior se tienen estimados todos los componentes del concreto, excepto el agregado fino, cuya cantidad se calcula por diferencia.

- Para el  $f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 1 - 0.677$$

$$A. \text{ Fino} = 0.323 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen del agregado fino es de  $0.323 \text{ m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 1 - 0.685$$

$$A. \text{ Fino} = 0.315 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen del agregado fino es de  $0.315 \text{ m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 1 - 0.703$$

$$A. \text{ Fino} = 0.297 \text{ m}^3$$

Por lo tanto, el volumen del agregado fino es de  $0.297 \text{ m}^3$ .

Una vez obtenido el volumen del agregado fino y conocido el peso específico de masa ( $2.48 \text{ gr/cm}^3$ ) se puede obtener la cantidad de agregado fino con la siguiente ecuación:

- Para el  $f'_{cr} = 175 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 0.323 \text{ m}^3 * 2.48 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} * 1000$$

$$A. \text{ Fino} = 801.04 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, la cantidad de agregado fino es de  $801.04 \text{ kg/m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 0.315 \text{ m}^3 * 2.48 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} * 1000$$

$$A. \text{ Fino} = 781.20 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, la cantidad de agregado fino es de  $781.20 \text{ kg/m}^3$ .

- Para el  $f'_{cr} = 280 \text{ kg/cm}^2$ :

$$A. \text{ Fino} = 0.297 \text{ m}^3 * 2.48 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} * 1000$$

$$A. \text{ Fino} = 736.56 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, la cantidad de agregado fino es de  $736.56 \text{ kg/m}^3$ .

### 3.8.3.11. Valores de diseño

Ahora resumiremos los valores obtenidos de los materiales:

**Tabla 11**

*Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de  $f'_{c} = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Materiales de Diseño Secos para $1 \text{ m}^3$ (kg)	
Cemento	273.33
Agua de diseño	205.00
Agregado fino seco	801.04
Agregado grueso seco	962.80

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 12***Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Materiales de Diseño Secos para 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	299.71
Agua de diseño	205.00
Agregado fino seco	781.20
Agregado grueso seco	962.80

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 13***Resumen de Cantidad de Materiales Secos para Concreto de  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Materiales de Diseño Secos para 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	354.67
Agua de diseño	205.00
Agregado fino seco	736.56
Agregado grueso seco	962.80

*Fuente:* Elaboración propia.**3.8.3.12. Corrección de materiales por humedad.**

Los materiales se corrigieron por humedad antes de iniciar el proceso de elaboración de la mezcla de concreto.

$$AGH = AGS * \left(1 + \frac{W\%}{100}\right), AFH = AFS * \left(1 + \frac{W\%}{100}\right)$$

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua de Diseño} - (X + Y)$$

$$X = AGS * \left(\frac{W\% - Abs}{100}\right)$$

$$Y = AFS * \left(\frac{W\% - Abs}{100}\right)$$

Siendo:

- AGH = agregado grueso húmedo.
- AFH = agregado fino húmedo.
- AGS = agregado grueso seco.
- AFS = agregado fino seco.
- W% = contenido de humedad del agregado (fino o grueso) según el caso.
- Abs. = absorción del agregado (fino o grueso) según el caso.

Para fines del diseño de mezcla se realizó los ensayos de humedad de los agregados valores que sirven para corregir el diseño de mezclas. Al realizar los cálculos correspondientes de la corrección de humedad de los agregados se obtienen los siguientes resultados:

**Tabla 14**

*Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	273.33
Agua de diseño	196.02
Agregado fino húmedo	824.77
Agregado grueso húmedo	970.67

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 15**

*Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	299.71
Agua de diseño	196.31
Agregado fino húmedo	804.79
Agregado grueso húmedo	970.67

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$*

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	354.67
Agua de diseño	196.97
Agregado fino húmedo	758.89
Agregado grueso húmedo	970.67

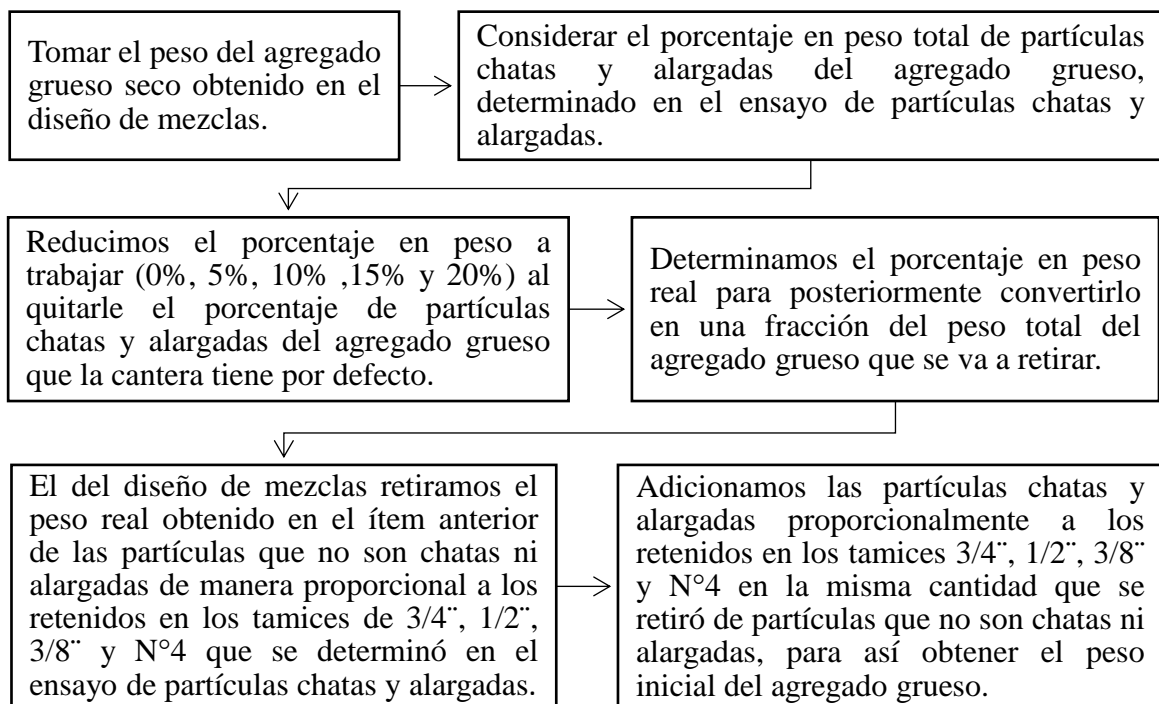
*Fuente:* Elaboración propia.

### 3.8.4. Proceso de adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso

Para realizar el proceso de adición de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% se parte del ensayo de partículas chatas y alargadas del agregado grueso y del diseño de mezclas para concretos de  $f'c = 175, 210 \text{ y } 280 \text{ kg/cm}^2$ , en específico sobre el peso del agregado grueso, al cual se realizó la extracción y posteriormente la adición de manera proporcional al porcentaje en peso individual determinados en los tamices de 3/4", 1/2", 3/8" y N°4.

**Figura 26**

*Procedimiento para la Adición de Partículas Chatas y Alargadas*



*Fuente:* Elaboración propia.

### **3.8.5. Elaboración del concreto.**

#### **3.8.5.1. Materiales**

- Cemento portland tipo I.
- Agua potable.
- Agregado grueso planta procesadora de agregados “Olano”.
- Agregado fino planta procesadora de agregados “Olano”.
- Partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

#### **3.8.5.2. Equipos**

- Balanza con capacidad de 30 kg con precisión 1 gr.
- Probeta graduada de 1000 cm<sup>3</sup>.
- Cono de Abrams.
- Olla Washington.
- Mezcladora de 360 kg
- Recipientes para pesar los materiales
- Una carretilla buggy.
- Varilla apisonadora.
- Wincha
- Martillo de goma

#### **3.8.5.3. Metodología**

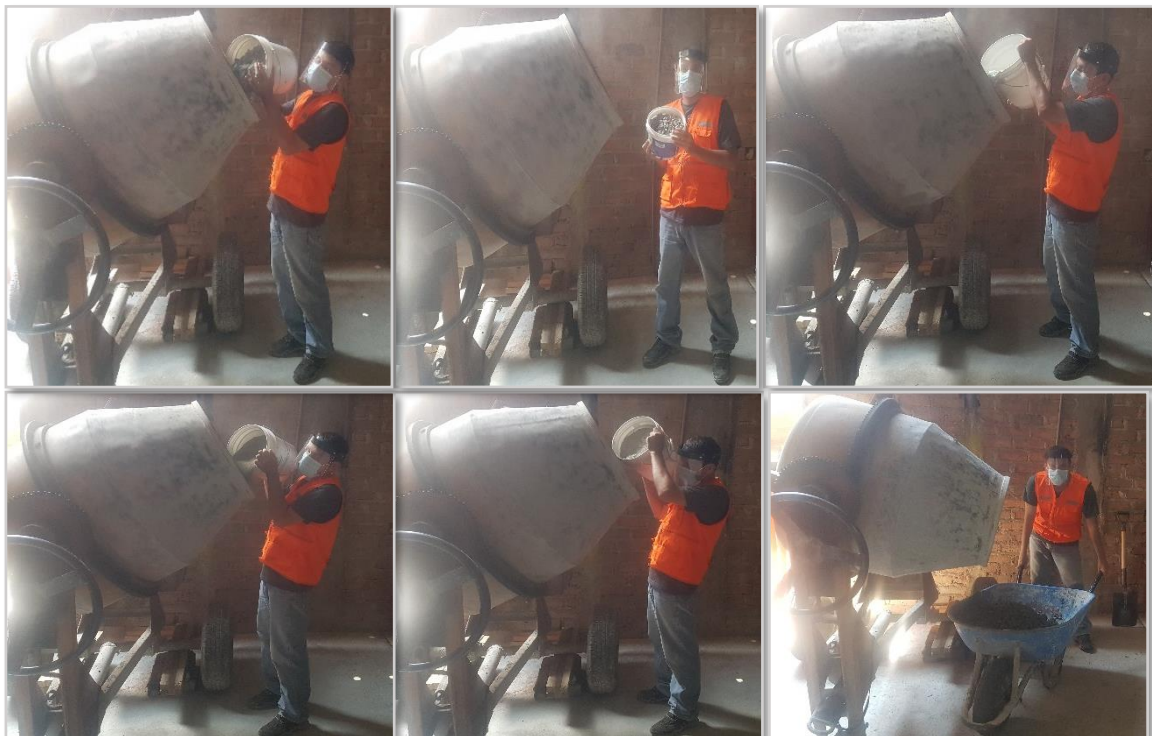
Se procedió a elaborar el concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  con la adición de partículas chatas y alargadas en porcentajes de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% en peso del agregado grueso, de la siguiente manera:

- a) Tener preparado todos los componentes que conformaran el concreto; tales como: Cemento, agregados, partículas chatas y alargadas del agregado grueso, agua. La cantidad estará sujeta a la tanda a preparar.

- b) Humedecer las paletas y el cuerpo del trompo con el fin de facilitar el mezclado, pero no debe contener agua en demasía al momento de iniciar el proceso.
- c) Tener el trompo apagado y en posición de abastecimiento, luego añadir el agregado grueso con las partículas chatas y alargadas más el 60% del total del agua de mezclado.
- d) Prender el trompo y mezclar por un lapso de un minuto y seguidamente adicionar el agregado fino.
- e) Luego agregar el cemento y adicionar el 40% del agua restante por el canto del trompo con el fin de que el agua comience a lavar las paletas y el cuerpo del trompo.
- f) Mezclar por un lapso de 3 minutos, luego apagar y dejar reposar por 3 minutos pasado ese tiempo prender y mezclar por 2 minutos y finalmente vaciar en la carretilla.

**Figura 27**

*Proceso de Elaboración de los Concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$*



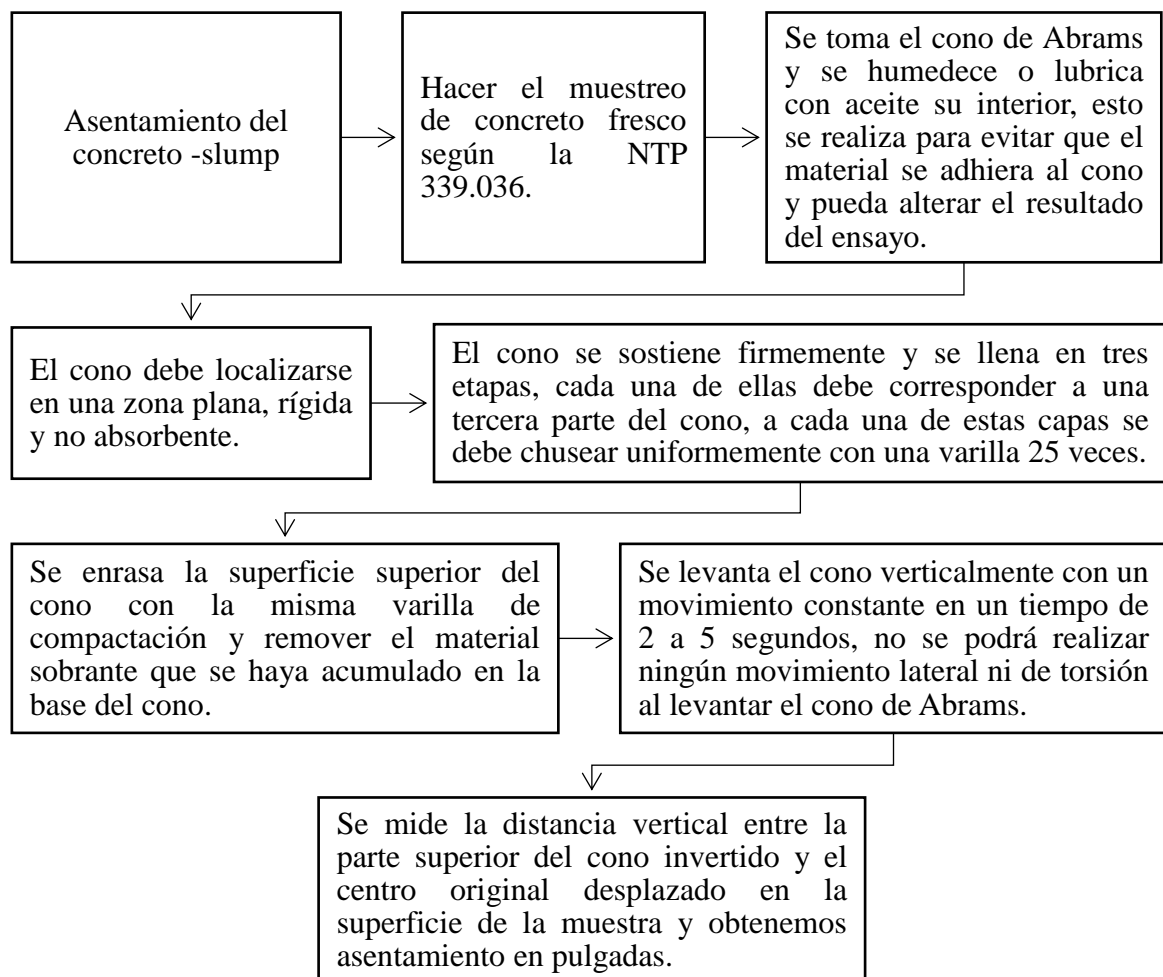
### 3.8.6. Ensayos en concreto fresco

Se llevó a cabo un conjunto de ensayos en condiciones de laboratorio para los concretos de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  elaborados con partículas chatas y alargadas del agregado grueso en porcentajes en peso de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% con el propósito de evaluar parámetros como la trabajabilidad mediante el ensayo de asentamiento (slump), contenido de aire por el método de presión con la olla Washington y peso unitario.

#### 3.8.6.1. Asentamiento del concreto (slump)

**Figura 28**

*Procedimiento para Determinar el Asentamiento (slump)*



Fuente: Normativa NTP 339.035

**Figura 29**

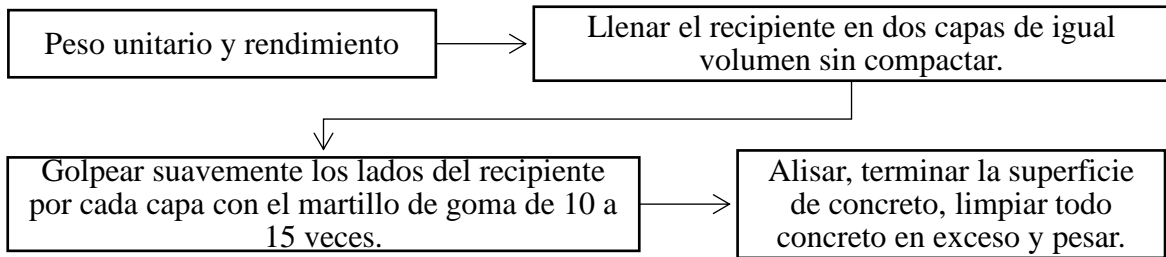
*Medición del Asentamiento del Concreto (slump)*



**3.8.6.2. Peso unitario y rendimiento.**

**Figura 30**

*Procedimiento para Peso Unitario y Rendimiento del concreto*



*Fuente:* Normativa NTP 339.046

**Figura 31**

*Determinación del Peso Unitario y Rendimiento del Concreto*



### Cálculos:

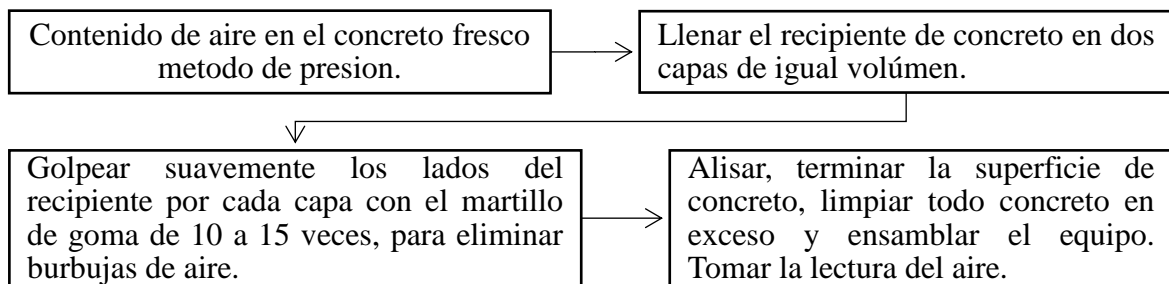
Para determinar el peso unitario ( $\text{kg/m}^3$ ) del concreto fresco se procede de la siguiente manera:

$$\text{Peso unitario} = \frac{\text{Masa del molde lleno de concreto} - \text{Masa del molde vacío}}{\text{Volumen del molde}}$$

### 3.8.6.3. Contenido de aire en el concreto fresco método de presión.

**Figura 32**

*Procedimiento para Determinar el Contenido de Aire Atrapado del Concreto*



*Fuente:* Normativa NTP 339.083

**Figura 33**

*Determinación del Contenido de Aire del Concreto*



## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características físicas de los agregados

#### 4.1.1. Contenido de humedad de los agregados

El contenido de humedad de los materiales se obtuvo previo a la elaboración de cada tipo de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), dichos valores se presentan a continuación.

**Tabla 17**

*Contenido de Humedad del Agregado Fino*

Contenido de Humedad del Agregado Fino	
Descripción	Muestra
Peso de muestra húmeda (gr)	1197.60
Peso de muestra seca (gr)	1163.90
Contenido de humedad (%)	2.90

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 18**

*Contenido de Humedad del Agregado Grueso*

Contenido de Humedad del Agregado Grueso	
Descripción	Muestra
Peso de muestra húmeda (gr)	2034.00
Peso de muestra seca (gr)	2017.50
Contenido de humedad (%)	0.82

*Fuente:* Elaboración propia.

#### 4.1.2. Granulometría de los agregados

**Tabla 19**

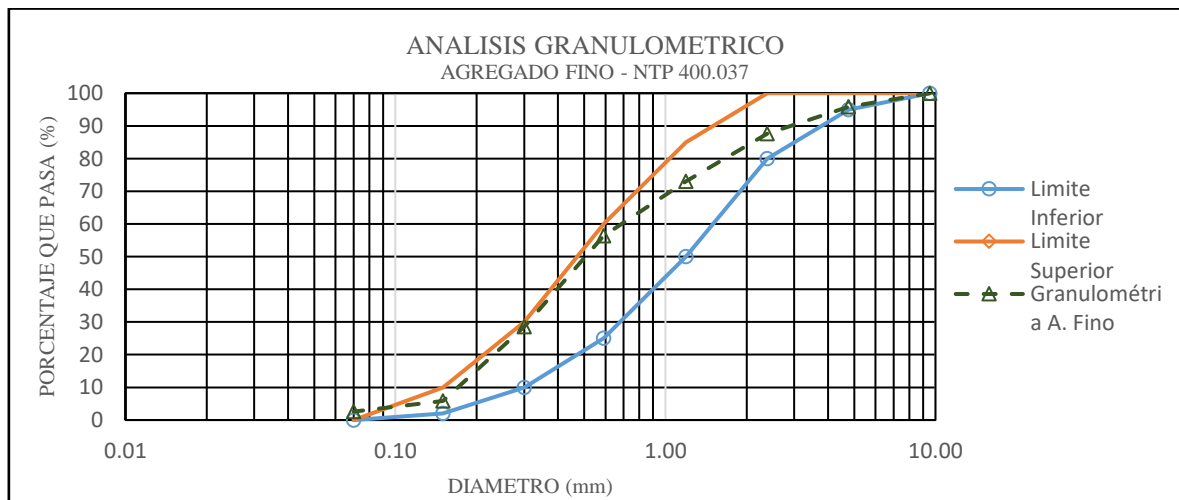
*Análisis Granulométrico del Agregado Fino*

Análisis Granulométrico del Agregado Fino (NTP 400.012)							
Peso inicial seco (gr)		2516.20					
Peso final seco, después de lavado (gr)		2454.20					
Material fino que pasa el tamiz N° 200 (%)		2.46%					
Tamiz	Peso Ret.	% Ret.	% Ret.	% que	NTP. 400.037		
N°	Ab. (mm)	Parc. (gr)	Parcial	Acum.	pasa	L. Inferior	L. Superior
3/8"	9.53						
1/4"	6.35				97.89	100.00	100.00
N°4	4.76	62.50	2.48	4.60	95.40	95.00	100.00
N°8	2.38	207.70	8.25	12.85	87.15	80.00	100.00
N°10	2.00	101.30	4.03	16.88	83.12	----	----
N°16	1.19	232.20	9.23	26.11	73.89	50.00	85.00
N°20	0.84	181.80	7.23	33.33	66.67	----	----
N°30	0.59	259.20	10.30	43.63	56.37	25.00	60.00
N°40	0.42	253.20	10.06	53.70	46.30	----	----
N°50	0.30	464.80	18.47	72.17	27.83	10.00	30.00
N°80	0.18	224.70	8.93	81.10	18.90	----	----
N°100	0.15	328.50	13.06	94.15	5.85	2.00	10.00
N°200	0.07	82.30	3.27	97.42	2.58	0.00	5.00
Cazoleta	.-	64.80	2.58	100.00	0.00	----	----
Total		2516.20					
Módulo de fineza (mf)					2.54		

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 34**

*Curva Granulométrica del Agregado Fino*



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 20**

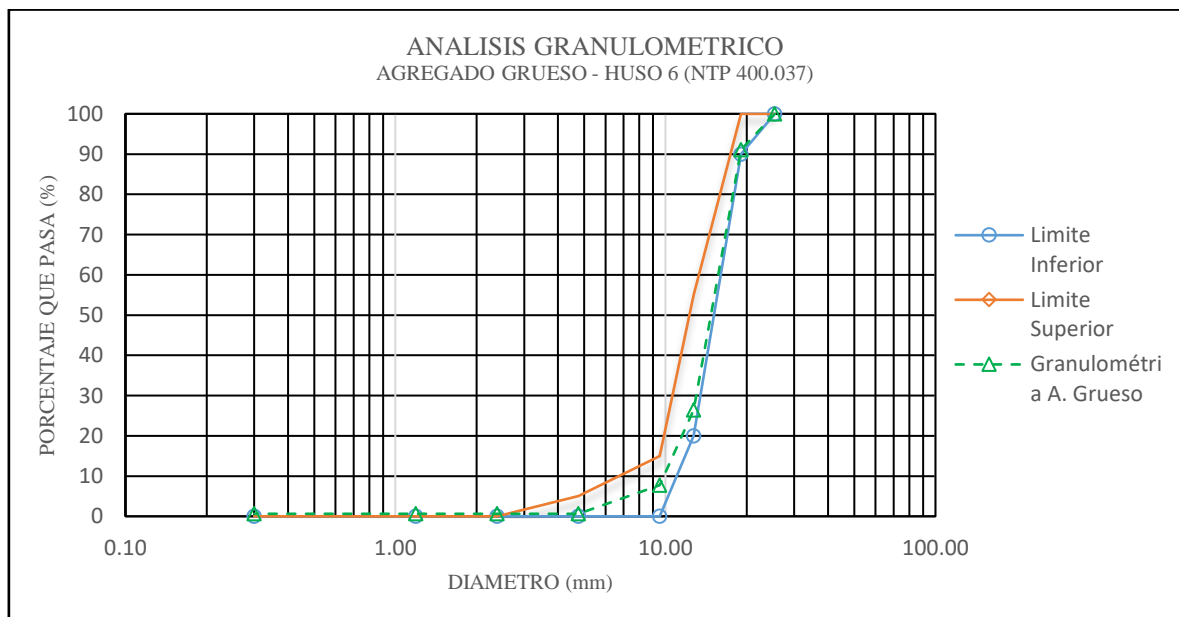
*Análisis Granulométrico del Agregado Grueso*

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso (NTP 400.012)							
Peso inicial seco (gr)						5329.50	
Peso final seco, después de lavado (gr)						5312.70	
Material fino que pasa el tamiz N°200 (%)						0.32%	
Tamiz	Peso Ret.	% Ret.	% Ret.	% Ret.	% que	NTP. 400.037 (Huso 06)	
N°	Ab. (mm)	Parc. (gr)	Parcial	Acum.	pasa	L. Inferior	L. Superior
1"	25.40				100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05	475.90	8.93	8.93	91.07	90.00	100.00
1/2"	12.70	3243.40	60.86	69.79	30.21	25.00	55.00
3/8"	9.53	1196.30	22.45	92.23	7.77	0.00	15.00
1/4"	6.35	175.30	3.29	95.52	4.48	----	----
N°04	4.76	238.60	4.48	100.00	0.00	0.00	5.00
N°08	2.38					-	-
N°16	1.19					-	-
N°50	0.30					-	-
Cazoleta	.-					-	-
Total		5329.50					
Tamaño máximo						1"	
Tamaño máximo nominal						3/4"	

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 35**

*Curva Granulométrica del Agregado Grueso*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Partículas chatas y alargadas del agregado grueso

**Tabla 21**

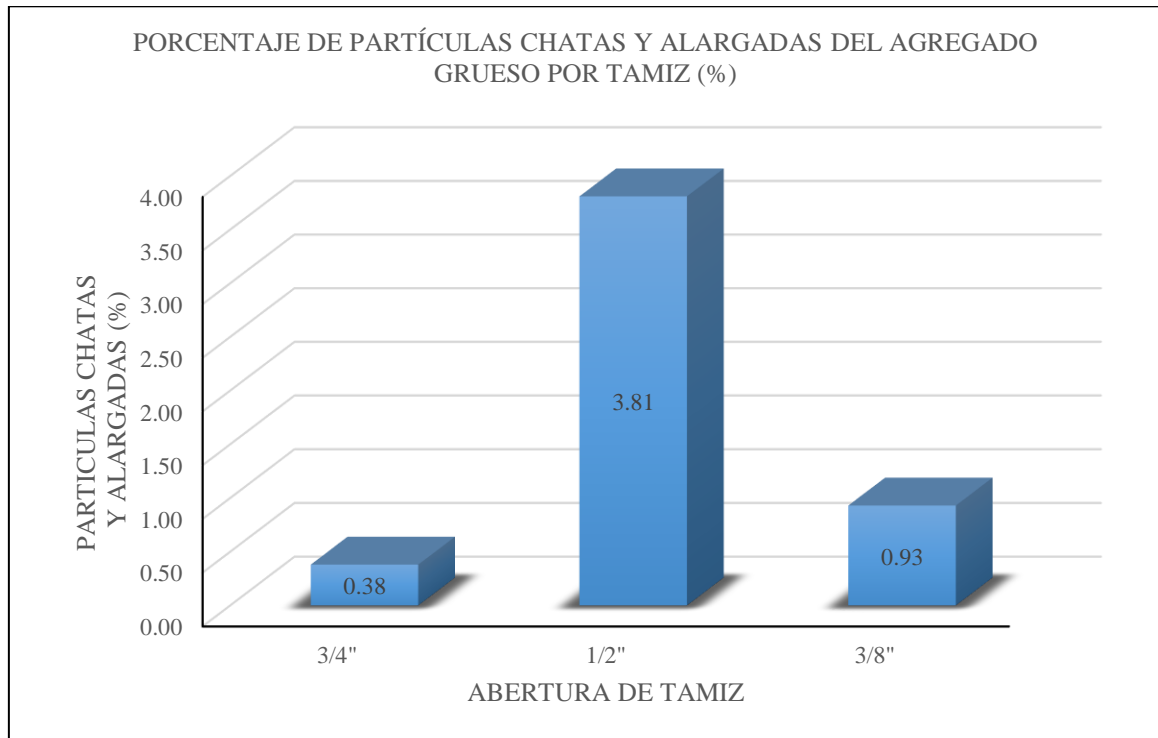
*Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso*

Partículas Chatas y Alargadas en Agregados - Agregado Grueso						
Peso inicial seco (gr): 5329.50						
Tamiz	a	b	c	d	e	
N°	Abertura (mm)	Porcentaje retenido (%)	Peso retenido (gr)	Peso de partículas chatas y alargadas (gr)	Porcentaje de partículas chatas y alargadas (%)	
					Parcial ((c/b)*100)	Subtotal ((a/100)*d)
3/4"	19.05	8.93	475.90	18.54	3.90	0.38
1/2"	12.70	60.86	3243.40	187.14	5.77	3.81
3/8"	9.53	22.45	1196.30	45.57	3.81	0.93
Porcentaje total de partículas chatas y alargadas (%):						5.12

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 36**

*Porcentaje de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso*



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.4. Peso específico y absorción de los agregados

Los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos teniendo como referencia la NTP 400.022 para el agregado fino y la NTP 400.021 para el agregado grueso se presentan en las siguientes tablas:

**Tabla 22**

*Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022)	
Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)	493.00
Peso del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)	702.40
Peso del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	1003.60
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)	500.00
Cálculos	
Peso específico de masa ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.48
Peso específico de masa saturado superficialmente seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.52
Peso específico aparente ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.57
Absorción (%)	1.42

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 23**

*Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021)	
Peso en el aire de la muestra seca al horno (gr)	2972.20
Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)	3005.30
Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)	1880.20
Cálculos	
Peso específico de masa ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.64
Peso específico de masa saturado superficialmente seca ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.67
Peso específico aparente ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	2.72
Absorción (%)	1.11

*Fuente:* Elaboración propia.

#### 4.1.5. Peso unitario suelto y compactado de los agregados

Los resultados obtenidos después de haber realizado los ensayos teniendo como referencia la NTP 400.017, se muestran en las siguientes tablas.

**Tabla 24**

*Peso Unitario Suelto del Agregado Fino*

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino (NTP 400.017)					
Peso del molde (gr)	Volumen del molde (ml)	Peso del molde + material (gr)	Peso del material (gr)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
6994.00	2060.00	10242.00	3248.00	1576.7	
6994.00	2060.00	10237.00	3243.00	1574.3	1578
6994.00	2060.00	10258.00	3264.00	1584.5	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 25**

*Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino (NTP 400.017)					
Peso del molde (gr)	Volumen del molde (ml)	Peso del molde + material (gr)	Peso del material (gr)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
6994.00	2060.00	10572.00	3578.00	1736.9	
6994.00	2060.00	10565.00	3571.00	1733.5	1737
6994.00	2060.00	10577.00	3583.00	1739.3	

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 26***Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso*

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso (NTP 400.017)					
Peso del molde (gr)	Volumen del molde (ml)	Peso del molde + material (gr)	Peso del material (gr)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
6994.00	2060.00	9862.00	2868.00	1392.2	
6994.00	2060.00	9833.00	2839.00	1378.2	1378
6994.00	2060.00	9803.00	2809.00	1363.6	

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 27***Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso (NTP 400.017)					
Peso del molde (gr)	Volumen del molde (ml)	Peso del molde + material (gr)	Peso del material (gr)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Densidad promedio (kg/m <sup>3</sup> )
6994.00	2060.00	10039.00	3045.00	1478.2	
6994.00	2060.00	10052.00	3058.00	1484.5	1481
6994.00	2060.00	10045.00	3051.00	1481.1	

*Fuente:* Elaboración propia.**4.2. Resultados del diseño de mezcla**

Tomamos las tablas del acápite 3.9.3.12. que viene a ser la cantidad de materiales húmedos para la elaboración de 1 m<sup>3</sup> de concreto, cada tabla está determinada de acuerdo al diseño de mezcla del concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), cabe resaltar que la cantidad de materiales corregidos por humedad de cada diseño serán distintas debido a que cada  $f'c$  fue preparada en diferentes días, en cada uno de estos se determinó el contenido de humedad del agregado para realizar la respectiva corrección.

**Tabla 28***Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c= 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	273.33
Agua de diseño	196.02
Agregado fino húmedo	824.77
Agregado grueso húmedo	970.67

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 29***Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	299.71
Agua de diseño	196.31
Agregado fino húmedo	804.79
Agregado grueso húmedo	970.67

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 30***Resumen de Cantidad de Materiales Corregidos por Humedad para  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Materiales de Diseño Corregidos por Humedad 1 m <sup>3</sup> (kg)	
Cemento	354.67
Agua de diseño	196.97
Agregado fino húmedo	758.89
Agregado grueso húmedo	970.67

*Fuente:* Elaboración propia.

### 4.3. Ensayos de concreto en estado fresco

En este apartado se muestran los resultados de los ensayos realizados en el concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco; a su vez se muestra gráficas independientes para evaluar el comportamiento que presentan los distintos concretos adicionados con diferentes porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

#### 4.3.1. Ensayos de asentamiento (trabajabilidad)

**Tabla 31**

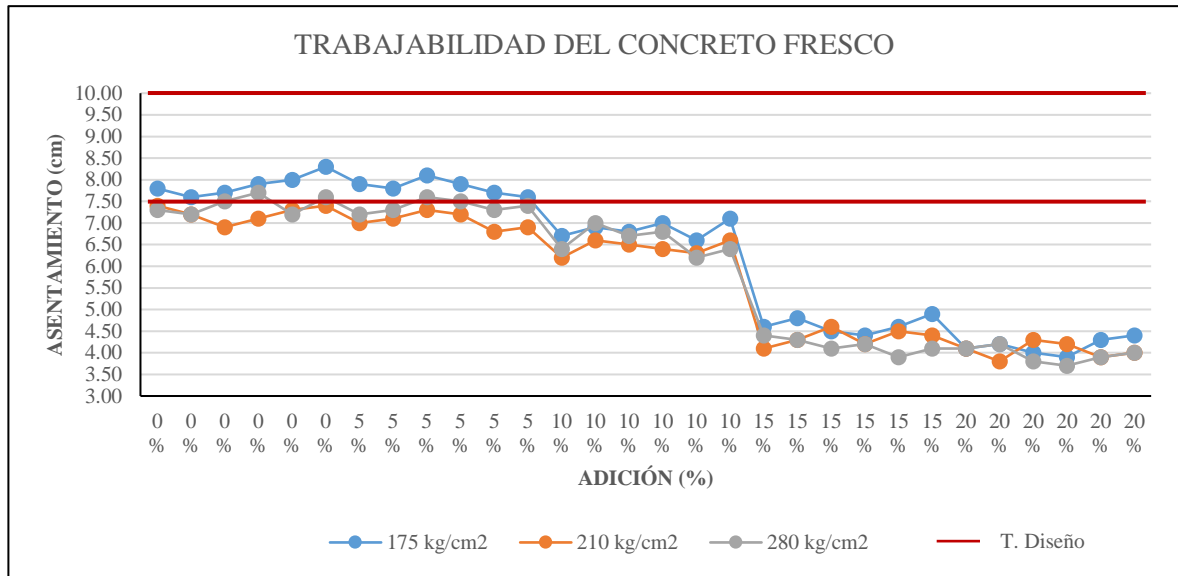
*Ensayos de Asentamiento*

F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Asentamiento (slump) (cm)				
	Adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
175	7.80	7.90	6.70	4.60	4.10
	7.60	7.80	6.90	4.80	4.20
	7.70	8.10	6.80	4.50	4.00
	7.90	7.90	7.00	4.40	3.90
	8.00	7.70	6.60	4.60	4.30
	8.30	7.60	7.10	4.90	4.40
210	7.40	7.00	6.20	4.10	4.10
	7.20	7.10	6.60	4.30	3.80
	6.90	7.30	6.50	4.60	4.30
	7.10	7.20	6.40	4.20	4.20
	7.30	6.80	6.30	4.50	3.90
	7.40	6.90	6.60	4.40	4.00
280	7.30	7.20	6.40	4.40	4.10
	7.20	7.30	7.00	4.30	4.20
	7.50	7.60	6.70	4.10	3.80
	7.70	7.50	6.80	4.20	3.70
	7.20	7.30	6.20	3.90	3.90
	7.60	7.40	6.40	4.10	4.00

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 37**

*Variación del Asentamiento (slump)*



**4.3.2. Ensayos de contenido de aire**

**Tabla 32**

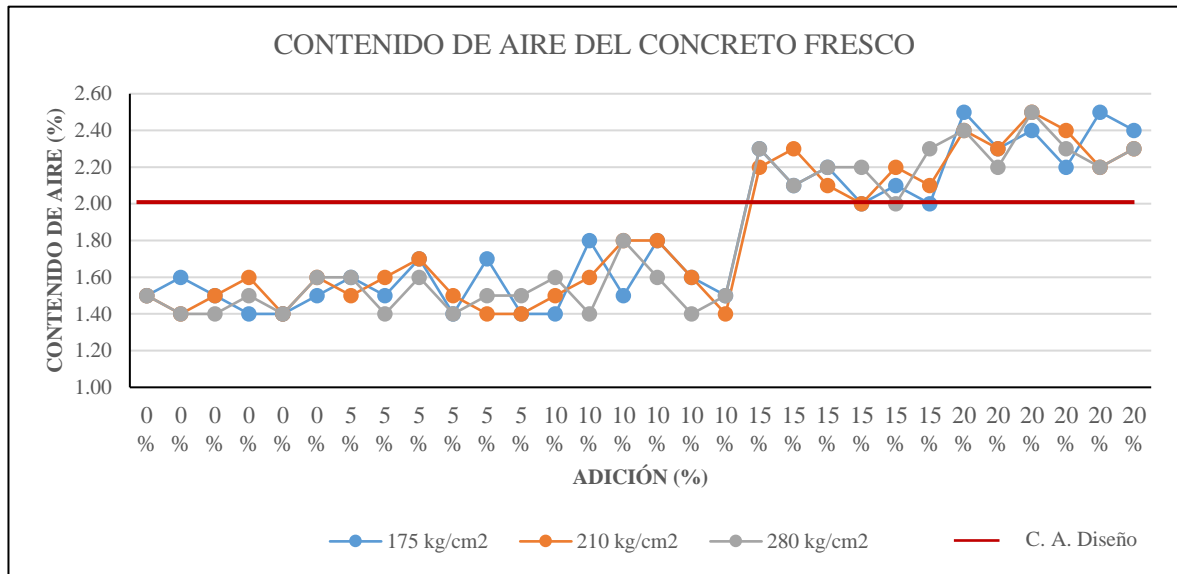
*Ensayos de Contenido de Aire*

Contenido de Aire – Método de Presión (%)					
F´C (kg/cm²)	Adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
175	1.50	1.60	1.40	2.30	2.50
	1.60	1.50	1.80	2.10	2.30
	1.50	1.70	1.50	2.20	2.40
	1.40	1.40	1.80	2.00	2.20
	1.40	1.70	1.60	2.10	2.50
	1.50	1.40	1.50	2.00	2.40
210	1.50	1.50	1.50	2.20	2.40
	1.40	1.60	1.60	2.30	2.30
	1.50	1.70	1.80	2.10	2.50
	1.60	1.50	1.80	2.00	2.40
	1.40	1.40	1.60	2.20	2.20
	1.60	1.40	1.40	2.10	2.30
280	1.50	1.60	1.60	2.30	2.40
	1.40	1.40	1.40	2.10	2.20
	1.40	1.60	1.80	2.20	2.50
	1.50	1.40	1.60	2.20	2.30
	1.40	1.50	1.40	2.00	2.20
	1.60	1.50	1.50	2.30	2.30

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 38**

*Variación del Contenido de Aire*



**4.3.3. Ensayos de peso unitario**

**Tabla 33**

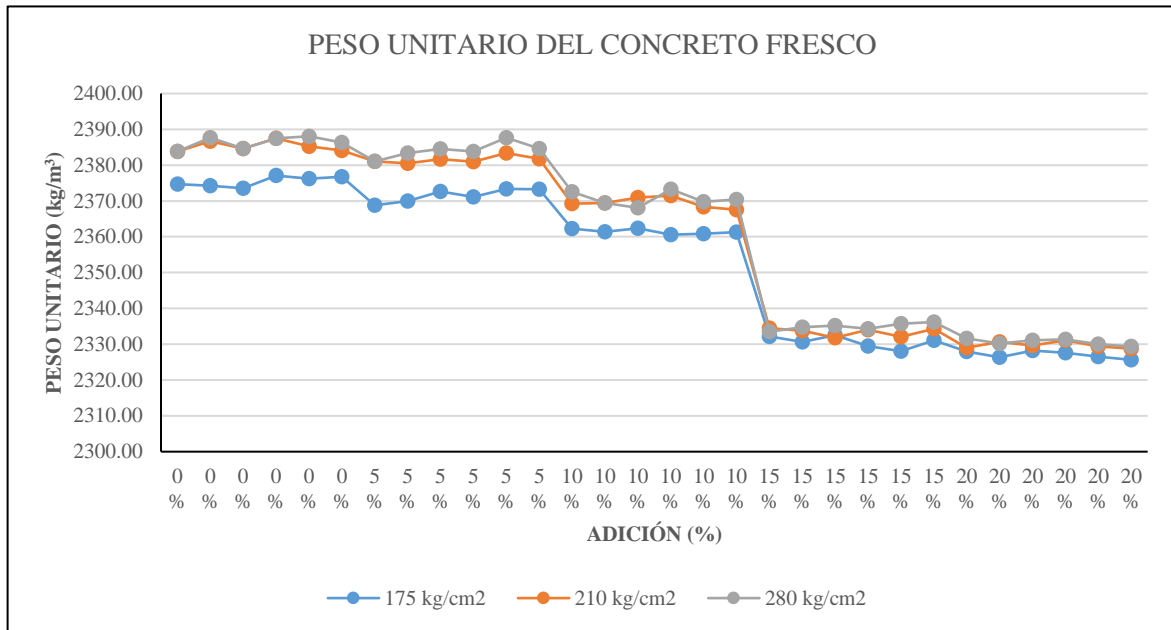
*Ensayos de Peso Unitario*

F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )				
	Adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
175	2374.66	2368.82	2362.26	2332.19	2327.92
	2374.23	2369.96	2361.41	2330.63	2326.35
	2373.52	2372.67	2362.41	2332.48	2328.20
	2377.08	2371.10	2360.55	2329.49	2327.63
	2376.23	2373.38	2360.84	2328.06	2326.49
	2376.80	2373.24	2361.27	2331.05	2325.64
210	2383.78	2381.07	2369.25	2334.47	2329.06
	2386.63	2380.50	2369.39	2333.76	2330.63
	2384.64	2381.64	2370.96	2331.77	2329.63
	2387.49	2380.93	2371.53	2334.05	2331.05
	2385.21	2383.35	2368.39	2332.05	2329.34
	2384.07	2381.79	2367.54	2334.33	2328.77
280	2383.78	2381.07	2372.52	2333.48	2331.62
	2387.63	2383.35	2369.39	2334.76	2330.20
	2384.64	2384.49	2368.11	2335.19	2331.05
	2387.49	2383.78	2373.24	2334.33	2331.34
	2388.06	2387.63	2369.82	2335.76	2330.06
	2386.35	2384.64	2370.39	2336.18	2329.34

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 39**

*Variación del Peso Unitario*



#### 4.4. Análisis estadístico

Se realizó con el propósito de ver si los datos obtenidos de los ensayos en el concreto en estado fresco son estadísticamente significativos de forma que si se vuelve hacer el estudio con características parecidas se deberían encontrar resultados que se asemejen a los encontrados. Se trabajó con un nivel de significancia de 0.05% y un nivel de confianza del 95%. El software utilizado por el análisis de datos fue el Minitab 19 y Statistix.

##### 4.4.1. Resultados analizados en concreto fresco

Para el análisis de los datos obtenidos de la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario en concreto fresco, se han realizado pruebas a los concretos  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  con las respectivas adiciones de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; mostrándose a continuación los resultados obtenidos, que en todos los casos podemos deducir que son los resultados confiables para dar las conclusiones respectivas.

#### 4.4.1.1. Análisis estadístico de la trabajabilidad (asentamiento)

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 34**

*Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	7,8830	a	0,2480	(7,7160; 8,0500)	3.15%
5 %	6	7,8333	a	0,1751	(7,6664; 8,0002)	2.24%
10 %	6	6,8500	b	0,1871	(6,6831; 7,0169)	2.73%
15 %	6	4,6333	c	0,1862	(4,4664; 4,8002)	4.02%
20 %	6	4,1500	d	0,1871	(3,9831; 4,3169)	4.51%

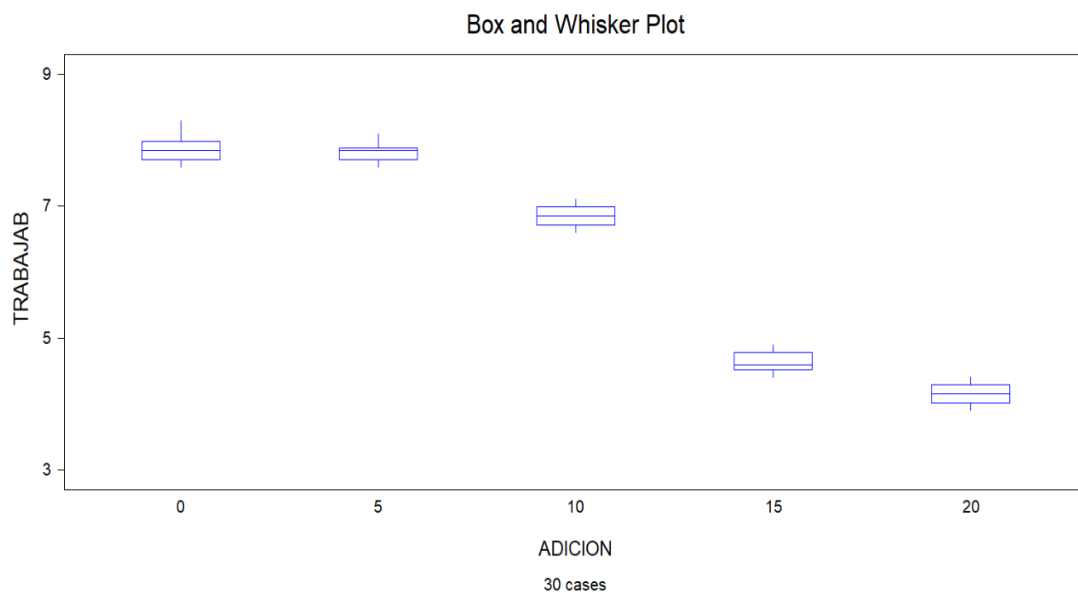
Desviación Estándar agrupada = 0,198494

*Fuente:* Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no compartan el mismo grupo son significativamente diferentes.

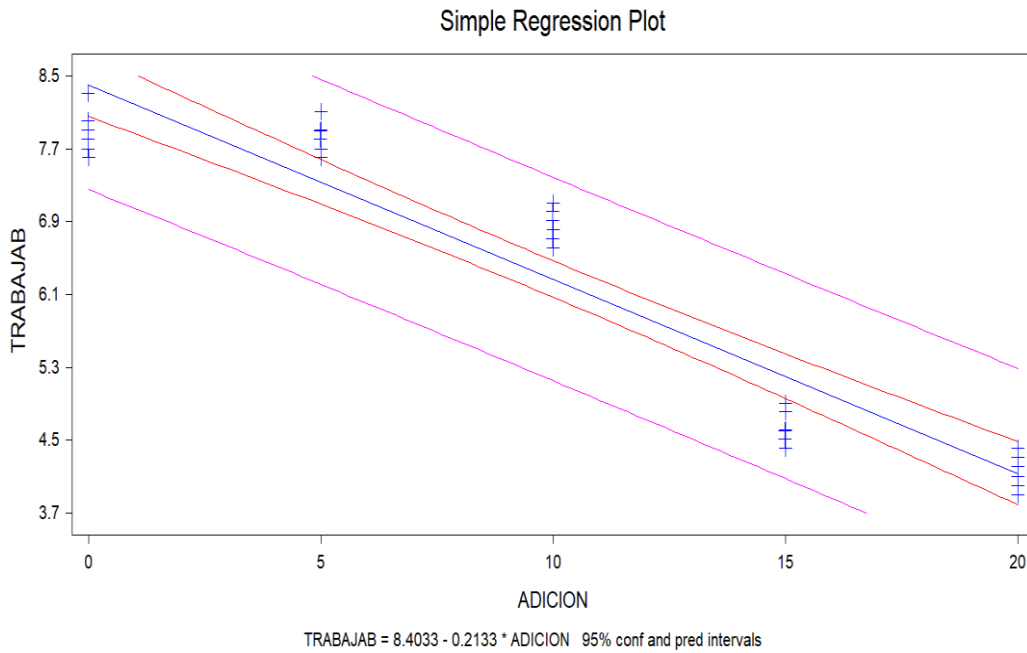
**Figura 40**

*Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad*



**Figura 41**

*Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad*



**b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 35**

*Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	7,2167	a	0,1941	(7,0619; 7,3714)	2.69%
5 %	6	7,0500	a	0,1871	(6,8953; 7,2047)	2.65%
10 %	6	6,4333	b	0,1633	(6,2786; 6,5881)	2.54%
15 %	6	4,3500	c	0,1871	(4,1953; 4,5047)	4.30%
20 %	6	4,0500	c	0,1871	(3,8953; 4,2047)	4.62%

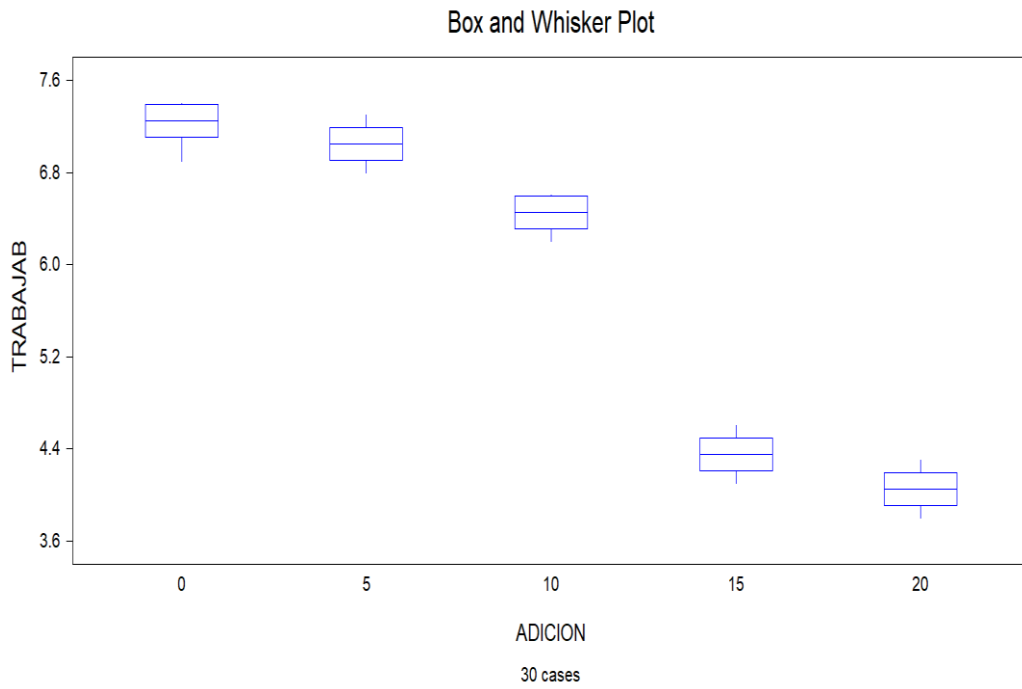
Desviación Estándar agrupada = 0,184029

Fuente: Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

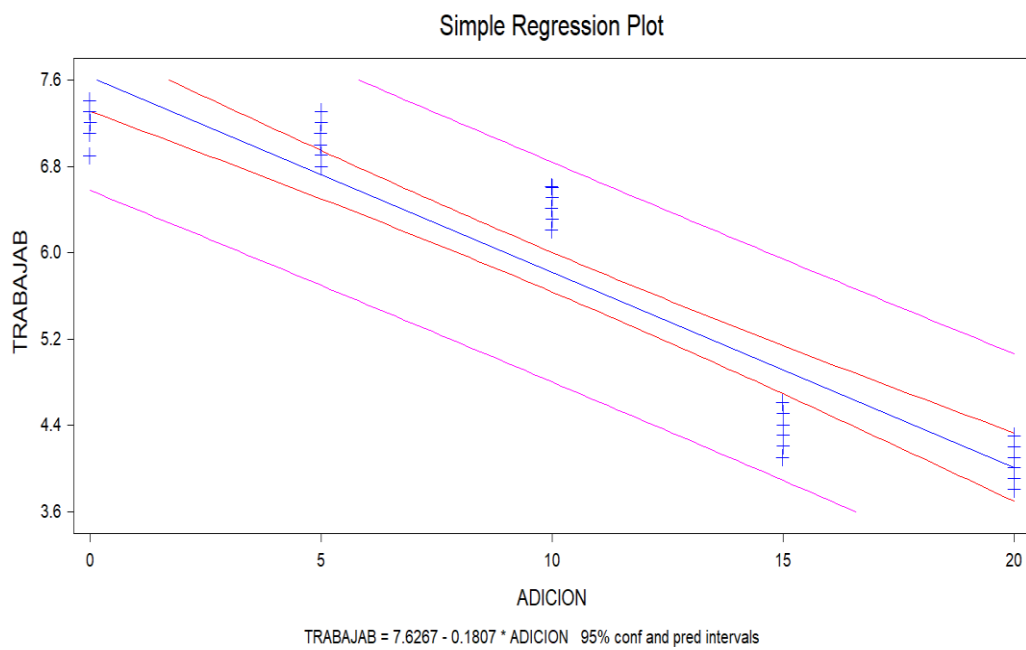
**Figura 42**

*Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad*



**Figura 43**

*Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad*



c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 36**

*Análisis de las Medias de la Trabajabilidad para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	7,4167	a	0,2137	(7,2392; 7,5941)	2.88%
5 %	6	7,3833	a	0,1472	(7,2059; 7,5608)	1.99%
10 %	6	6,5830	b	0,2990	(6,4060; 6,7610)	4.54%
15 %	6	4,1667	c	0,1751	(3,9892; 4,3441)	4.20%
20 %	6	3,9500	c	0,1871	(3,7726; 4,1274)	4.74%

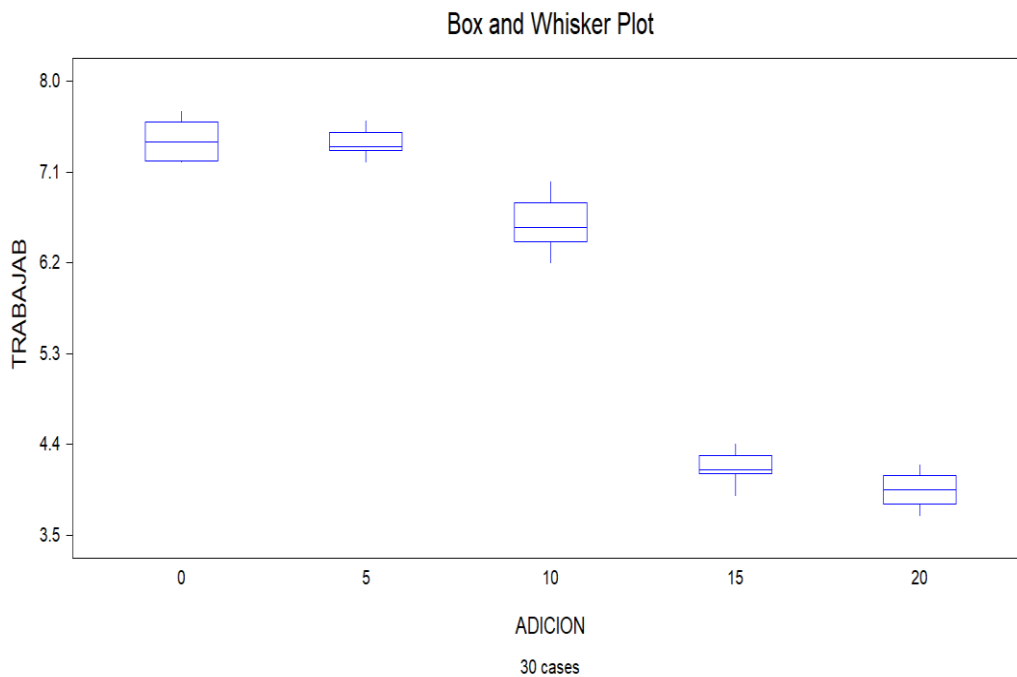
Desviación Estándar agrupada = 0,211029

*Fuente:* Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

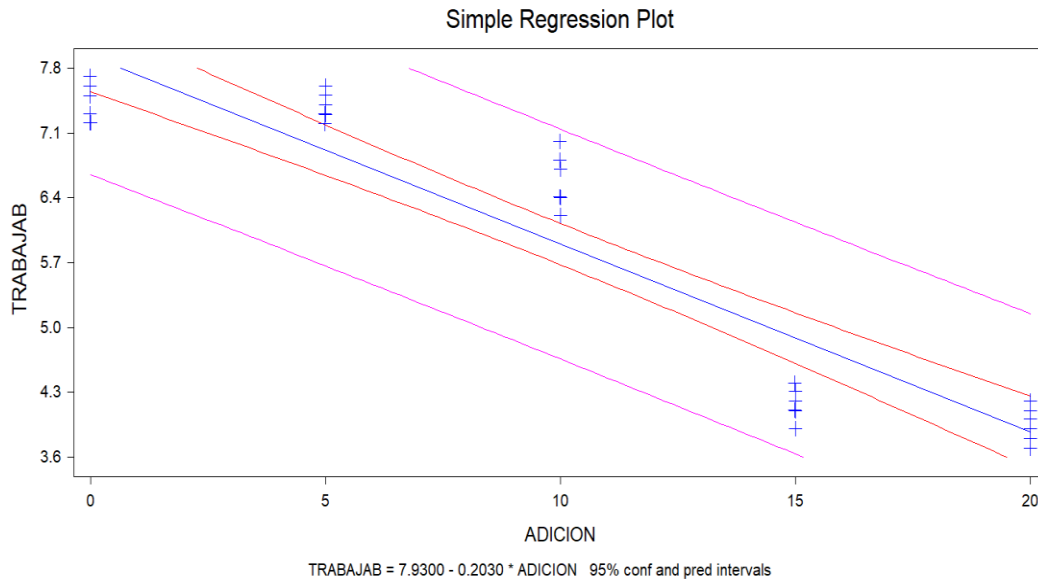
**Figura 44**

*Gráfico de Cajas y Bigotes de la Trabajabilidad*



**Figura 45**

*Análisis de Regresión Simple de la Trabajabilidad*



**4.4.1.2. Análisis estadístico del contenido de aire**

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 37**

*Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	1,4833	c	0,0753	(1,3770; 1,5897)	5.08%
5 %	6	1,5500	c	0,1378	(1,4436; 1,6564)	8.89%
10 %	6	1,6000	c	0,1673	(1,4936; 1,7064)	10.46%
15 %	6	2,1167	b	0,1169	(2,0103; 2,2230)	5.52%
20 %	6	2,3833	a	0,1169	(2,2770; 2,4897)	4.90%

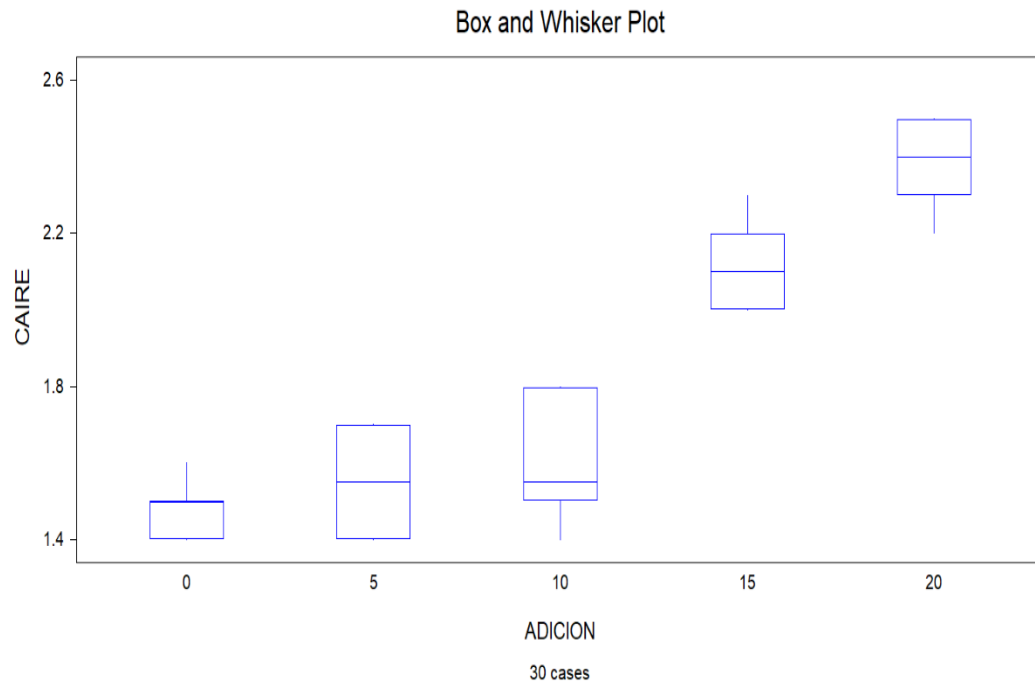
Desviación Estándar agrupada = 0,126491

Fuente: Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

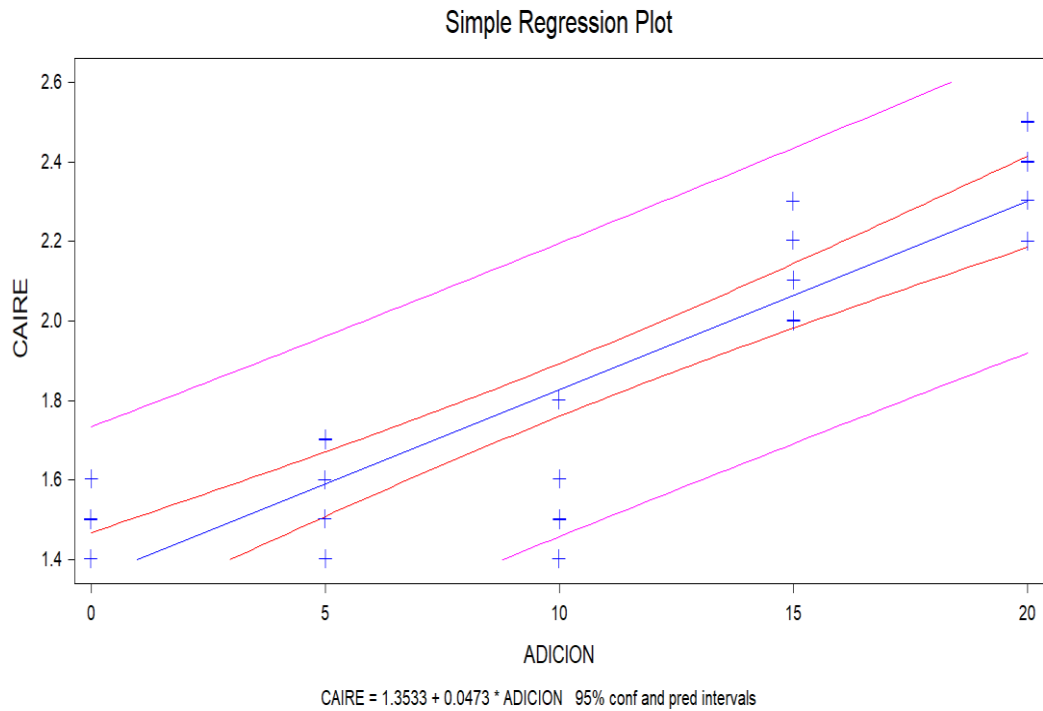
**Figura 46**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire*



**Figura 47**

*Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire*



**b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 38**

*Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	1,5000	c	0,0894	(1,4010; 1,5990)	5.96%
5 %	6	1,5167	c	0,1169	(1,4177; 1,6157)	7.71%
10 %	6	1,6167	c	0,1602	(1,5177; 1,7157)	9.91%
15 %	6	2,1500	b	0,1049	(2,0510; 2,2490)	4.88%
20 %	6	2,3500	a	0,1049	(2,2510; 2,4490)	4.46%

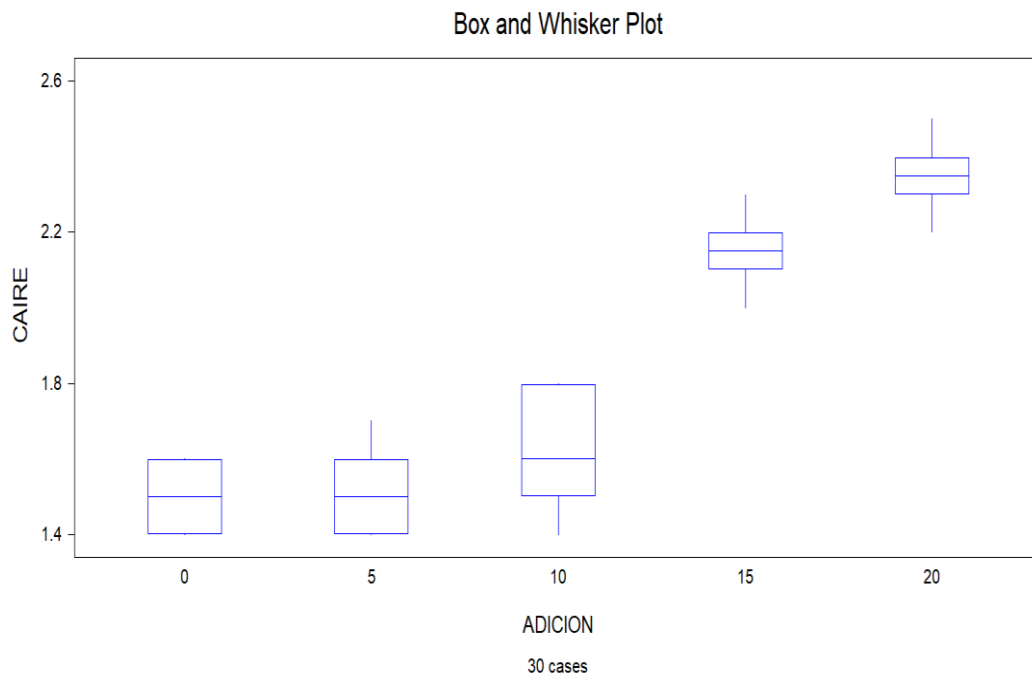
Desviación Estándar agrupada = 0,117757

*Fuente:* Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

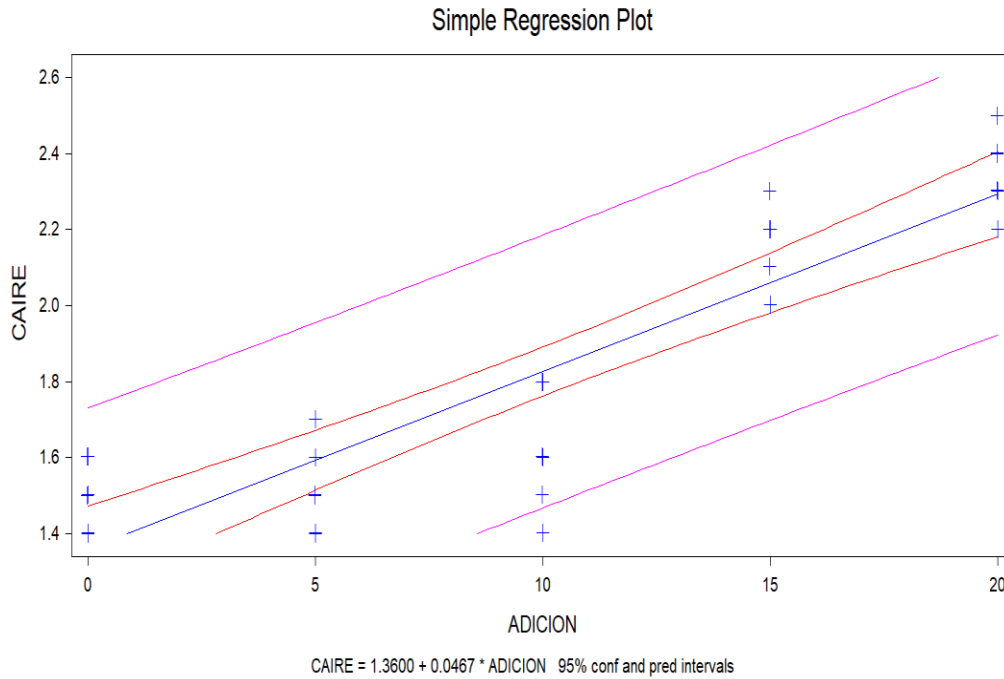
**Figura 48**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire*



**Figura 49**

*Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire*



c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 39**

*Análisis de las Medias del Contenido de Aire para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	1,4667	b	0,0816	(1,3708; 1,5625)	5.56%
5 %	6	1,5000	b	0,0894	(1,4041; 1,5959)	5.96%
10 %	6	1,5500	b	0,1517	(1,4541; 1,6459)	9.79%
15 %	6	2,1833	a	0,1169	(2,0875; 2,2792)	5.35%
20 %	6	2,3167	a	0,1169	(2,2208; 2,4125)	5.05%

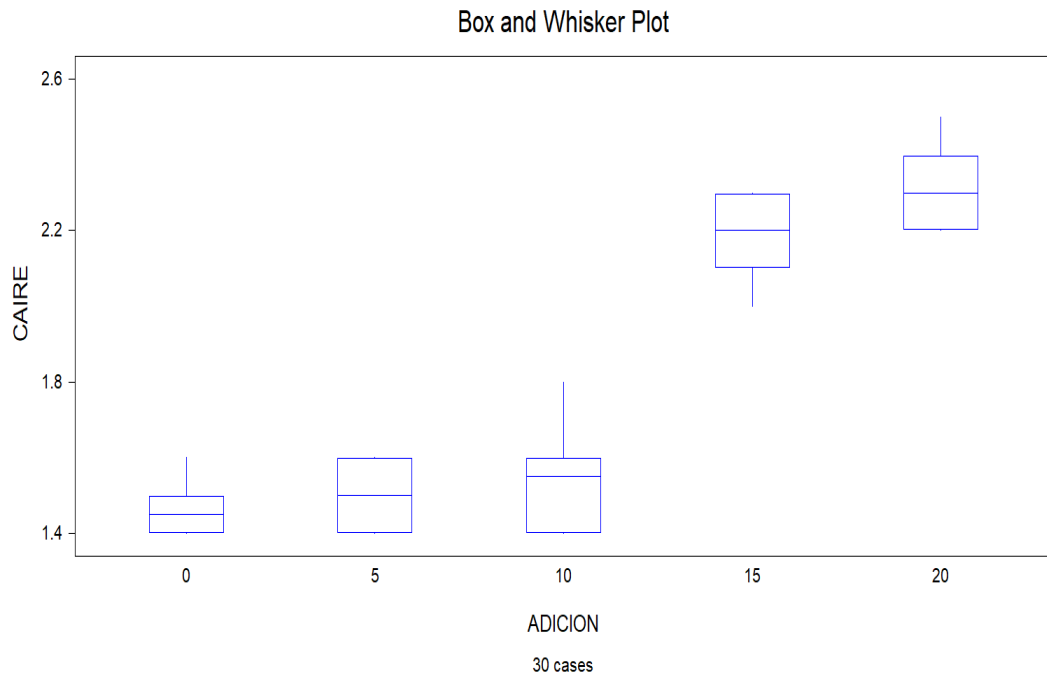
Desviación Estándar agrupada = 0,114018

Fuente: Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

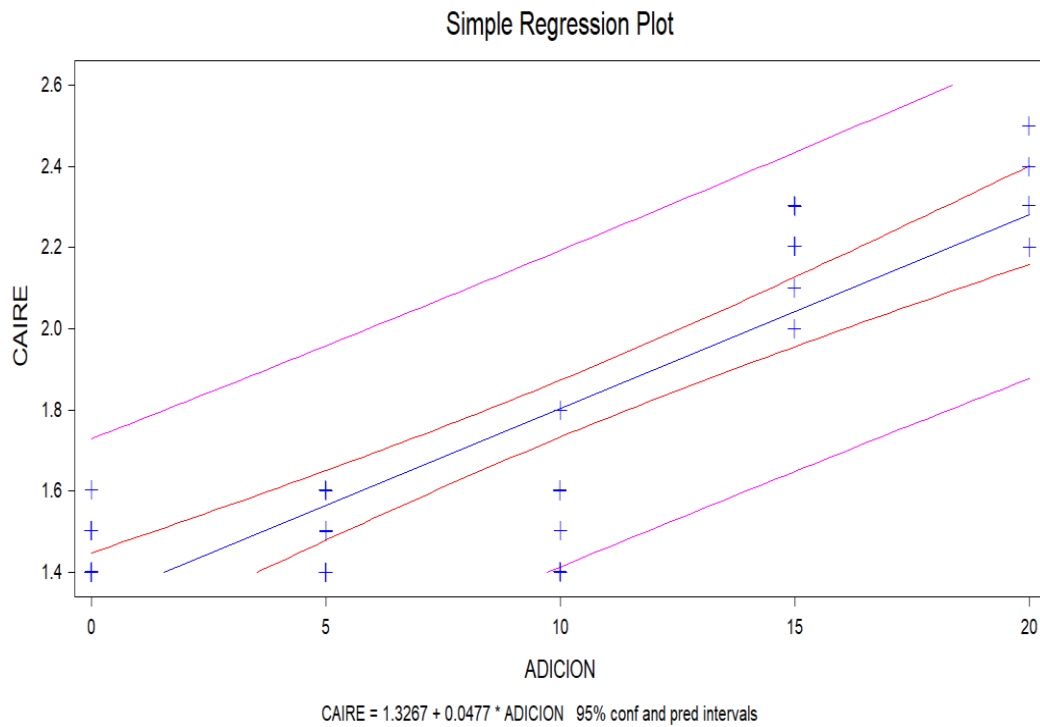
**Figura 50**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Contenido de Aire*



**Figura 51**

*Análisis de Regresión Simple del Contenido de Aire*



#### 4.4.1.3. Análisis estadístico del peso unitario

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 40**

*Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	2375,42	a	1,48	(2374,23; 2376,62)	0.06%
5 %	6	2371,53	b	1,88	(2370,33; 2372,72)	0.08%
10 %	6	2361,46	c	0,75	(2360,26; 2362,65)	0.03%
15 %	6	2330,65	d	1,67	(2329,45; 2331,84)	0.07%
20 %	6	2327,04	e	1,02	(2325,84; 2328,23)	0.04%

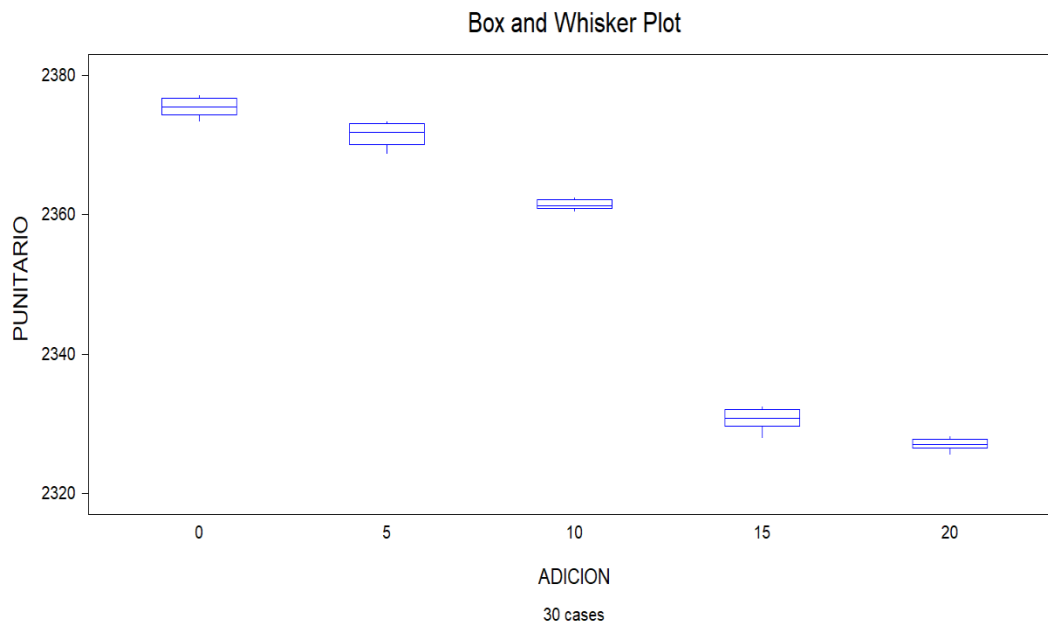
Desviación Estándar agrupada = 1,42121

*Fuente:* Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no compartan el mismo grupo son significativamente diferentes.

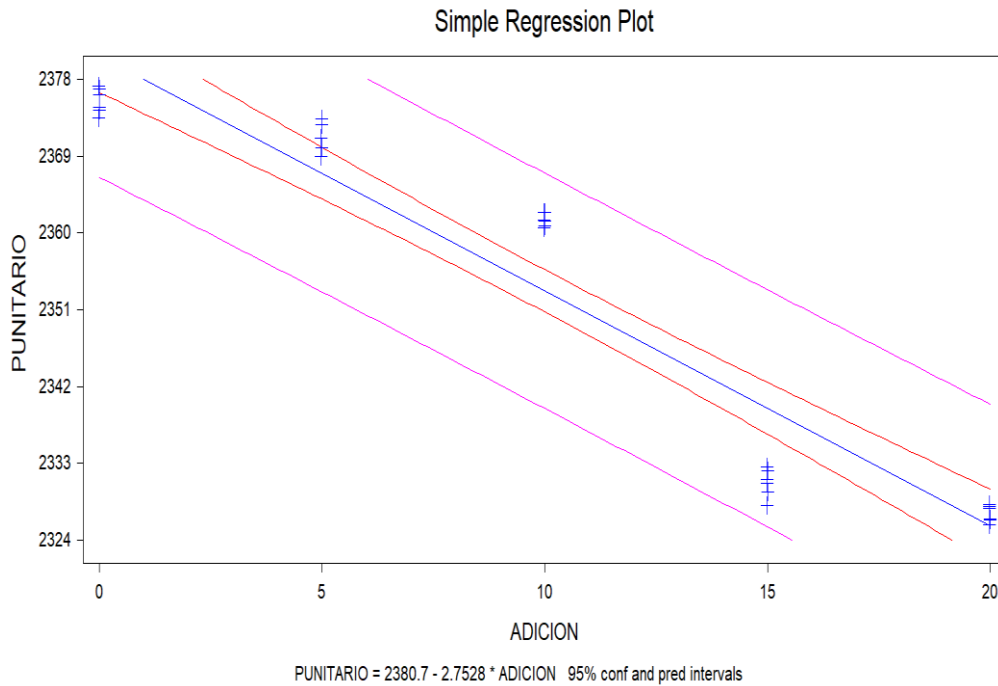
**Figura 52**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario*



**Figura 53**

*Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario*



**b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 41**

*Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	2385,30	a	1,47	(2384,26; 2386,34)	0.06%
5 %	6	2381,55	b	1,00	(2380,51; 2382,59)	0.04%
10 %	6	2369,51	c	1,51	(2368,47; 2370,55)	0.06%
15 %	6	2333,40	d	1,19	(2332,36; 2334,45)	0.05%
20 %	6	2329,75	e	0,90	(2328,71; 2330,79)	0.04%

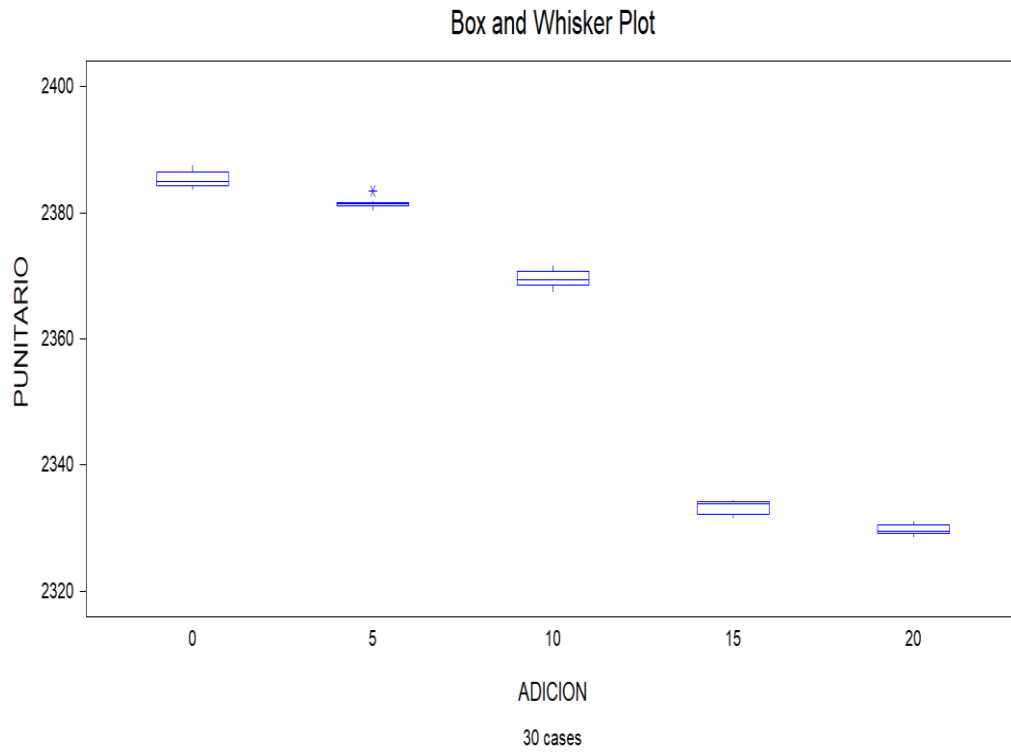
Desviación Estándar agrupada = 1,23905

*Fuente:* Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

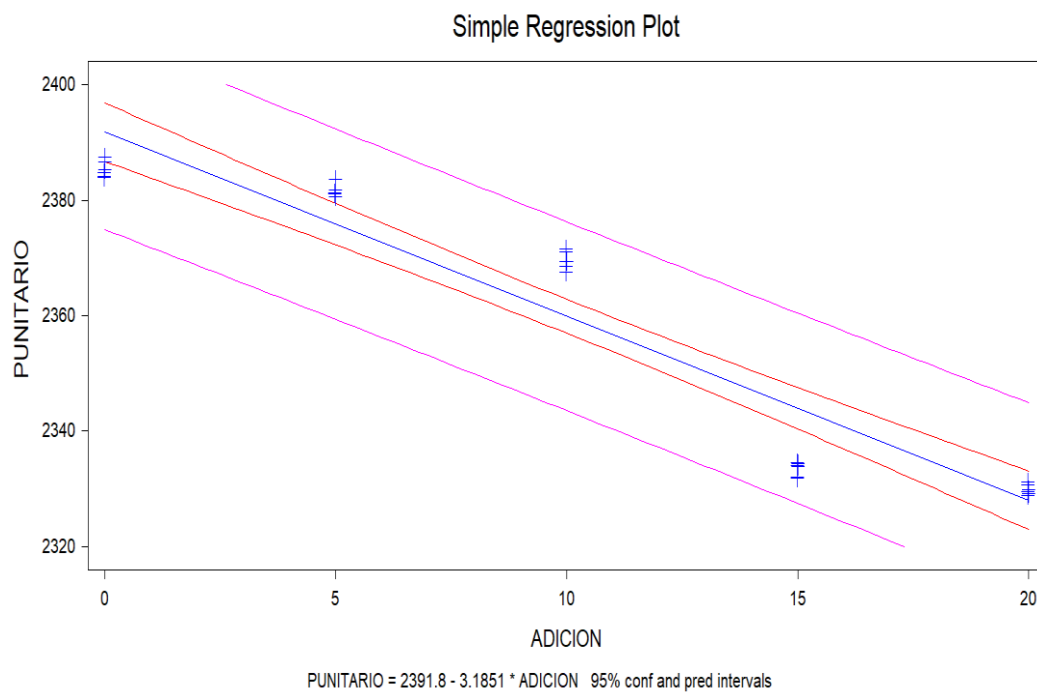
**Figura 54**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario*



**Figura 55**

*Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario*



c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 42**

*Análisis de las Medias del Peso Unitario para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Adición	N	Media	Grupo	Desv. Est.	IC de 95%	Coef. de variación
0 %	6	2386,32	a	1,75	(2384,96; 2387,69)	0.07%
5 %	6	2384,16	a	2,13	(2382,80; 2385,53)	0.09%
10 %	6	2370,58	b	1,95	(2369,21; 2371,94)	0.08%
15 %	6	2334,95	c	0,98	(2333,59; 2336,31)	0.04%
20 %	6	2330,60	d	0,88	(2329,24; 2331,97)	0.04%

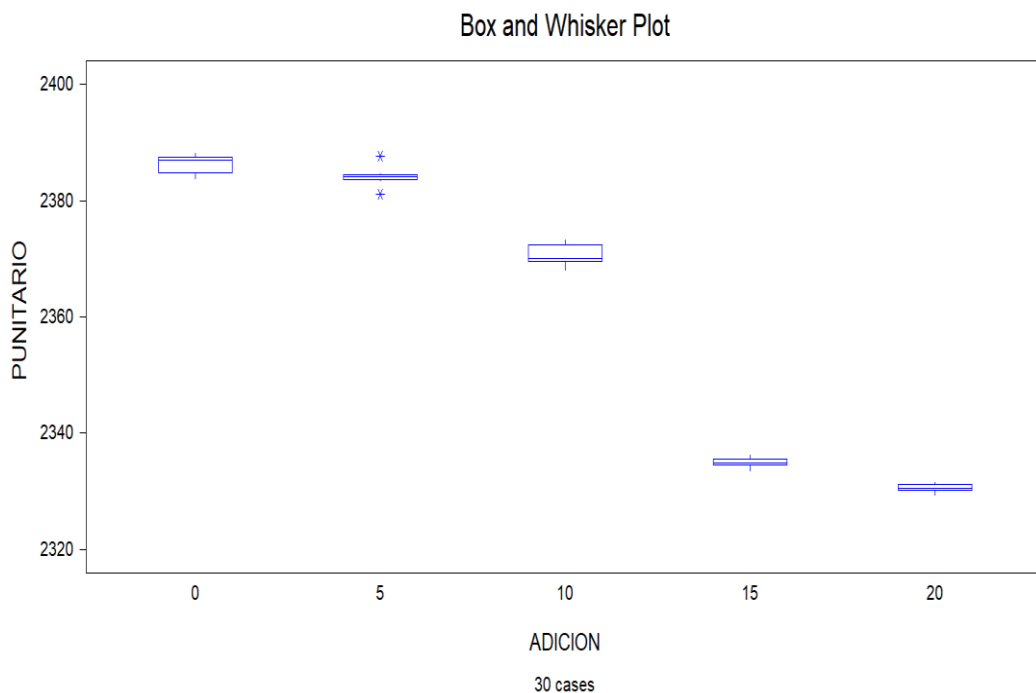
Desviación Estándar agrupada = 1,62129

Fuente: Elaboración propia.

Se agrupó la información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%; las medias que no comparten el mismo grupo son significativamente diferentes.

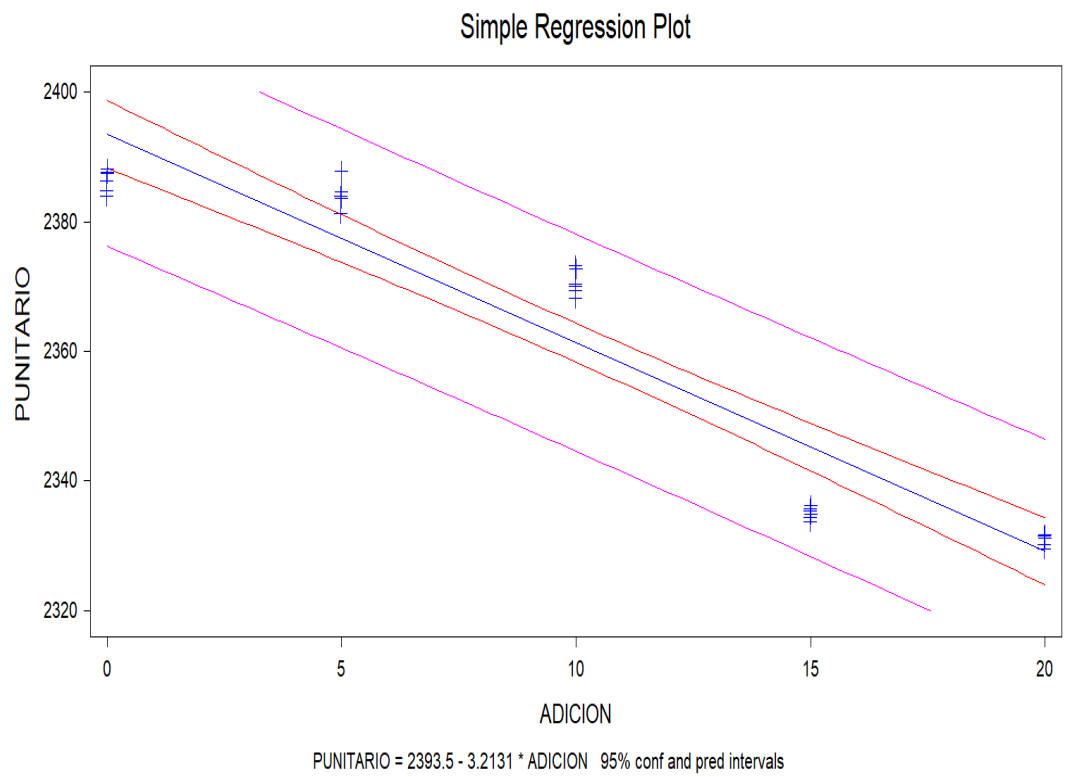
**Figura 56**

*Gráfico de Cajas y Bigotes del Peso Unitario*



**Figura 57**

*Análisis de Regresión Simple del Peso Unitario*



## V. DISCUSIÓN

### 5.1. De las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

Las partículas chatas y alargadas del agregado grueso utilizada como adición para la elaboración de las mezclas de concreto  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  fueron obtenidas de la planta procesadora de agregados “Olano” ubicada en la ciudad de Jaén, la cual cuenta con 5.12 % de partículas chatas y alargadas.

### 5.2. De los ensayos de concreto en estado fresco

#### 5.2.1. Ensayo de asentamiento del concreto (Slump)

El ensayo de asentamiento se realizó de acuerdo a la NTP 339.035; teniendo como asentamiento de diseño 7.5 cm a 10 cm; se obtuvieron como resultados para los concretos adicionados con porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso:

Para  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- De 7.60 cm a 8.30 cm con la adición del 0%.
- De 7.60 cm a 8.10 cm con la adición del 5%.
- De 6.60 cm a 7.10 cm con la adición del 10%.
- De 4.40 cm a 4.90 cm con la adición del 15%.
- De 3.90 cm a 4.40 cm con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para adiciones de hasta el 5% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) el asentamiento se encuentra dentro del rango de diseño, mientras que para el 10% (PCH-A) el asentamiento disminuye del 5.33% - 12.00%, para el 15% (PCH-A) del 34.67% - 41.33% y para el 20% (PCH-A) del 41.33% - 48.00%.

Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- De 6.90 cm a 7.40 cm con la adición del 0%.
- De 6.80 cm a 7.30 cm con la adición del 5%.
- De 6.20 cm a 6.60 cm con la adición del 10%.
- De 4.10 cm a 4.60 cm con la adición del 15%.
- De 3.80 cm a 4.30 cm con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para el 0% (PCH-A) se determina un asentamiento del 1.33% - 8.00% por debajo del valor de diseño y luego el asentamiento disminuye respecto al valor de diseño para todas las adiciones de partículas chatas y alargadas (PCH-A) de la siguiente manera: para el 5% (PCH-A) del 2.67% - 9.33%, para el 10% (PCH-A) del 12.00% - 17.33%, para el 15% (PCH-A) del 38.67% - 45.33% y para el 20% (PCH-A) del 42.67% - 49.33%.

Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

- De 7.20 cm a 7.70 cm con la adición del 0%.
- De 7.20 cm a 7.60 cm con la adición del 5%.
- De 6.20 cm a 7.00 cm con la adición del 10%.
- De 3.90 cm a 4.40 cm con la adición del 15%.
- De 3.70 cm a 4.20 cm con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para adiciones de hasta el 5% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) el asentamiento se encuentra dentro del rango de diseño, mientras que para el 10% (PCH-A) el asentamiento disminuye del 6.67% - 17.33%, para el 15% (PCH-A) del 41.33% - 48.00% y para el 20% (PCH-A) del 44.00% - 50.67%.

### **5.2.2. Ensayo de contenido de aire**

El ensayo de contenido de aire se realizó con el método de presión (Olla de Washington), de acuerdo a la NTP 339.083; teniendo como contenido de aire de diseño 2.00%; se obtuvieron como resultados para los concretos adicionados con porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso:

Para  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- De 1.40 % a 1.60 % con la adición del 0%.
- De 1.40 % a 1.70 % con la adición del 5%.
- De 1.40 % a 1.80 % con la adición del 10%.
- De 2.00 % a 2.30 % con la adición del 15%.
- De 2.20 % a 2.50 % con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para adiciones de hasta el 10% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) el contenido de aire se encuentra dentro del rango de diseño, mientras que para el 15% (PCH-A) el contenido de aire aumenta el 15.00% y para el 20% (PCH-A) del 10.00% - 25.00%.

Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- De 1.40 % a 1.60 % con la adición del 0%.
- De 1.40 % a 1.70 % con la adición del 5%.
- De 1.40 % a 1.80 % con la adición del 10%.
- De 2.00 % a 2.30 % con la adición del 15%.
- De 2.20 % a 2.50 % con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para adiciones de hasta el 10% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) el contenido de aire se encuentra dentro del rango de diseño, mientras que para el 15% (PCH-A) el contenido de aire aumenta el 15.00% y para el 20% (PCH-A) del 10.00% - 25.00%.

Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

- De 1.40 % a 1.60 % con la adición del 0%.
- De 1.40 % a 1.60 % con la adición del 5%.
- De 1.40 % a 1.80 % con la adición del 10%.
- De 2.00 % a 2.30 % con la adición del 15%.
- De 2.20 % a 2.50 % con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que para adiciones de hasta el 10% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) el contenido de aire se encuentra dentro del rango de diseño, mientras que para el 15% (PCH-A) el contenido de aire aumenta el 15.00% y para el 20% (PCH-A) del 10.00% - 25.00%.

### **5.2.3. Ensayo de peso unitario**

El ensayo de peso unitario del concreto fresco se realizó de acuerdo a la NTP 339.046; se obtuvieron como resultados para los concretos adicionados con porcentajes de partículas chatas y alargadas del agregado grueso:

Para  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

- De  $2373.52 \text{ kg/m}^3$  a  $2377.08 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 0%.
- De  $2368.82 \text{ kg/m}^3$  a  $2373.38 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 5%.
- De  $2360.55 \text{ kg/m}^3$  a  $2362.41 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 10%.
- De  $2328.06 \text{ kg/m}^3$  a  $2332.48 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 15%.
- De  $2325.64 \text{ kg/m}^3$  a  $2327.92 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que el peso unitario disminuye respecto al 0% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) de la siguiente manera: Para el 5% el 0.17%, para el 10% (PCH-A) el 0.61%, para el 15% (PCH-A) 1.95 y para el 20% (PCH-A) el 2.10%.

Para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- De  $2383.78 \text{ kg/m}^3$  a  $2387.49 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 0%.
- De  $2380.50 \text{ kg/m}^3$  a  $2383.35 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 5%.
- De  $2367.54 \text{ kg/m}^3$  a  $2371.53 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 10%.
- De  $2331.77 \text{ kg/m}^3$  a  $2334.47 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 15%.
- De  $2328.77 \text{ kg/m}^3$  a  $2331.05 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que el peso unitario disminuye respecto al 0% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) de la siguiente manera: Para el 5% el 0.16%, para el 10% (PCH-A) el 0.66%, para el 15% (PCH-A) 2.18 y para el 20% (PCH-A) el 2.33%.

Para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

- De  $2383.78 \text{ kg/m}^3$  a  $2388.06 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 0%.
- De  $2381.07 \text{ kg/m}^3$  a  $2387.63 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 5%.
- De  $2368.11 \text{ kg/m}^3$  a  $2373.24 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 10%.
- De  $2333.48 \text{ kg/m}^3$  a  $2336.18 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 15%.
- De  $2329.34 \text{ kg/m}^3$  a  $2331.62 \text{ kg/m}^3$  con la adición del 20%.

En los resultados obtenidos se observa que el peso unitario disminuye respecto al 0% de partículas chatas y alargadas (PCH-A) de la siguiente manera: Para el 5% el 0.09%, para el 10% (PCH-A) el 0.66%, para el 15% (PCH-A) 2.15 y para el 20% (PCH-A) el 2.33%.

### **5.3. Discusión respecto a los antecedentes**

- Scanferla (2010) menciona que la forma y la textura superficial de las partículas de un agregado influyen en las propiedades del concreto fresco más que las del concreto endurecido.
- León y Ramírez (2010) afirman que la morfología de los agregados influye en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, con una mayor influencia en la manejabilidad que en las propiedades mecánicas; las partículas alargadas disminuyen el asentamiento del concreto y por lo tanto reducen su trabajabilidad.
- Alarcon (2020) indica que en el concreto elaborado con partículas chatas y alargadas del agregado grueso existe una afectación de la trabajabilidad de entre el 33% a 55%, denotándose un comportamiento inversamente proporcional a medida que se incrementa el porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; en el ensayo de contenido de aire observo una afectación de entre 3% a 20%, así mismo denota incremento a medida que aumenta el porcentaje de adición de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

Los autores citados coinciden en sus investigaciones que las partículas chatas y alargadas del agregado grueso influyen en el concreto en estado fresco sin embargo algunos no cuantifican el daño que ocasionan en la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario. En esta investigación se midió y comparó en cuanto difieren la trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco elaborado con adiciones del 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso, para el cual se diseñaron concretos de  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ .

De forma general la trabajabilidad del concreto se reduce respecto a la trabajabilidad de diseño a medida que se va incrementa la cantidad de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; observándose una afectación de hasta el 17.33% en la adición del 10% (PCH-A), mientras que a partir de la adición del 15% (PCH-A) se da la mayor afectación con un 48.00% de pérdida de la trabajabilidad.

De forma general el contenido de aire del concreto aumenta respecto al contenido de aire de diseño a medida que se va incrementa la cantidad de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; observándose una afectación de entre el 15.00% al 25.00% a partir de la adición del 15% (PCH-A).

De forma general el peso unitario del concreto se reduce a medida que se va incrementando la cantidad de partículas chatas y alargadas del agregado grueso; sin embargo, todos los resultados se mantienen dentro de los valores para concretos convencionales ( $2300 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$ ).

## 5.4. Del análisis estadístico

Se ha realizado con la finalidad de obtener la confiabilidad de los resultados obtenidos en ensayos de concreto, para que nos conduzcan a establecer conclusiones válidas de acuerdo a los objetivos trazados en esta investigación.

### 5.4.1. Para la trabajabilidad

#### A. Verificación del supuesto de normalidad

Para verificar si las variables de estudio se comportan o siguen una distribución normal se utilizó la prueba de Ryan-Joiner, siguiendo los siguientes criterios.

- P - valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos siguen una distribución normal.
- P - valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no siguen una distribución normal.

#### B. Verificación del supuesto de la igualdad de varianzas

Para verificar si las varianzas de las variables de estudio son iguales o al menos una es diferente se utilizó la prueba de Bartlett, siguiendo los siguientes criterios.

- P - valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Las varianzas son iguales.
- P - valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Las varianzas son diferentes.

### Tabla 43

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.942	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 44***Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.997	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 45***Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.588	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

Por lo tanto, en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), respecto al supuesto de normalidad al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta las hipótesis nulas y se concluye que los datos de la variable trabajabilidad provienen de una distribución normal. Respecto al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de la variable trabajabilidad son homogéneas.

### C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar si existen diferencias significativas entre las medias de la trabajabilidad respecto a las diferentes adiciones se siguió los siguientes criterios.

- P - valor  $\leq \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Existe diferencias significativas entre las medias de la trabajabilidad.
- P - valor  $> \alpha$  Aceptar  $H_0$  = No existe diferencias significativas entre las medias de la trabajabilidad.

**Tabla 46***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Trabajabilidad	478,03	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 47***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Trabajabilidad	404,54	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 48***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Trabajabilidad	396,59	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

Se observa en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) que el “P – valor” es menor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que hay diferencia altamente significativa en las medias de la trabajabilidad entre las adiciones a un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que las adiciones si tienen efectos significativos en la trabajabilidad.

#### **D. Análisis POST ANVA**

Para verificar que las medias difieren entre sí y ver cuál de las adiciones es el mejor se recurrió a la prueba de Tukey, la cual agrupa las medias y las compara.

**Tabla 49***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 0%	7,8830
	Adición 5%	7,8333
	Adición 10%	6,8500
	Adición 15%	4,6333
	Adición 20%	4,1500

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor trabajabilidad.

**Tabla 50***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 0%	7,2167
	Adición 5%	7,0500
	Adición 10%	6,4333
	Adición 15%	4,3500
	Adición 20%	4,0500

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor trabajabilidad.

**Tabla 51***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Trabajabilidad del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 0%	7,4167
	Adición 5%	7,3833
	Adición 10%	6,5830
	Adición 15%	4,1667
	Adición 20%	3,9500

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor trabajabilidad.

### **E. Gráfico de cajas y bigotes**

En concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor trabajabilidad; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de trabajabilidad se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores de trabajabilidad con la adición (porcentaje) de 0%, 10% y 20 % presentan mayor variabilidad con respecto a los del 5% y 15% debido a la dispersión de sus valores.

En concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor trabajabilidad; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de trabajabilidad se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores de trabajabilidad con la adición (porcentaje) de 0%, 5%, 10%, 15% y 20 % presentan similar variabilidad debido a la dispersión de sus valores

En concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor trabajabilidad; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de trabajabilidad se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores de trabajabilidad con la adición (porcentaje) de 0% y 10 % presentan mayor variabilidad con respecto a los del 5%, 15% y 20% debido a la dispersión de sus valores.

### **F. Análisis de regresión lineal**

En los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210 \text{ y } 280 \text{ kg/cm}^2$ ) nos indica que existe una tendencia de los valores a un comportamiento inversamente proporcional entre la adición (porcentaje) y la trabajabilidad, es decir, a mayor adición menor trabajabilidad y viceversa a menor adición mayor trabajabilidad. Además, las ecuaciones de los tres tipos de concreto nos permitir hacer una predicción o ver el comportamiento decreciente de la trabajabilidad respecto a la adición (porcentaje) de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

#### 5.4.2. Para el contenido de aire

##### A. Verificación del supuesto de normalidad

Para verificar si las variables de estudio se comportan o siguen una distribución normal se utilizó la prueba de Ryan-Joiner, siguiendo los siguientes criterios.

- P - valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos siguen una distribución normal.
- P - valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no siguen una distribución normal.

##### B. Verificación del supuesto de la igualdad de varianzas

Para verificar si las varianzas de las variables de estudio son iguales o al menos una es diferente se utilizó la prueba de Bartlett, siguiendo los siguientes criterios.

- P - valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Las varianzas son iguales.
- P - valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Las varianzas son diferentes.

**Tabla 52**

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.578	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 53**

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.753	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 54***Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.693	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

Por lo tanto, en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), respecto al supuesto de normalidad al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta las hipótesis nulas y se concluye que los datos de la variable contenido de aire provienen de una distribución normal. Respecto al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de la variable contenido de aire son homogéneas.

### C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar si existen diferencias significativas entre las medias del contenido de aire respecto a las diferentes adiciones se siguió los siguientes criterios.

- P - valor  $\leq \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Existe diferencias significativas entre las medias del contenido de aire.
- P - valor  $> \alpha$  Aceptar  $H_0$  = No existe diferencias significativas entre las medias del contenido de aire.

**Tabla 55***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Contenido de aire	59,98	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 56***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Contenido de aire	67,64	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 57***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Contenido de aire	78,17	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

Se observa en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) que el “P – valor” es menor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que hay diferencia altamente significativa en las medias del contenido de aire entre las adiciones a un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que las adiciones si tienen efectos significativos en el contenido de aire.

#### D. Análisis POST ANVA

Para verificar que las medias difieren entre sí y ver cuál de las adiciones es el mejor se recurrió a la prueba de Tukey, la cual agrupa las medias y las compara.

**Tabla 58***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 20%	2,3833
	Adición 15%	2,1167
	Adición 10%	1,6000
	Adición 5%	1,5500
	Adición 0%	1,4833

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 15% y 20% nos da como resultado mayor contenido de aire.

**Tabla 59**

*Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 20%	2,3500
	Adición 15%	2,1500
	Adición 10%	1,6167
	Adición 5%	1,5167
	Adición 0%	1,5000

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 15% y 20% nos da como resultado mayor contenido de aire.

**Tabla 60**

*Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Contenido de Aire del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 20%	2,3167
	Adición 15%	2,1833
	Adición 10%	1,5500
	Adición 5%	1,5000
	Adición 0%	1,4667

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 15% y 20% nos da como resultado mayor contenido de aire.

### **E. Gráfico de cajas y bigotes**

En concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor contenido de aire; sin embargo, se puede apreciar que el mayor aumento de contenido de aire se da entre las adiciones (porcentaje) de 10 % y 15%. Además, permite observar que los valores de contenido de aire con la adición (porcentaje) de 5% y 10 % presentan mayor variabilidad con respecto a los del 0%, 15% y 20% debido a la dispersión de sus valores.

En concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor contenido de aire; sin embargo, se puede apreciar que el mayor aumento de contenido de aire se da entre las adiciones (porcentaje) de 10 % y 15%. Además, permite observar que los valores de contenido de aire con la adición (porcentaje) de 0%, 5% y 10 % presentan mayor variabilidad con respecto a los del 15% y 20% debido a la dispersión de sus valores.

En concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 15% y 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor contenido de aire; sin embargo, se puede apreciar que el mayor aumento de contenido de aire se da entre las adiciones (porcentaje) de 10 % y 15%. Además, permite observar que los valores de contenido de aire con la adición (porcentaje) de 5%, 10%, 15% y 20 % presentan mayor variabilidad con respecto a los del 0% debido a la dispersión de sus valores.

#### **F. Análisis de regresión lineal**

En los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210 \text{ y } 280 \text{ kg/cm}^2$ ) nos indica que existe una tendencia de los valores a un comportamiento directamente proporcional entre la adición (porcentaje) y el contenido de aire, es decir, a mayor adición mayor contenido de aire y viceversa a menor adición menor contenido de aire. Además, las ecuaciones de los tres tipos de concreto nos permitir hacer una predicción o ver el comportamiento creciente del contenido de aire respecto a la adición (porcentaje) de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

#### **5.4.3. Para el peso unitario**

##### **A. Verificación del supuesto de normalidad**

Para verificar si las variables de estudio se comportan o siguen una distribución normal se utilizó la prueba de Ryan-Joiner, siguiendo los siguientes criterios.

- $P - \text{valor} \geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Los datos siguen una distribución normal.
- $P - \text{valor} < \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Los datos no siguen una distribución normal.

## B. Verificación del supuesto de la igualdad de varianzas

Para verificar si las varianzas de las variables de estudio son iguales o al menos una es diferente se utilizó la prueba de Bartlett, siguiendo los siguientes criterios.

- P - valor  $\geq \alpha$  Aceptar  $H_0$  = Las varianzas son iguales.
- P - valor  $< \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Las varianzas son diferentes.

**Tabla 61**

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Peso Unitario del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.333	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 62**

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Peso Unitario del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.762	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 63**

*Supuestos de Normalidad e Igualdad de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$*

Peso Unitario del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
Normalidad	Prueba de Ryan-Joiner	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Bartlett	P - Valor = 0.250	>	$\alpha = 0.05$

*Fuente:* Elaboración propia.

Por lo tanto, en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ), respecto al supuesto de normalidad al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta las hipótesis nulas y se concluye que los datos de la variable peso unitario provienen de una distribución normal. Respecto al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el “P – valor” que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$  se acepta la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de la variable peso unitario son homogéneas.

### C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar si existen diferencias significativas entre las medias del peso unitario respecto a las diferentes adiciones se siguió los siguientes criterios.

- P - valor  $\leq \alpha$  Aceptar  $H_1$  = Existe diferencias significativas entre las medias del peso unitario.
- P - valor  $> \alpha$  Aceptar  $H_0$  = No existe diferencias significativas entre las medias del peso unitario.

**Tabla 64**

*Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$*

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Peso unitario	1552,65	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 65**

*Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$*

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Peso unitario	2752,81	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 66***Análisis de Varianza para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Parámetro	Análisis de Variancia	
	F	P - Valor
Peso unitario	1638,73	0.000

*Fuente:* Elaboración propia.

Se observa en los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$ ) que el “P – valor” es menor que el nivel de significancia  $\alpha = 0.05$ , lo que indica que hay diferencia altamente significativa en las medias del contenido de aire entre las adiciones a un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que las adiciones si tienen efectos significativos en el contenido de aire.

**D. Análisis POST ANVA**

Para verificar que las medias difieren entre sí y ver cuál de las adiciones es el mejor se recurrió a la prueba de Tukey, la cual agrupa las medias y las compara.

**Tabla 67***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Peso Unitario del Concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$		
Tukey	Adición 0%	2375,42
	Adición 5%	2371,53
	Adición 10%	2361,46
	Adición 15%	2330,65
	Adición 20%	2327,04

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor peso unitario.

**Tabla 68***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Peso Unitario del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$		
	Adición 0%	2385,30
	Adición 5%	2381,55
Tukey	Adición 10%	2369,51
	Adición 15%	2333,40
	Adición 20%	2329,75

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor peso unitario.

**Tabla 69***Análisis de las Diferencias de Medias para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Peso Unitario del Concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$		
	Adición 0%	2386,32
	Adición 5%	2384,16
Tukey	Adición 10%	2370,58
	Adición 15%	2334,95
	Adición 20%	2330,60

*Fuente:* Elaboración propia.

Se concluye que la adición del 0% y 5% nos da como resultado mayor peso unitario.

### **E. Gráfico de cajas y bigotes**

En concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor peso unitario; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de peso unitario se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores del peso unitario con la adición (porcentaje) de 0%, 5% y 15% presentan mayor variabilidad con respecto a los del 10% y 20% debido a la dispersión de sus valores.

En concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor peso unitario; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de peso unitario se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores del peso unitario con la adición (porcentaje) de 0%, 5%, 10%, 15% y 20% presentan uniformidad de variabilidad debido a la dispersión de sus valores.

En concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , se apreció que las bachadas elaboradas con adiciones (porcentajes) de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso alcanzan mayor peso unitario; sin embargo, se puede apreciar que la mayor pérdida de peso unitario se da entre las adiciones (porcentaje) de 10% y 15%. Además, permite observar que los valores del peso unitario con la adición (porcentaje) de 0% y 10% presentan mayor variabilidad con respecto a los del 5%, 15% y 20% debido a la dispersión de sus valores.

#### **F. Análisis de regresión lineal**

En los tres tipos de concreto ( $f'c = 175, 210 \text{ y } 280 \text{ kg/cm}^2$ ) nos indica que existe una tendencia de los valores a un comportamiento inversamente proporcional entre la adición (porcentaje) y el peso unitario, es decir, a mayor adición menor peso unitario y viceversa a menor adición mayor peso unitario. Además, las ecuaciones de los tres tipos de concreto nos permitir hacer una predicción o ver el comportamiento decreciente del peso unitario respecto a la adición (porcentaje) de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1. CONCLUSIONES

- La trabajabilidad en concretos  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  presenta un comportamiento inversamente proporcional al porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso (PCH-A), además, se aprecia una afectación con respecto a la trabajabilidad de diseño de hasta el 17% en la adición del 10% (PCH-A), mientras que a partir de la adición del 15% (PCH-A) se da una afectación del 48% y para el 20% (PCH-A) hasta 51%.
- El contenido de aire en concretos  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco presenta un comportamiento directamente proporcional al porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso (PCH-A), observándose una afectación con respecto al contenido de aire de diseño de entre el 15% al 25% a partir de la adición del 15% (PCH-A).
- El peso unitario en concretos  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  en estado fresco presenta un comportamiento inversamente proporcional al porcentaje de partículas chatas y alargadas del agregado grueso (PCH-A), observándose una afectación con respecto al 0% (PCH-A) de hasta el 2%, sin embargo, todos los resultados se mantienen dentro del rango para concretos convencionales.

## 6.2. RECOMENDACIONES

- Para mantener la trabajabilidad del concreto se debe utilizar agregados que contengan cantidades inferiores al 10% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.
- Para asegurar el contenido de aire del concreto se debe utilizar agregados que contengan cantidades inferiores al 15% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso.
- En el caso de utilizarse concretos con porcentajes mayores al 10% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso se podría incorporar un aditivo plastificante para recuperar la trabajabilidad.
- Para investigaciones posteriores se sugiere experimentar con por lo menos tres tipos de concretos adicionales de resistencias mayores considerando los mismos porcentajes de partículas chatas y alargadas, así mismo, investigar la variación que se produce al incorporar cantidades comprendidas entre el 10% y 15% de partículas chatas y alargadas para determinar un punto de inflexión de la trabajabilidad.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto F. (2009). *Tecnología del Concreto: Teoría y Problemas*. Lima, Perú: San Marcos.
- Alarcon, G. (2020). *Influencia de las partículas chatas y alargadas del agregado grueso en la trabajabilidad y resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* . Universidad Nacional de Jaén, Jaén, Cajamarca, Perú.
- American Concrete Institute (ACI). (2009). Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91) (Reapproved 2009).  
<https://www.concrete.org/publications/internationalconcreteabstractsportal/m/details/id/5092>
- Harmsen, T. E. (2017). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- León M., y Ramírez F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. *Ingeniería de construcción*, 25(2), 215-240.  
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v25n2/art03.pdf>
- Municipalidad Provincial de Jaén. (2013). Plan de desarrollo urbano: Ciudad de Jaén 2013 – 2025 (Pública N° 04-2012-MPJ-CEP).  
<https://munijaen.gob.pe/documentos/proyecto1/VOLUMEN%20II%20REGLAMEN%20DE%20ZONIFICACION.pdf>
- Neville A., y Brooks J. (2010). *Tecnología del concreto*. Ciudad de México, México: Trillas.
- Norma Técnica Peruana (NTP 339.035). *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*.

Norma Técnica Peruana (NTP 339.046). *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).*

Norma Técnica Peruana (NTP 339.083). *Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión.*

Norma Técnica Peruana (NTP 339.088). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland.*

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

Norma Técnica Peruana (NTP 400.040). *Partículas chatas o alargadas del agregado grueso.*

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2009). *Norma E.060: Concreto armado.*  
<http://www3.vivienda.gob.pe/dgprvu/titulo03edificaciones.html>

Rivva, E. (2014a). *Concreto: Materiales para el Concreto.* Lima, Perú: ICG.

Rivva, E. (2014b). *Concreto: Diseño de Mezclas.* Lima, Perú: ICG.

Rivva, E. (2014c). *Concreto: Supervisión del Concreto en Obra.* Lima, Perú: ICG.

Scanferla, L. (2010). *Evaluación de los agregados localmente disponibles para ser empleados en hormigones de pavimentos.* (Tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.

## **DEDICATORIA**

A mis **PADRES:**

URIAS ALARCON TAPIA y a mi madre ROSA E. GARCIA GIL, por ser los pilares fundamentales de mi vida y no dejarme desfallecer en los momentos en los que me creí perdido, por ese luchar y sacrificio desmedido y ese anhelo de verme siempre triunfante, por ese ejemplo de vida del cual siempre estaré orgulloso, sin ellos nada de esto sería realidad. Les estaré eternamente agradecido.

A mis **HERMANOS:**

MIGUEL A. ALARCON GARCIA, KATHERINE M. ALARCON GARCIA Y KATHIA M. ALARCON GARCIA por todo el apoyo desinteresado brindado durante mi formación.

A DIOS por sus bendiciones y las fuerzas para seguir adelante ante las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

## AGRADECIMIENTO

Al ingeniero **Wilmer Rojas Pintado y Billy Alexis Cayatopa Calderón** por la asesoría y el tiempo brindado, por el compartir desinteresado de sus conocimientos y experiencias para enriquecer el presente trabajo de investigación, alentándome en todo momento y estar pendientes en cada paso que dábamos para cumplir nuestro objetivo.

Al ingeniero **Luis G. Meléndez Tuesta** responsable del Laboratorio MAGMA - SERVICIOS GENERALES DE INGENIERÍA S.A.C., por permitirme utilizar los ambientes y equipos de su laboratorio, y por la certificación de los ensayos físicos de los agregados y de los ensayos de trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario del concreto en estado fresco.

Al señor **Juanito H. Soberón Herrera** técnico laboratorista del Laboratorio MAGMA - SERVICIOS GENERALES DE INGENIERÍA SAC, por el apoyo brindado durante los ensayos físicos de los agregados y de los ensayos del concreto en estado fresco.

A todos nuestros amigos que de manera directa e indirecta se vieron inmiscuidos en esta labor y nos permitieron realizarla.

# **ANEXOS**

***ANEXO 1.***  
***ENSAYOS DE LOS***  
***AGREGADOS PARA***  
***CONCRETO***

## **ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS**

**PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL  
AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y  
PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA**

**TESISTA:  
JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA**

**ELABORADO POR:**




**JAEN, SETIEMBRE DEL 2020**

**ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216)**

TESISTA : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA  
PROYECTO : TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f'c = 175, 210$  y  $280$   
kg/cm<sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO  
UBICACIÓN : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
CANTERA : OLANO  
MATERIAL : AGREGADO FINO  
FECHA : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020

**CONTROL DE HUMEDAD**

MUESTRA	M - 01			
RECIPIENTE N°	12			
1 Peso de la Lata + Suelo Húmedo	1307.6			
2 Peso de la Lata + Suelo Seco	1273.9			
3 Peso de la Lata	110			
4 Peso de agua ( 1-2 )	33.70			
5 Peso del suelo seco ( 2 - 3 )	1163.90			
6 Humedad ( 4 / 5 *100 )	2.90			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUAN E. H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Luis G. Méndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CH 58121

**ENSAYO DE CONTROL DE HUMEDAD (ASTM D-2216)**

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

**CANTERA** : OLANO

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO

**FECHA** : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020

**CONTROL DE HUMEDAD**

MUESTRA	M - 01			
RECIPIENTE N°	10			
1 Peso de la Lata + Suelo Húmedo	2152			
2 Peso de la Lata + Suelo Seco	2135.5			
3 Peso de la Lata	118			
4 Peso de agua ( 1-2 )	16.50			
5 Peso del suelo seco ( 2 - 3 )	2017.50			
6 Humedad ( 4 / 5 *100 )	0.82			

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUAN D. H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Pesta  
ING. RESPONSABLE - E10/36021

<b>ENSAYO MATERIAL QUE PASA MALLA No. 200</b>	
Método ASTM C-117	
<b>TESISTA</b> : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA	
INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN	
<b>PROYECTO</b> : LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO $f'c = 175, 210$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ EN ESTADO FRESCO	
<b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA	
<b>CANTERA</b> : OLANO	
<b>MUESTRA</b> : AGREGADO FINO	<b>Realizado por</b> : J.S.H.
<b>FECHA</b> : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020	<b>Revisado por</b> : Ing. L.M.T.
	<b>TAMAÑO MINAL MÁXIMO DEL MATERIAL</b>
	4.76 mm
A	<b>PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR</b>
	2516.20 gr
B	<b>PESO DEL MATERIAL LAVADO</b>
	2454.20 gr
C	<b>PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)</b>
	62.00 gr
D	<b>PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (<math>C \cdot 100/A</math>)</b>
	2.46 %
E	<b>ESPECIFICACIÓN</b>
	5 %
F	<b>CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN....?</b>
	<b>SI CUMPLE</b>
<b>Observaciones:</b>	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soberón*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez*  
Luis G. Meléndez Auesta  
ING. RESPONSABLE. CIP 58121

**ENSAYO MATERIAL QUE PASA MALLA No. 200**

Método ASTM C-117

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
**CANTERA** : OLANO  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO **Realizado por** : J.S.H.  
**FECHA** : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020 **Revisado por** : Ing. L.M.T.

	TAMAÑO MINAL MÁXIMO DEL MATERIAL	19.05 mm
A	PESO INICIAL DEL MATERIAL SECO SIN LAVAR	5329.50 gr
B	PESO DEL MATERIAL LAVADO	5312.70 gr
C	PESO DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (A-B)	16.80 gr
D	PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA LA MALLA 200 (C*100/A)	0.32 %
E	ESPECIFICACIÓN	<b>5.00 %</b>
F	CUMPLE CON LA ESPECIFICACIÓN....?	<b>SI CUMPLE</b>

**Observaciones:**

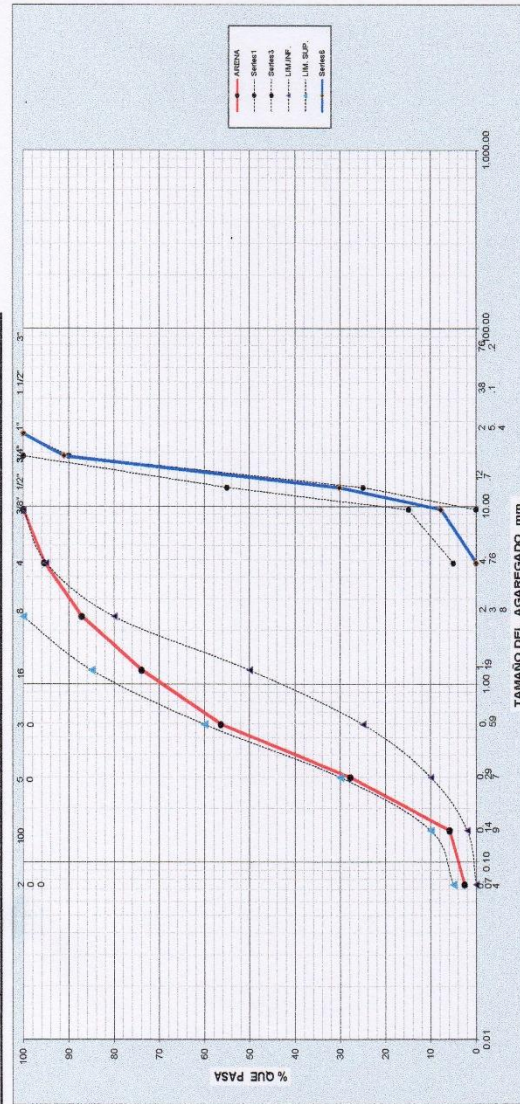
MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juancho H. Sobrón Herrera*  
JUANCHO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Zúñiga*  
Luis G. Meléndez Zúñiga  
ING. RESPONSABLE. CP 5121

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
PARA CONCRETO**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD. CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO $f_c = 175, 210, 280 \text{ kg/cm}^3$ EN ESTADO FRESCO
SOLICITA	JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA
UBICACION	DISTRITO JAEN - PROVINCIA JAEN - REGION CAJAMARCA
FECHA	02 DE SEPTIEMBRE DEL 2020
AGREGADO GRUESO	T.M.N. 3M - CHANICADA
AGREGADO FINO	ZARANDIEADA
CANTERA	OLANO
	OLANO

Tamices ASTM	Abertura mm	AGREGADO GRUESO (GRAVA)		GRAVA CHANICADA	
		Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	Que Pasa	Graduación
3"	76 200			100,00	
2"	50 800				
1 1/2"	38 100				
1"	25 400				100
3/4"	19 050	475,90	8,93	91,07	90
1/2"	12 700	3243,40	60,86	69,79	25
3/8"	9 525	1198,30	22,45	92,23	0
1/4"	6 350	175,30	3,28	95,52	4,48
Nro 4	4 750	238,60	4,48	100,00	0
TOTAL					
PESO INC.	15 329,50	5 329,50	100,00		



NOTA: LA MUESTRAS EMPLEADAS PARA EL ANÁLISIS FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE

MÓDULO DE FINIZA ARENA: 2,54

ARENA: EXCELENTE  BUENA  REGULAR  MALA   
 GRAVA: EXCELENTE  BUENA  REGULAR  MALA


MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUAN G. MELÉNDEZ TORRES  
ING. RESPONSABLE 13872

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO	
Método ASTM C -128	
<b>TESISTA</b>	: JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA
<b>PROYECTO</b>	: INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO f'c = 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA
<b>MUESTRA</b>	: AGREGADO FINO
<b>CANTERA</b>	: OLANO
<b>FECHA</b>	: 02 DE SETIEMBRE DEL 2020
DATOS	
A= Peso al aire de la muestra desecada (gr)	493.00
B= Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)	702.40
C= Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)	1003.60
S= Peso de la muestra Saturada con superficie seca (gr)	500.00
CÁLCULOS	
Peso Especifico Aparente	$A/(B+S-C)$ 2.48
Peso Especifico Aparente S:S:S.	$S/(B+S-C)$ 2.52
Peso Especifico Nominal	$A/(B+A-C)$ 2.57
Absorción %	$100(S-A)/A$ 1.42

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
INGENIERO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
LUIS G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - EIP 58121

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO Método ASTM C -127		
TESISTA	: JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA	
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO $f'c = 175, 210$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ EN ESTADO FRESCO	
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA	
CANTERA	: OLANO	
MATERIAL	: AGREGADO GRUESO	
FECHA	: 02 DE SETIEMBRE DEL 2020	
DATOS		
A= Peso en el aire de la muestra seca (gr)		2972.20
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr)		3005.30
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (gr)		1880.20
CÁLCULOS		
Peso Especifico Aparente	$A/(B-C)$	2.64
Peso Especifico Aparente S:S:S.	$B/(B-C)$	2.67
Peso Especifico Nominal	$A/(A-C)$	2.72
Absorción %	$100*(B-A)/A$	1.11

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOSA HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 LUIS G. Melekidtz Tuesta  
 ING. RESPONSABLE - CIP 58121

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO					
TESISTA	: JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA				
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO $f_c = 175, 210$ y $280 \text{ kg/cm}^2$ EN ESTADO FRESCO				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA				
MATERIAL	: AGREGADO FINO PARA CONCRETO				
CANTERA	: OLANO				
FECHA	: 02 DE SETIEMBRE DEL 2020				
<b>Peso volumétrico suelto</b>					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
6994	2060	10242	3248	1.5767	1.578
6994	2060	10237	3243	1.5743	
6994	2060	10258	3264	1.5845	
<b>Peso volumétrico varillado</b>					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
6994	2060	10572	3578	1.7369	1.737
6994	2060	10565	3571	1.7335	
6994	2060	10577	3583	1.7393	

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Iniesta  
 ING. RESPONSABLE CIP 38721

PESO VOLUMÉTRICO SUELTO Y VARILLADO					
<b>TESISTA</b> : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA					
INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO					
<b>PROYECTO</b> : EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO f'c = 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO					
<b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA					
<b>CANTERA</b> : OLANO					
<b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO					
<b>FECHA</b> : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020					
<b>Peso volumétrico suelto</b>					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
6994	2060	9862	2668	1.3922	1.378
6994	2060	9833	2839	1.3782	
6994	2060	9803	2809	1.3636	
<b>Peso volumétrico varillado</b>					
PESO DEL MOLDE	VOLUMEN DEL MOLDE	PESO DEL MOLDE + MATERIAL	PESO DEL MATERIAL	DENSIDAD	DENSIDAD PROMEDIO
6994	2060	10039	3045	1.4782	1.481
6994	2060	10052	3058	1.4845	
6994	2060	10045	3051	1.4811	

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

JUAN P. H. SOBERRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE C. 28191

<b>TESISTA</b> : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA <b>PROYECTO</b> : INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO f <sub>c</sub> = 175, 210 y 280 kg/cm <sup>2</sup> EN ESTADO FRESCO <b>UBICACIÓN</b> : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA <b>CANTERA</b> : OJANO <b>MATERIAL</b> : AGREGADO GRUESO <b>FECHA</b> : 02 DE SETIEMBRE DEL 2020												
<b>DETERMINACION DE PARTICULAS CHATAS, ALARGADAS, Y PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADO GRUESO</b>												
<b>MTC E 223 (ASTM D - 4791)</b>												
MATERIAL	AGREGADO GRUESO			PARTICULAS CHATAS		PARTICULAS ALARGADAS		PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTICULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS		
	Abertura (mm)	PESO (A) (g)	RETIENE (C) (%)	PASA (%)	PESO (E) (g)	(%)	PESO (F) (g)	(%)	PESO (G) (g)	(%)	PESO (H) (g)	(%)
3"	76.200											
2"	50.800											
1 1/2"	36.100			100,00								
1"	25.400											
3/4"	19.050	475.90	8.93	91.07	15.45	0.31	14.54	0.30	18.54	0.38	427.37	8.69
1/2"	12.700	3.243.40	60.86	30.21	157.59	3.21	58.45	1.19	187.14	3.81	2840.22	57.78
3/8"	8.750	1.196.30	22.45	7.77	36.51	0.74	9.43	0.19	45.57	0.93	1104.79	22.48
1/4"	6.350	175.30	3.29	4.48	209.55		82.42		251.25		4372.38	
Nº 04	4.760	238.60	4.48									
Peso Total de la Muestra (B)		5 329.5										
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido acumulado en 3/8")		4 915.6										
<b>RESULTADOS (Promedio Ponderado)</b>												
Relación Dimensional <b>1 : 3</b>												
PARTICULAS CHATAS <b>4 %</b>												
PARTICULAS ALARGADAS <b>2 %</b>												
PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS <b>5 %</b>												
PARTICULAS NI CHATAS NI ALARGADAS <b>89 %</b>												
<b>Fórmulas:</b> $\frac{\text{Partículas Chatas} + \text{Alargadas} + \text{Partículas Chatas y Alargadas} (\%) = \left[ \left( \frac{E}{A} \times 100 \right) + \left( \frac{F}{D} \times 100 \right) \right] / 100}$												
<b>Donde:</b> <b>A</b> Peso retenido en cada tamiz <b>B</b> Peso Total de la Muestra Agregado Granular <b>C</b> % Retenido en la muestra total <b>D</b> Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8")												

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Muñoz Torres  
ING. ROLANDO TORRES G. CP. 81721

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
RAMIRO H. SOBERRÓN HERRERA  
ING. TÉCNICO LABORATORISTA

# Registro de la Propiedad Industrial

## Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo :



Distingue : Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0266428-2006

Titular : MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País : PERU

Vigencia : 07 de Julio de 2016

Tomo : 212

Folio : 158

  
**MIGUEL ANGEL SANCHEZ**  
**DEL SOLAR QUINONES**  
Jefe de la Oficina  
de Signos Distintivos  
INDECOPI



EXPEDIENTE N° 88488-2018

RESOLUCIÓN N° 001086 - 2016/OSD-Reg - Indecopi

Lima,

Con fecha 09 de junio de 2016, MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. de Perú, solicita la Renovación del registro N° 42358.

#### 1 ANÁLISIS

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los sesenta meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de sesenta meses, contado a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el presente procedimiento, las disposiciones contenidas en los artículos 170°, 184°, 189°, 190° y 192° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 70° del Decreto Legislativo N° 1075, en lo que corresponde, así como lo solicitado por el Titular Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; proceso acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 26°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionada por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075, que actualiza disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

#### 2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., la renovación del registro de la marca de servicio constituida por la denominación MAGMA escrita en letras características donde la primera letra A representa un volcán del cual emerge lava y en la parte inferior se aprecia la frase SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. escrita en letras características, todo en los colores negro, rojo y amarillo, de la clase 42 de la Clasificación Internacional, inscrita con certificado N° 42358, otorgando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 07 de julio de 2016.



Regístrese y comuníquese

  
**Maria Isabel Maguilla Torres**  
Asesora de Registro y Archivo  
Dirección de Signos Distintivos  
Indecopi

**ANEXO 2.**

**ESPECIFICACIONES**

**TÉCNICAS DEL CEMENTO**



**CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.**  
 Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima  
 Carretera Panamericana Norte Km. 666 Pacasmayo - La Libertad  
 Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04  
 Versión 03

## CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo IC0

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	5440	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA

**Resistencia Compresión :**

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	20.2 (206)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	25.9 (264)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	32.9 (335)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

**Tiempo de Fraguado Vicat :**

Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	254	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas  
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

**ANEXO 3.**  
**ESPECIFICACIONES**  
**TÉCNICAS DEL**  
**CALIBRADOR**  
**PROPORCIONAL DE**  
**PARTÍCULAS CHATAS Y**  
**ALARGADAS**



### CERTIFICADO DE CONFORMIDAD 010-19 PCA

Solicitante : ALARCON GARCIA JHONY ALEXANDER

Equipo : Calibrador de Partículas Chatas y Alargadas

Fecha : 03.09.2019

Cantidad : 01 Und.

Equipo de Verificación usado : \* Calibrador de 0 a 300 mm prec. 0.01 mm Mitutoyo / Japan  
Mod. CD-12" CP, N/S 1002520 (Calibrado)-F-0845-2019-INACAL

Norma de Ensayo : ASTM D-4791

Modelo : CPCA-01  
Tipo : Conc  
Relación : 1:2, 1:3, 1:4, 1:5

#### Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja : NO

Equipo Operativo : SI

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

**RCP LABORATORIOS E.I.R.L.**  
*Ing. Luis Taboada Polacios*  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP: 56651

**GARANTIA DE 12 MESES POR DEFECTOS DE FABRICACIÓN**

**ANEXO 4.**

**ENSAYOS DEL**

**CONCRETO EN ESTADO**

**FRESCO**

## ENSAYOS DE MECANICA DE SUELOS

**PROYECTO : INFLUENCIA DE LAS PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL  
AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y  
PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA**

**TESISTA:  
JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA**

**ELABORADO POR:**



**JAEN, SETIEMBRE DEL 2020**

**ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

ASTM C - 143 / NTP 339.035 / MTC E703

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
**CONCRETO** :  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$   
**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ASENTAMIENTO / SLUMP (Cm)**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	7.80	7.90	6.70	4.60	4.10
M - 02	7.60	7.80	6.90	4.80	4.20
M - 03	7.70	8.10	6.80	4.50	4.00
M - 04	7.90	7.90	7.00	4.40	3.90
M - 05	8.00	7.70	6.60	4.60	4.30
M - 06	8.30	7.60	7.10	4.90	4.40

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuasta  
ING. RESPONSABLE - CIP 5974

**ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO**

ASTM C - 143 / NTP 339.035 / MTC E703

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

**CONCRETO** :  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**FECHA** : 18 DE SETIEMBRE DEL 2020

**ASENTAMIENTO / SLUMP (Cm)**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	7.40	7.00	6.20	4.10	4.10
M - 02	7.20	7.10	6.60	4.30	3.80
M - 03	6.90	7.30	6.50	4.60	4.30
M - 04	7.10	7.20	6.40	4.20	4.20
M - 05	7.30	6.80	6.30	4.50	3.90
M - 06	7.40	6.90	6.60	4.40	4.00

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 JUANITO H. SABORÓN HERRERA  
 TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
 Luis G. Meléndez Tuesta  
 ING. RESPONSABLE (CIP 35121)

ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO					
ASTM C - 143 / NTP 339.035 / MTC E703					
TESISTA	: JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA				
PROYECTO	: INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO $f'c = 175, 210$ Y $280 \text{ kg/cm}^2$ EN ESTADO FRESCO				
UBICACIÓN	: DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA				
CONCRETO	: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$				
FECHA	: 20 DE SETIEMBRE DEL 2020				
ASENTAMIENTO / SLUMP (Cm)					
Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	7.30	7.20	6.40	4.40	4.10
M - 02	7.20	7.30	7.00	4.30	4.20
M - 03	7.50	7.60	6.70	4.10	3.80
M - 04	7.70	7.50	6.80	4.20	3.70
M - 05	7.20	7.30	6.20	3.90	3.90
M - 06	7.60	7.40	6.40	4.10	4.00
NOTA : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.					

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Juanito H. Soberón Herrera*  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA SAC LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*Luis G. Meléndez Tuesta*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING RESPONSABLE C.R. 58121

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO**

ASTM C - 231 / NTP 339.083 / MTC E706

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
**CONCRETO** :  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$   
**FECHA** : 16 DE SEPTIEMBRE DEL 2020

**CONTENIDO DE AIRE: MÉTODO DE PRESIÓN (%)**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	1.50	1.60	1.40	2.30	2.50
M - 02	1.60	1.50	1.80	2.10	2.30
M - 03	1.50	1.70	1.50	2.20	2.40
M - 04	1.40	1.40	1.80	2.00	2.20
M - 05	1.40	1.70	1.60	2.10	2.50
M - 06	1.50	1.40	1.50	2.00	2.40

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA SAC - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

Luis G. Meléndez Zúñiga  
ING. RESPONSABLE - C-158121

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO**

ASTM C - 231 / NTP 339.083 / MTC E706

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

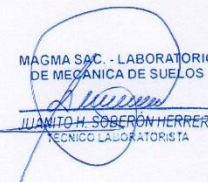
**CONCRETO** :  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**FECHA** : 18 DE SETIEMBRE DEL 2020

**CONTENIDO DE AIRE: MÉTODO DE PRESIÓN (%)**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	1.50	1.50	1.50	2.20	2.40
M - 02	1.40	1.60	1.60	2.30	2.30
M - 03	1.50	1.70	1.80	2.10	2.50
M - 04	1.60	1.50	1.80	2.00	2.40
M - 05	1.40	1.40	1.60	2.20	2.20
M - 06	1.60	1.40	1.40	2.10	2.30

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Luis G. Meléndez Tuasta  
ING. RESPONSABLE - CIP 58171

**ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DE MEZCLA DE CONCRETO FRESCO**

ASTM C - 231 / NTP 339.083 / MTC E706

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

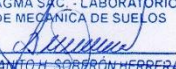
**CONCRETO** :  $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$

**FECHA** : 20 DE SETIEMBRE DEL 2020

**CONTENIDO DE AIRE: MÉTODO DE PRESIÓN (%)**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	1.50	1.60	1.60	2.30	2.40
M - 02	1.40	1.40	1.40	2.10	2.20
M - 03	1.40	1.60	1.80	2.20	2.50
M - 04	1.50	1.40	1.60	2.20	2.30
M - 05	1.40	1.50	1.40	2.00	2.20
M - 06	1.60	1.50	1.50	2.30	2.30

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
JUANITO H. SOBRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE: CIV. 58121

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL CONCRETO**

ASTM C - 138 / NTP 339,046 / MTC E714

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA

**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO

**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA

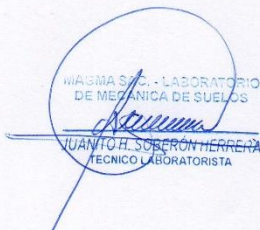
**CONCRETO** :  $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

**FECHA** : 16 DE SETIEMBRE DEL 2020

**DENSIDAD / PESO UNITARIO ( $\text{kg/m}^3$ )**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	2374.66	2368.82	2362.26	2332.19	2327.92
M - 02	2374.23	2369.96	2361.41	2330.63	2326.35
M - 03	2373.52	2372.67	2362.41	2332.48	2328.20
M - 04	2377.08	2371.10	2360.55	2329.49	2327.63
M - 05	2376.23	2373.38	2360.84	2328.06	2326.49
M - 06	2376.80	2373.24	2361.27	2331.05	2325.64

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.



MAGMA S.A.C. - LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA



MAGMA S.A.C. LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP 38121

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL CONCRETO**

ASTM C - 138 / NTP 339.046 / MTC E714

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f_c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
**CONCRETO** :  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
**FECHA** : 18 DE SETIEMBRE DEL 2020

**DENSIDAD / PESO UNITARIO ( $\text{kg/m}^3$ )**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	2383.78	2381.07	2369.25	2334.47	2329.06
M - 02	2386.63	2380.50	2369.39	2333.76	2330.63
M - 03	2384.64	2381.64	2370.96	2331.77	2329.63
M - 04	2387.49	2380.93	2371.53	2334.05	2331.05
M - 05	2385.21	2383.35	2368.39	2332.05	2329.34
M - 06	2384.07	2381.79	2367.54	2334.33	2328.77

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JUANITO H. SOBERÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS

JULIO G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP 1851

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO) DEL CONCRETO**

ASTM C - 138 / NTP 339.046 / MTC E714

**TESISTA** : JHONY ALEXANDER ALARCON GARCIA  
**PROYECTO** : INFLUENCIA DE LAS PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO EN LA TRABAJABILIDAD, CONTENIDO DE AIRE Y PESO UNITARIO DEL CONCRETO  $f'c = 175, 210$  Y  $280 \text{ kg/cm}^2$  EN ESTADO FRESCO  
**UBICACIÓN** : DISTRITO JAÉN - PROVINCIA JAÉN - REGIÓN CAJAMARCA  
**CONCRETO** :  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$   
**FECHA** : 20 DE SETIEMBRE DEL 2020

**DENSIDAD / PESO UNITARIO ( $\text{kg/m}^3$ )**

Muestra	Adición de Partículas Chatas y Alargadas del Agregado Grueso				
	0 %	5 %	10 %	15 %	20 %
M - 01	2383.78	2381.07	2372.52	2333.48	2331.62
M - 02	2387.63	2383.35	2369.39	2334.76	2330.20
M - 03	2384.64	2384.49	2368.11	2335.19	2331.05
M - 04	2387.49	2383.78	2373.24	2334.33	2331.34
M - 05	2388.06	2387.63	2369.82	2335.76	2330.06
M - 06	2386.35	2384.64	2370.39	2336.18	2329.34

**NOTA** : Los Ensayos fueron elaborados por el Tesista en el Laboratorio de MAGMA SAC, bajo la supervisión del personal técnico de este Laboratorio.

MAGMA S.A.C. - LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*[Firma]*  
JUANITO H. SOBRRÓN HERRERA  
TÉCNICO LABORATORISTA

MAGMA S.A.C. LABORATORIO  
DE MECÁNICA DE SUELOS  
*[Firma]*  
Luis G. Meléndez Tuesta  
ING. RESPONSABLE - CIP. 20611

# Registro de la Propiedad Industrial

## Oficina de Signos Distintivos

CERTIFICADO N° 00042358

La Oficina de Signos Distintivos del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI, certifica que por mandato de la Resolución N° 010408-2006/OSD - INDECOPI de fecha 07 de Julio de 2006, ha quedado inscrito en el Registro de Marcas de Servicio, el siguiente signo:

Signo



Distingue : Ensayos de laboratorio de mecánica de suelos y concreto para obras y proyectos de irrigación, hidroenergéticas, viales, edificaciones en general; servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a actividades de ingeniería

Clase : 42 de la Clasificación Internacional.

Solicitud : 0266428-2006

Titular : MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C.

País : PERU

Vigencia : 07 de Julio de 2016

Tomo : 212

Folio : 158

  
**MIGUEL ANGEL SANCHEZ**  
**DEL SOLAR QUINONES**  
Jefe de la Oficina  
de Signos Distintivos  
INDECOPI



EXPEDIENTE N° 884889-2016

RESOLUCIÓN N° 007686 - 2016/OSD-Reg - Indecopi

Lima,

Con fecha 09 de junio de 2016, MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., de Perú, solicita la Renovación del registro N° 42358.

**1. ANÁLISIS**

Los artículos 152° y 153° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, establecen que la renovación del registro de una marca deberá solicitarse ante la Oficina Competente, dentro de los seis meses anteriores a la fecha de su expiración. No obstante, el titular de la marca gozará de un plazo de gracia de seis meses, contado a partir de la fecha del mismo.

Asimismo, habiéndose cumplido con las formalidades establecidas en el presente procedimiento, las disposiciones contenidas en los artículos 175°, 176°, 184°, 187°, 190° y 191° de la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial, y el artículo 75° del Decreto Legislativo N° 1075, en lo que corresponde, así como lo solicitado por el Tercer Único de Procedimientos Administrativos del Indecopi; proceso acceder a la renovación solicitada.

La presente Resolución se emite en aplicación de las normas legales antes mencionadas y en uso de las facultades conferidas por los artículos 26°, 40° y 41° de la Ley de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual - Indecopi, sancionadas por Decreto Legislativo N° 1033, Reglamento y su modificatoria, concordante con el artículo 4° del Decreto Legislativo N° 1075, que aprueba disposiciones complementarias a la Decisión 486, Régimen Común sobre Propiedad Industrial.

**2. DECISIÓN DE LA DIRECCIÓN DE SIGNOS DISTINTIVOS**

INSCRIBIR en el Registro de Marcas de Servicio de la Propiedad Industrial, a favor de MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C., la renovación del registro de la marca de servicio constituida por la denominación MAGMA escrita en letras caracterizadas donde la primera letra A representa un triángulo del cual emerge una línea y en la parte inferior se agrupa la frase SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C. escrita en letras caracterizadas, todo en los colores negro, rojo y amarillo, de la clase 42 de la Clasificación Internacional. Inscrita con certificado N° 42358, cuidando bajo el amparo de ley por el plazo de diez años, contado desde el vencimiento del registro anterior, que expirará el 07 de julio de 2016.

Regístrese y comuníquese



**ANEXO 5.**  
**PANEL FOTOGRAFICO**

**PLANTA PROCESADORA DE AGREGADOS OLANO**



**AGREGADO GRUESO Y FINO**

**ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO**



**USO DEL CALIBRADOR PROPORCIONAL DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS**



**PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO**

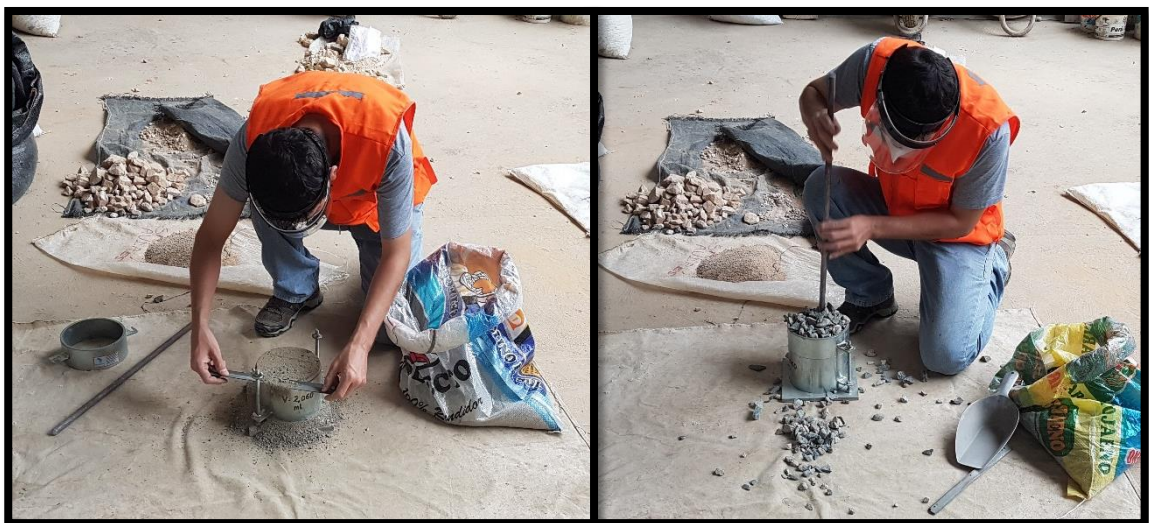
**ENSAYO DE MATERIALES PARA ELABORACIÓN DE CONCRETO**



**CUARTEO Y GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS**



**HUMEDAD, PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS**



**PESO SUELTO Y VARILLADO DE LOS AGREGADOS**

**ELABORACIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  CON PORCENTAJES DE 0%, 5%, 10%, 15% Y 20% DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS DEL AGREGADO GRUESO**



**AGREGADO GRUESO Y PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS**



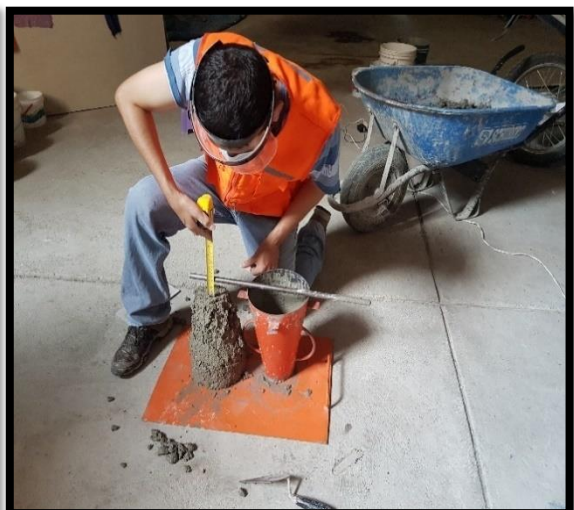
**AGREGADO FINO, CEMENTO Y AGUA**



**MEZCLADO DE LOS MATERIALES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO**

**ENSAYOS AL CONCRETO FRESCO ELABORADOS CON P. CHATAS Y ALARGADAS**

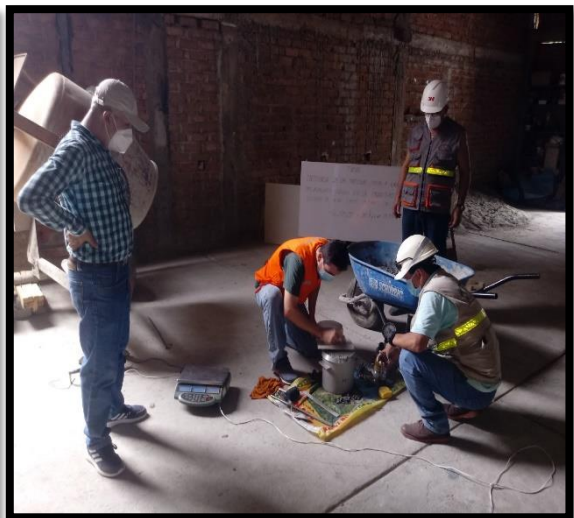
**1. ENSAYO DE ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP)**



## 2. ENSAYO DE CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO



### 3. ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO



**ANEXO 6.**  
**ANÁLISIS ESTADÍSTICO**  
**EN EL SOFTWARE**  
**MINITAB 18**

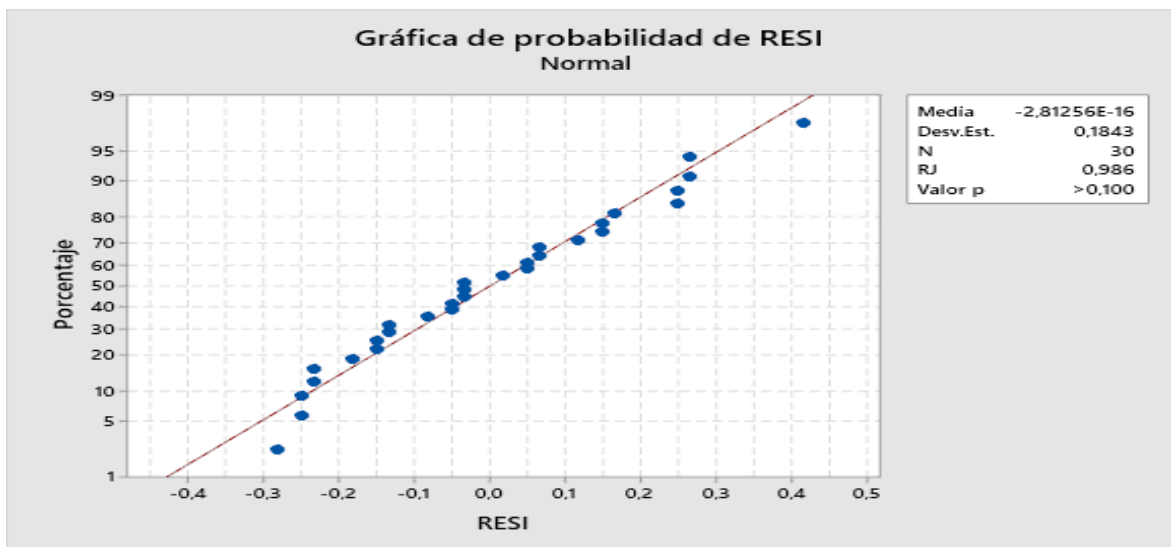
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONCRETO $f'c = 175, 210$ Y $280 \text{ kg/cm}^2$ EN ESTADO FRESCO

## 1. ASENTAMIENTO (TRABAJABILIDAD)

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

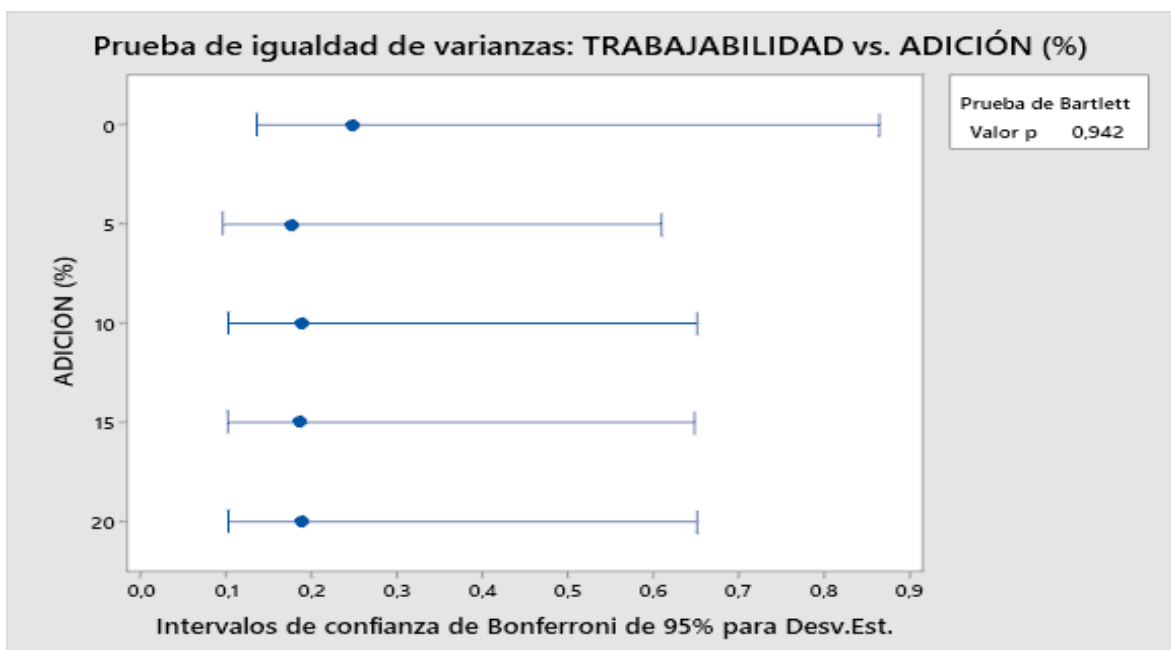
**Figura 58**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 59**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 70***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	75,3380	18,8345	478,03	0.000
Error	25	0,98500	0,03940		
Total	29	76,3230			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 71***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
0	6	7,8830	A
5	6	7,8333	A
10	6	6,8500	B
15	6	4,6333	C
20	6	4,1500	D

*Fuente: Software Minitab 19*

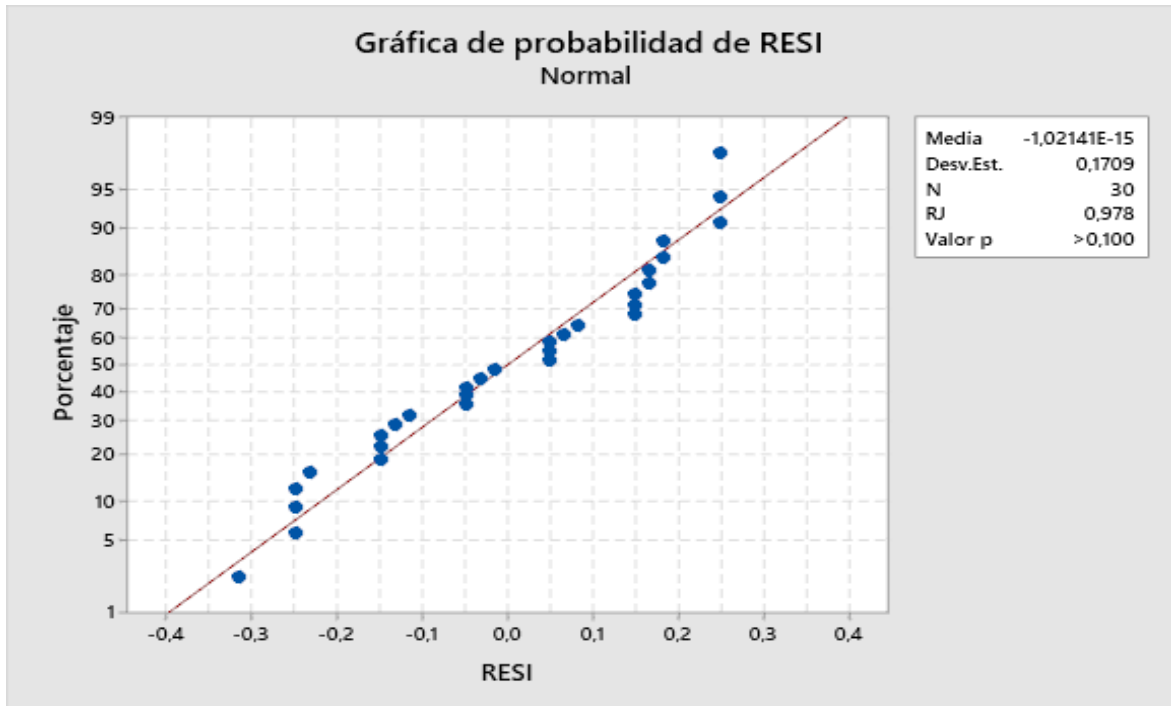
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor trabajabilidad.

b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

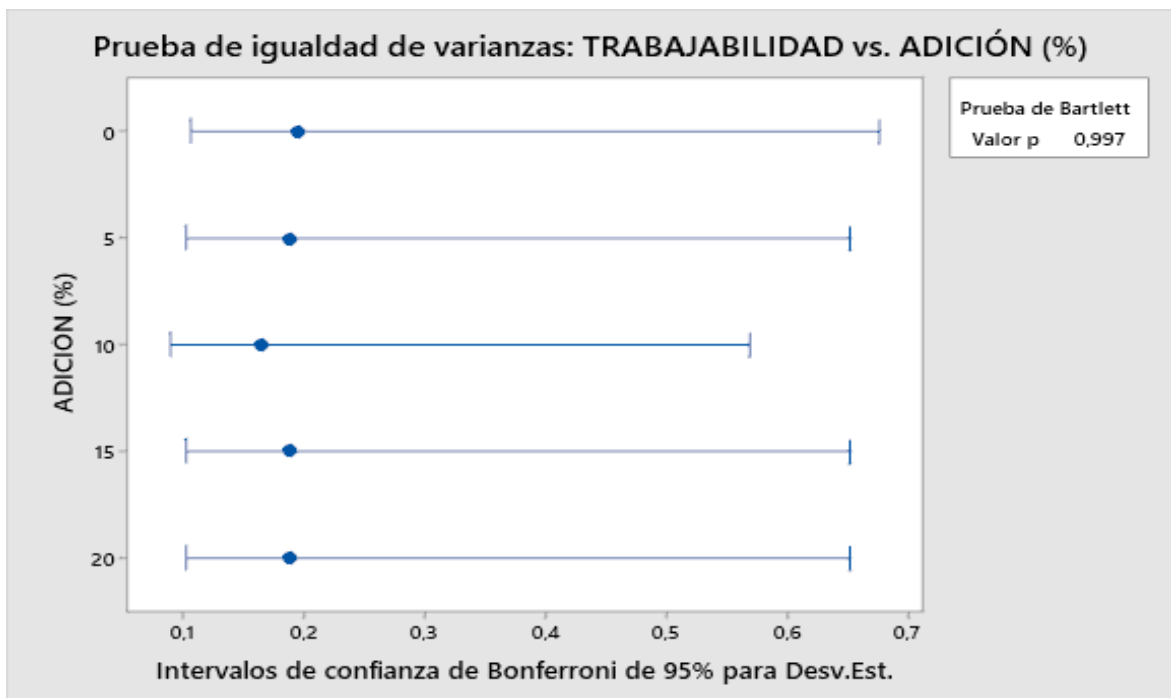
**Figura 60**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 61**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 72***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	54,8013	13,7003	404,54	0.000
Error	25	0,84670	0,03390		
Total	29	55,6480			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 73***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación	
0	6	7,2167	A	
5	6	7,0500	A	
10	6	6,4333	B	
15	6	4,3500		C
20	6	4,0500		C

*Fuente: Software Minitab 19*

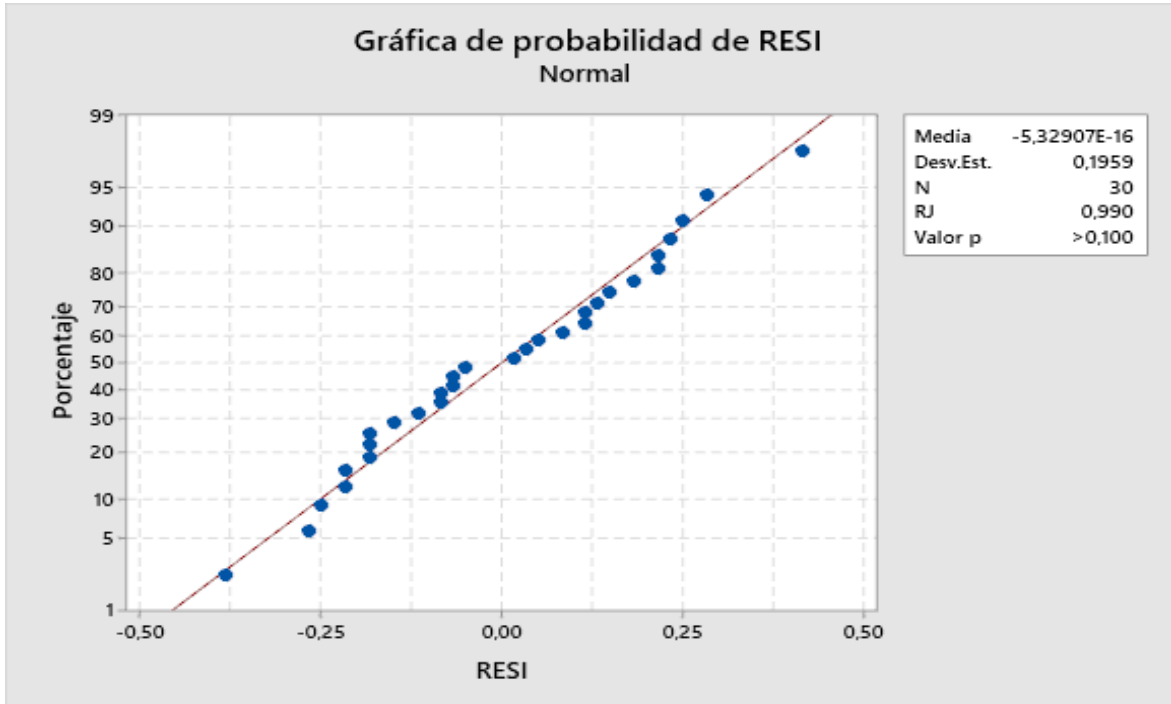
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor trabajabilidad mientras que las adiciones de 15% y 20% dan como resultado menor trabajabilidad.

c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

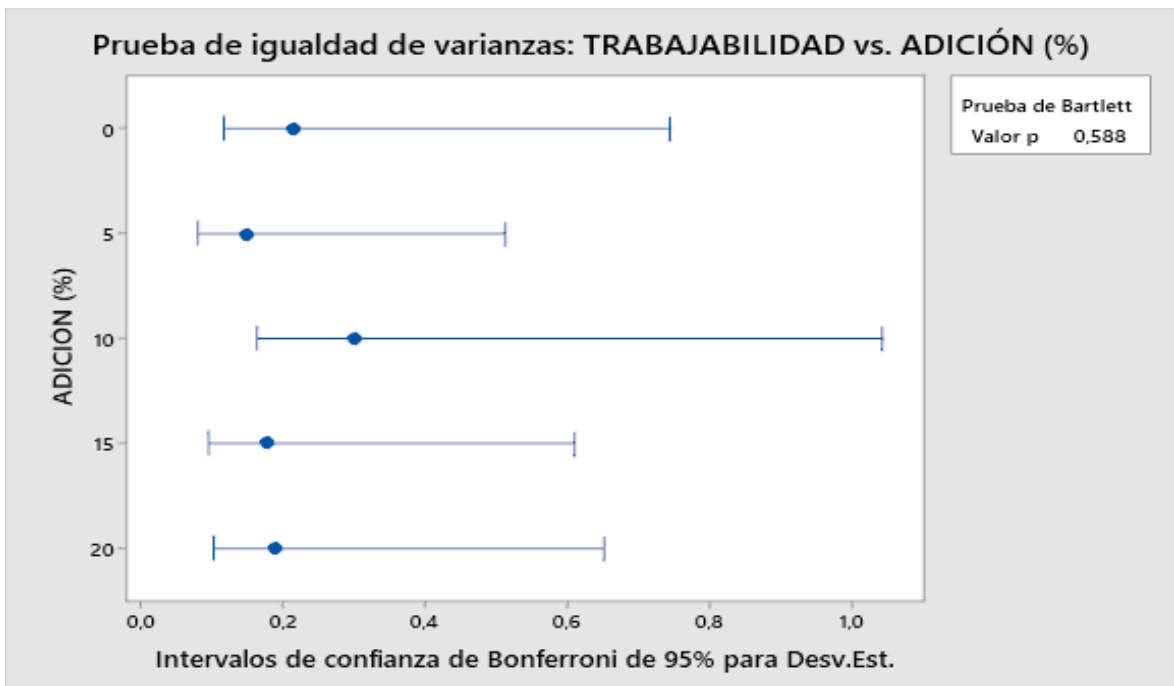
**Figura 62**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 63**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 74***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	70,647	17,6617	396,59	0.000
Error	25	1,1130	0,04450		
Total	29	71,760			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 75***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación	
0	6	7,4167	A	
5	6	7,3833	A	
10	6	6,5830	B	
15	6	4,1667		C
20	6	3,9500		C

*Fuente: Software Minitab 19*

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

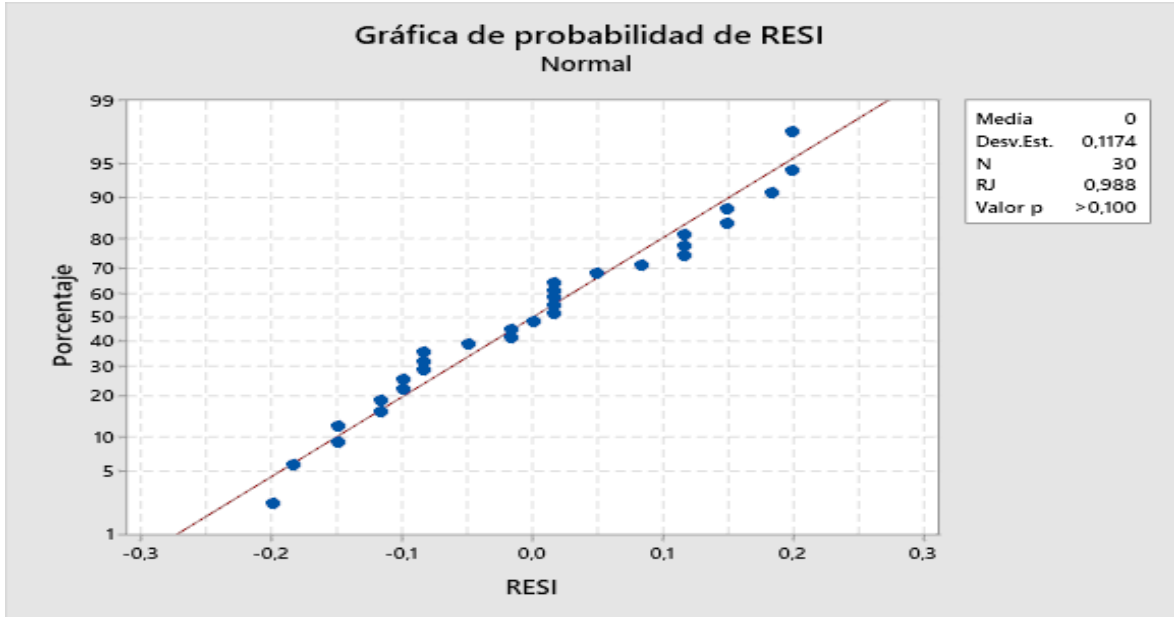
Según el método Tukey la adición de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor trabajabilidad mientras que las adiciones de 15% y 20% dan como resultado menor trabajabilidad.

## 2. CONTENIDO DE AIRE

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

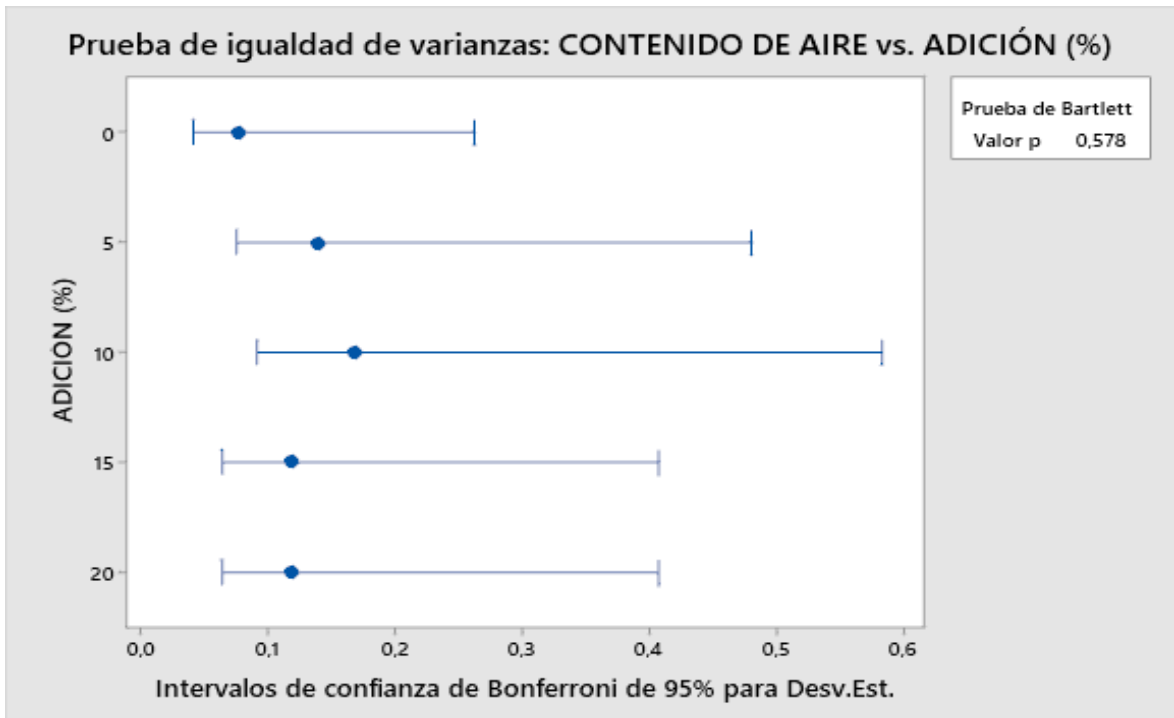
**Figura 64**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 65**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 76***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	3,8387	0,95967	59,98	0.000
Error	25	0,4000	0,01600		
Total	29	4,2387			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 77***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
20	6	2,3833	A
15	6	2,1167	B
10	6	1,6000	C
5	6	1,5500	C
0	6	1,4833	C

*Fuente: Software Minitab 19*

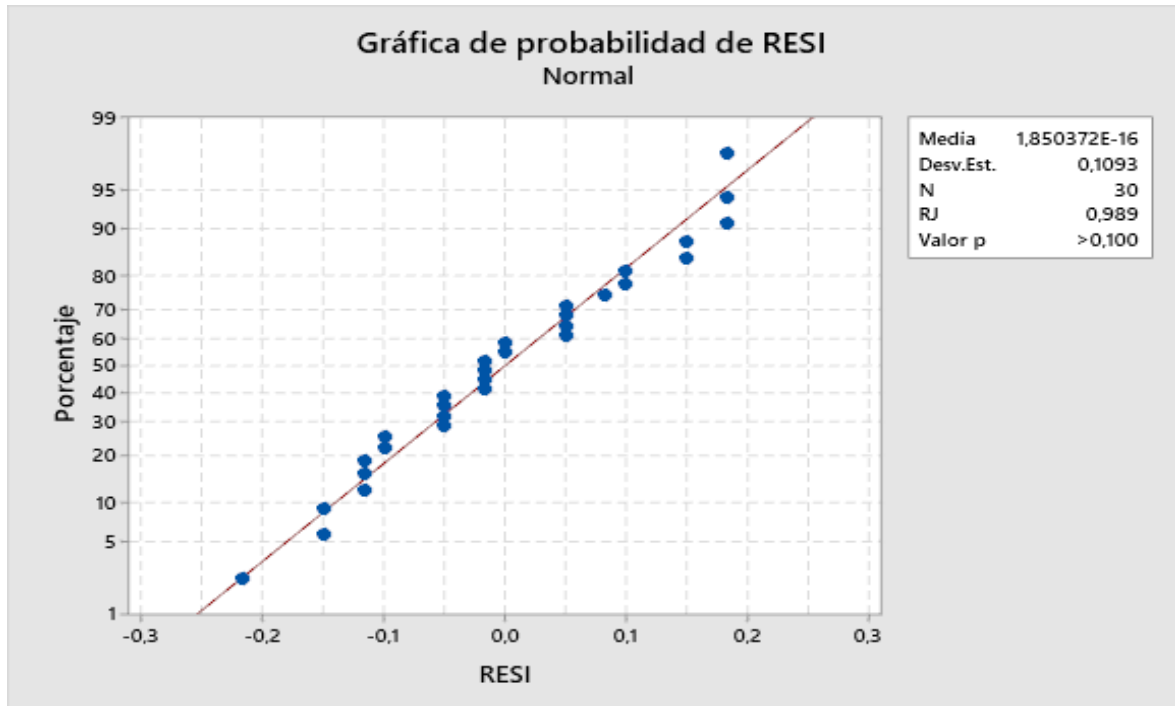
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor contenido de aire mientras que las adiciones de 0%, 5% y 10% dan como resultado menor contenido de aire.

b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

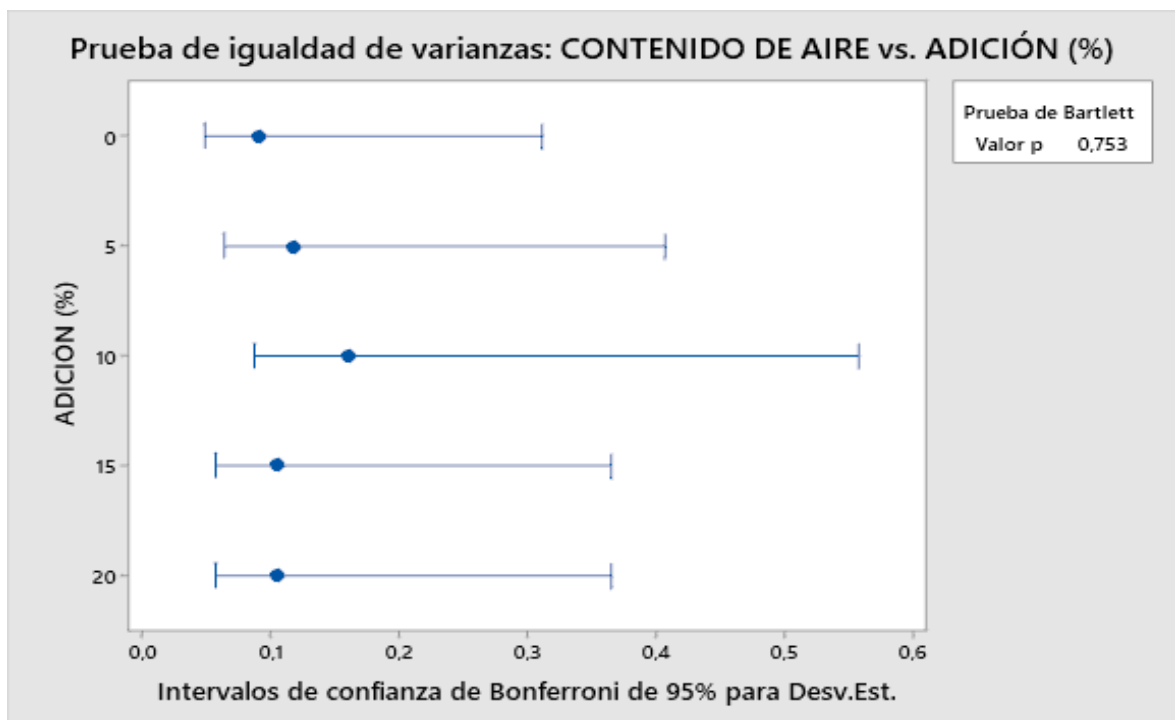
**Figura 66**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 67**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 78***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	3,7520	0,93800	67,64	0.000
Error	25	0,3467	0,01387		
Total	29	4,0987			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 79***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
20	6	2,3500	A
15	6	2,1500	B
10	6	1,6167	C
5	6	1,5167	C
0	6	1,5000	C

*Fuente: Software Minitab 19*

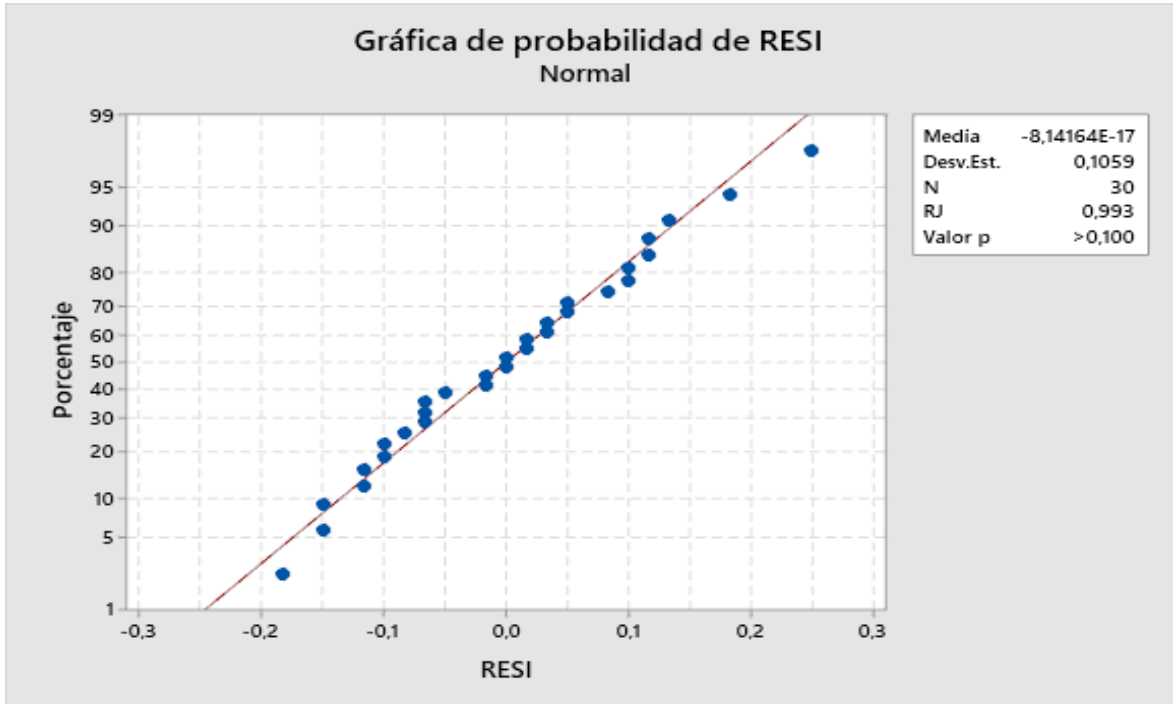
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 20% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor contenido de aire mientras que las adiciones de 0%, 5% y 10% dan como resultado menor contenido de aire.

c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

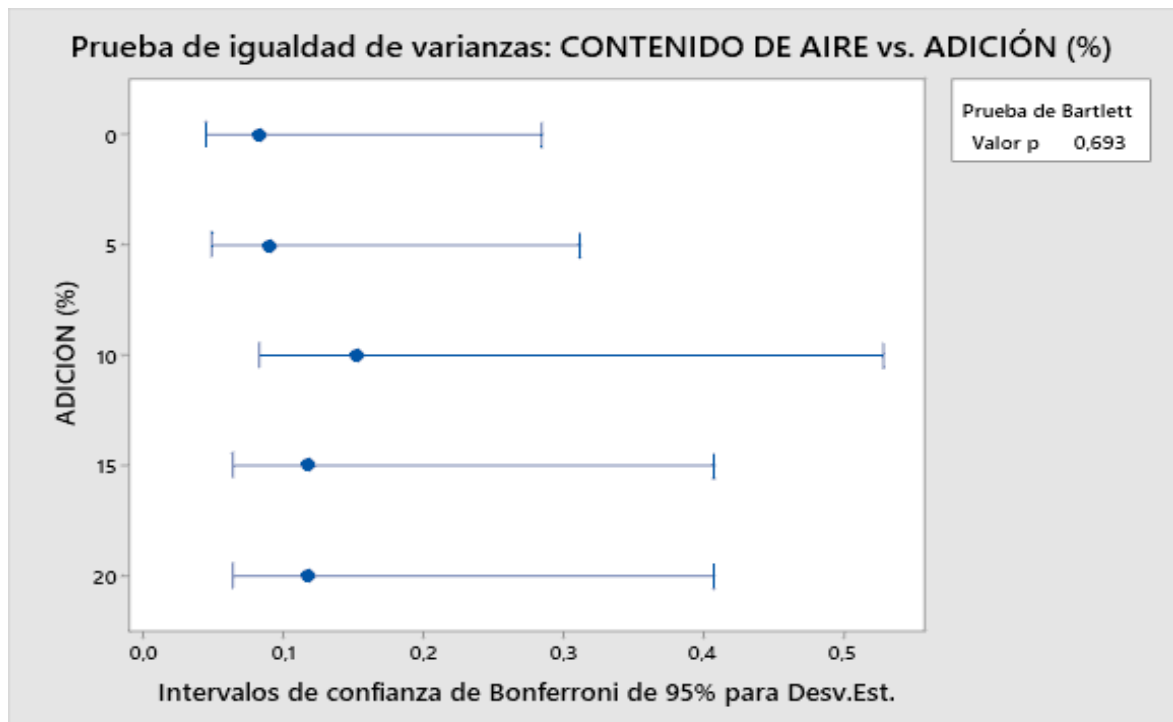
**Figura 68**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 69**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 80***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	4,0647	1,01617	78,17	0.000
Error	25	0,3250	0,01300		
Total	29	4,3897			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 81***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
20	6	2,3167	A
15	6	2,1833	A
10	6	1,5500	B
5	6	1,5000	B
0	6	1,4667	B

*Fuente: Software Minitab 19*

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

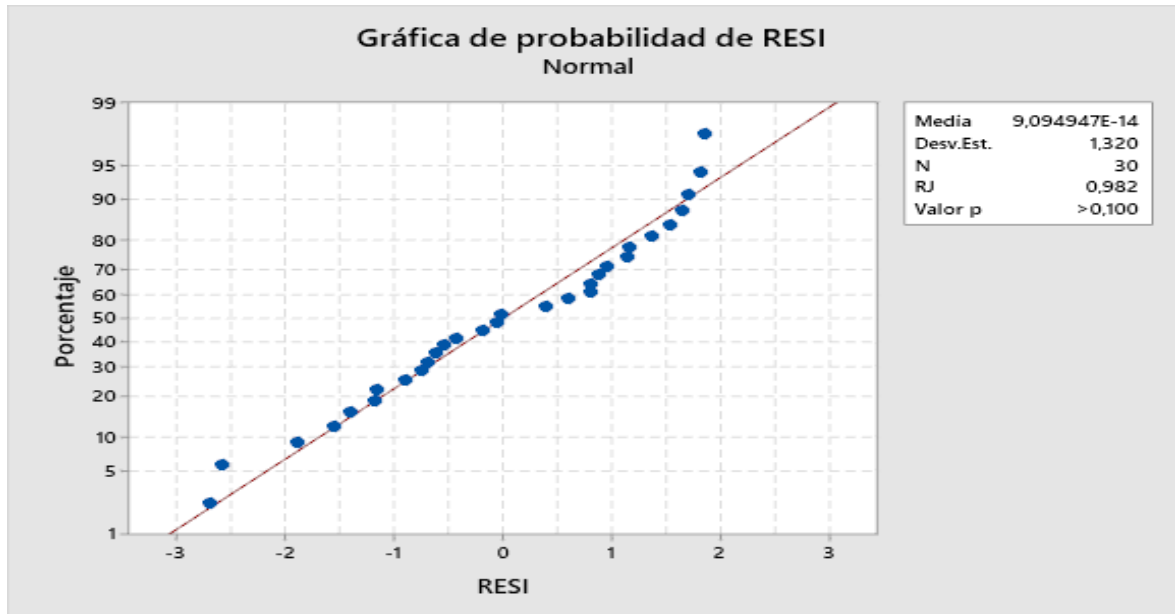
Según el método Tukey la adición de 20% y 15% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor contenido de aire mientras que las adiciones de 0%, 5% y 10% dan como resultado menor contenido de aire.

### 3. PESO UNITARIO

a) Para concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$

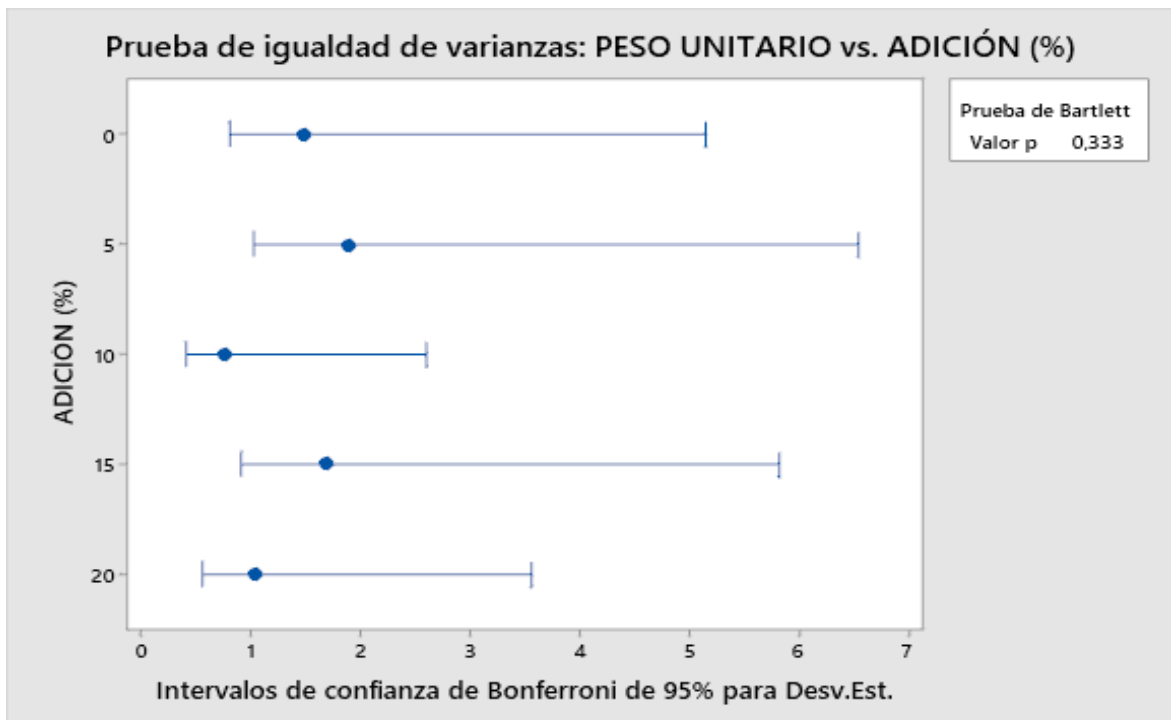
**Figura 70**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 71**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 82***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	12544,4	3136,09	1552,65	0.000
Error	25	50,5000	2,02000		
Total	29	12594,9			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 83***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
0	6	2375,42	A
5	6	2371,53	B
10	6	2361,46	C
15	6	2330,65	D
20	6	2327,04	E

*Fuente: Software Minitab 19*

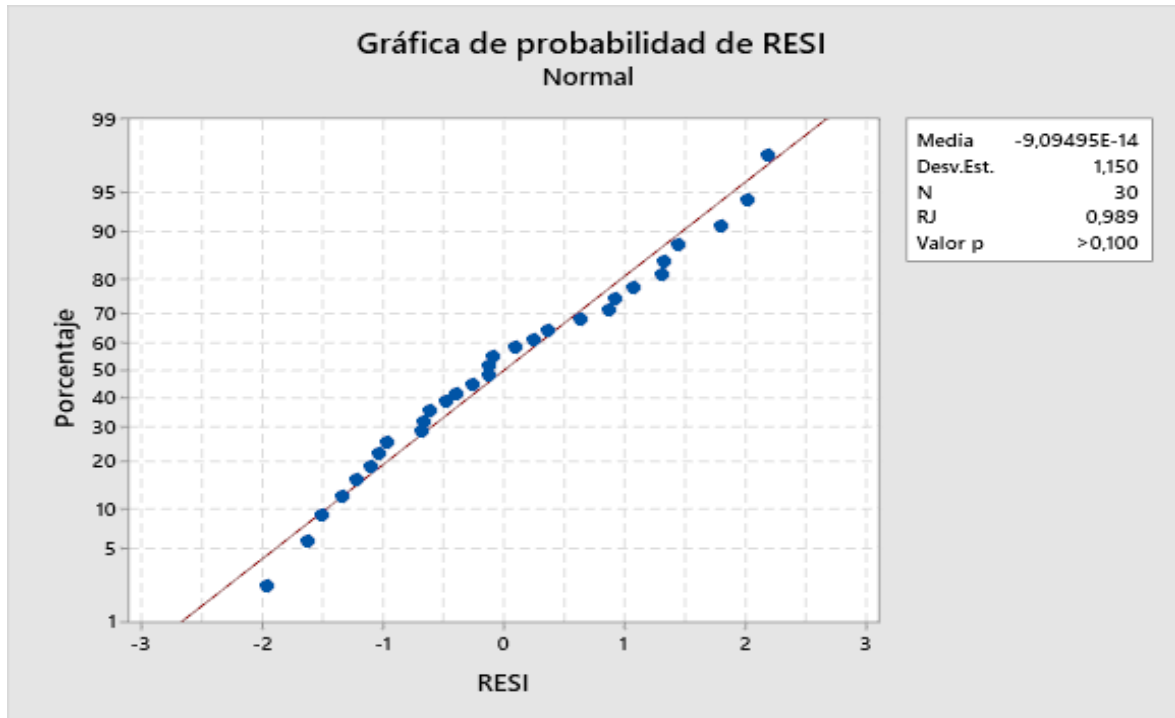
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 0% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor peso unitario mientras que la adición de 20% da como resultado menor peso unitario.

b) Para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

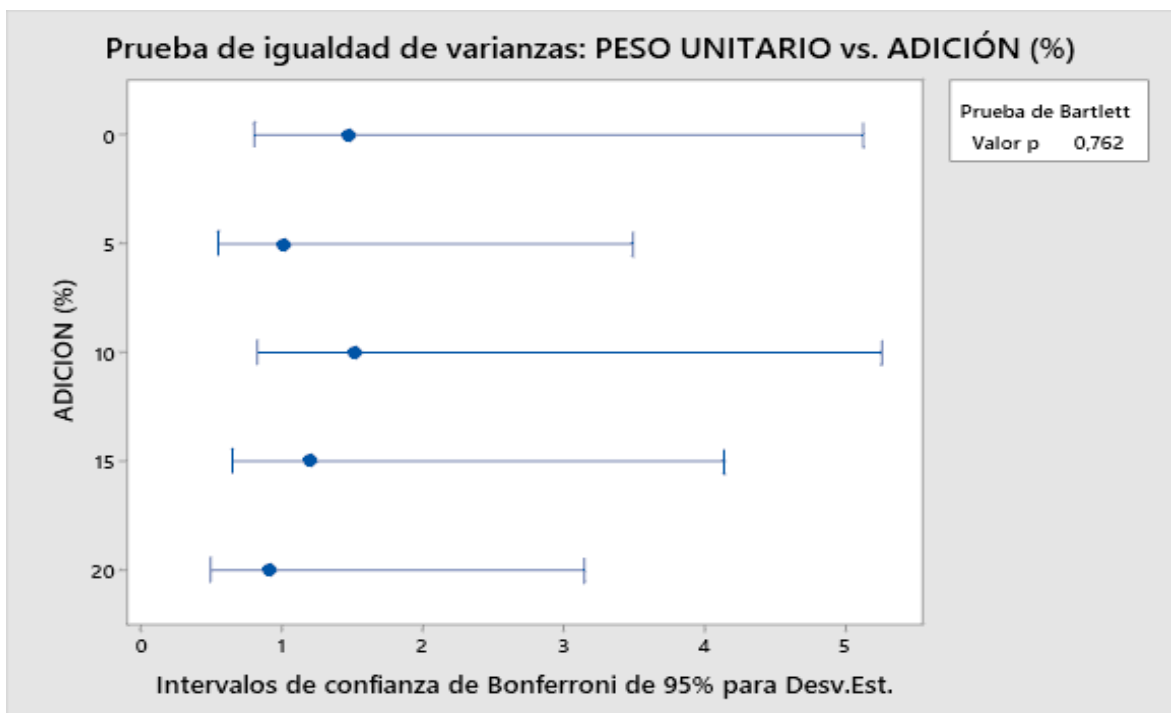
**Figura 72**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 73**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 84***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	16905,0	4226,26	2752,81	0.000
Error	25	38,4000	1,54000		
Total	29	16943,4			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 85***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación
0	6	2385,30	A
5	6	2381,55	B
10	6	2369,51	C
15	6	2333,40	D
20	6	2329,75	E

*Fuente: Software Minitab 19*

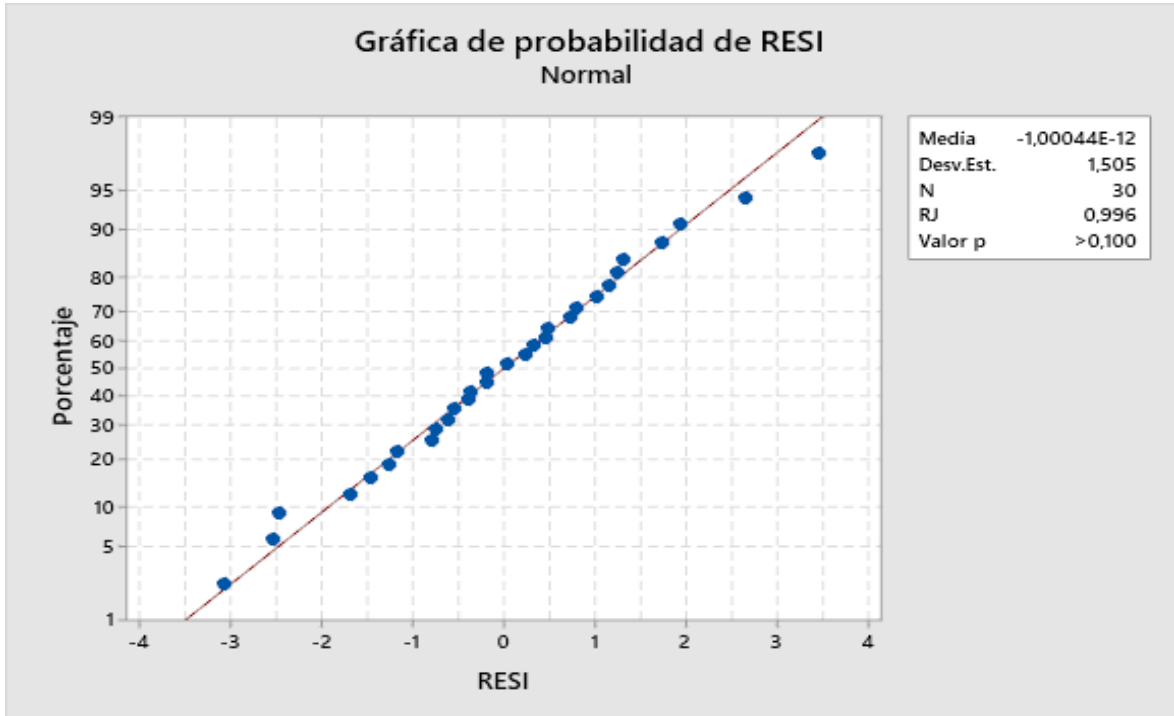
Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 0% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor peso unitario mientras que la adición de 20% da como resultado menor peso unitario.

c) Para concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

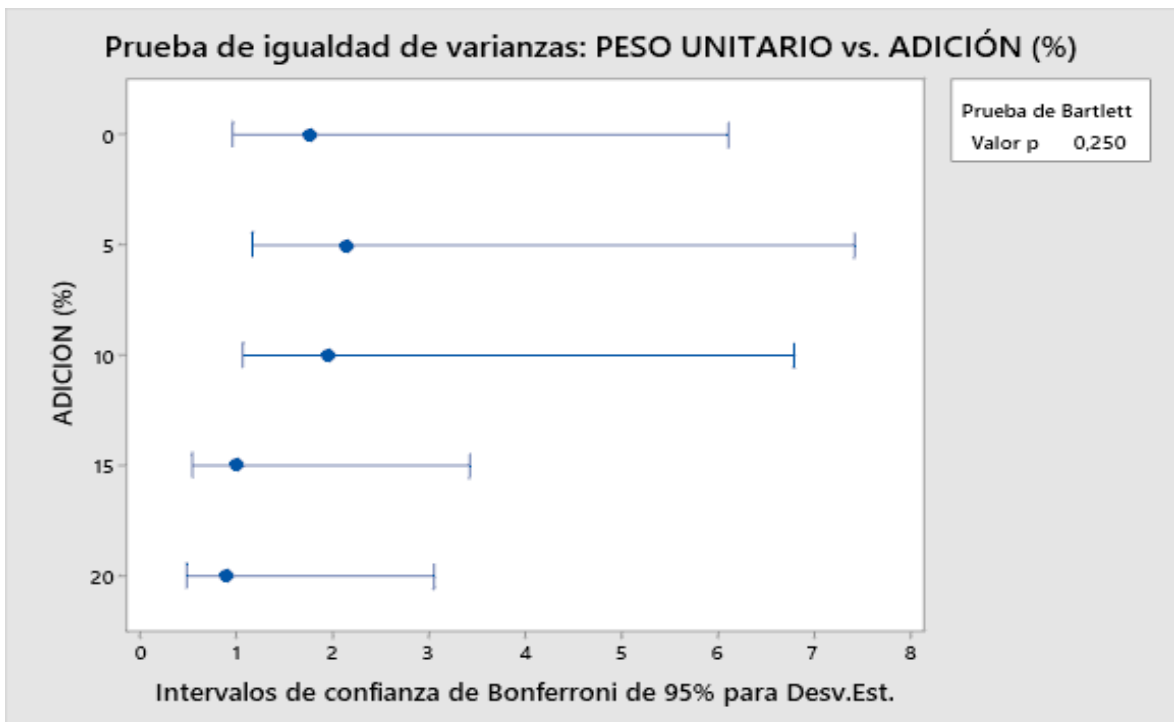
**Figura 74**

*Prueba de Normalidad*



**Figura 75**

*Prueba de Igualdad de Varianzas*



**Tabla 86***Análisis de Varianza (ANOVA) para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	4	17230,2	4307,54	1638,73	0.000
Error	25	65,7000	2,63000		
Total	29	17295,9			

*Fuente: Software Minitab 19*

Para un valor  $p > 0.000$  se concluye que hay diferencias altamente significativas entre las adiciones, a un nivel de significancia de 0.05.

**Tabla 87***Comparaciones por Parejas de Tukey para Concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$* 

Adición (%)	N	Media	Agrupación		
0	6	2386,32	A		
5	6	2384,16	A		
10	6	2370,58		B	
15	6	2334,95			C
20	6	2330,60			D

*Fuente: Software Minitab 19*

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según el método Tukey la adición de 0% y 5% de partículas chatas y alargadas del agregado grueso nos da como resultado mayor peso unitario mientras que la adición de 20% da como resultado menor peso unitario.