

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO**  
**FIBRAS DE ACERO CON AGREGADO FINO DE LA**  
**CANTERA CONCHÁN Y PIEDRA CHANCADA DE LA**  
**CANTERA LA CANGANA, CHOTA.**

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

**AUTOR**

**CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS**

**Chota, Perú**

**2020**



## FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

### 1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y Nombres: **Vásquez Oblitas Cleider**

Código del alumno: **2014050158**

Correo electrónico: **kleyoblitas@gmail.com**

Teléfono: **942912742**

DNI: **74394582**

### 2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

Trabajo de investigación

Trabajo de suficiencia profesional

Trabajo académico

Tesis

### 3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

Bachiller

Licenciado

Título

Magister

Segunda especialidad

Doctor

### 4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

"EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON AGREGADO FINO DE LA CANTERA CONCHÁN Y PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA LA CANGANA, CHOTA."

### 5. FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

### 6. ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

### 7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: **Benavidez Núñez Claudia Emilia**

Correo electrónico: **Cbenavidezh@gmail.com**

Teléfono: **959008297**

D.N.I: **70609688**

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Cleider Vásquez Oblitas  
BACH. INGENIERO CIVIL  
DNI. N°74394582

FIRMA: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
DNI. 74394582

Fecha, 24 de Junio de 2021

**EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO  
FIBRAS DE ACERO CON AGREGADO FINO DE LA  
CANTERA CONCHÁN Y PIEDRA CHANCADA DE LA  
CANTERA LA CANGANA, CHOTA.**

**POR:**

**CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS**

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la  
Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de  
Chota para optar el título de  
INGENIERO CIVIL**

**APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR**



Luis Fernando Romero Chuquilín  
INGENIERO CIVIL

**Msc. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín**

**PRESIDENTE**



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
Consejo Departamental de Cajamarca  
MIGUEL ANGEL SILVA TARRILLO  
INGENIERO CIVIL  
Inscrito del Colegio de Ingenieros Nº 157782

**Mg. Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo**

**SECRETARIO**



Dr. Ing. Elmer Chávez Vásquez  
Reg. CIP 01731

**Dr. Ing. Elmer Chávez Vásquez**

**VOCAL**

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy gracias a Dios por acompañarme y guiarme en el recorrido de mi carrera profesional, por ser mi apoyo en las situaciones difíciles y lo más importante por haberme puesto a seres humanos estupendos en mi trayecto.

Gracias a mis papás, Diógenes y María, por su apoyo, buenas conductas y sacrificio constante para lograr que tenga una profesión; además de ser unos extraordinarios ejemplos de vida para mis hermanos y para mí.

A mis hermanos Luz, Rosa, Waldir y Segundo, por formar parte de mi familia, por su firme apoyo moral y económicamente.

Agradezco a mi asesora la ING. Claudia Benavidez Núñez; por el aliento, empuje, entrega y conocimientos impartidos a lo largo de toda esta investigación y de mi vida un universitario.

## **DEDICATORIA**

A mis padres: Diógenes Vásquez Medina y María Adelaida Oblitas Peralta, por su confianza, fortaleza e inculcación inquebrantable en los buenos valores y ánimos de superación en situaciones dificultosas de mi formación profesional. Este trabajo se les dedico a ustedes, ya que se constituyen como un valor importante de admiración y sacrificio para lograr con este objetivo y verme profesional.

A mis hermanos, tíos, primos amigos y docentes. Gratitudes por haberme impulsando la aspiración y anhelo de lograr el éxito de la vida; pero sobre todo por comprenderme y por todas sus recomendaciones en situaciones complicadas.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>RESUMEN .....</b>	<b>XVII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Antecedentes.....</b>	<b>6</b>
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	6
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	7
2.1.3. Antecedentes regionales .....	9
<b>2.2. Bases conceptuales .....</b>	<b>10</b>
2.2.1. Concreto.....	10
2.2.2. Concreto reforzado con fibra de acero (CRFA).....	11
2.2.3. Fibras.....	12
2.2.4. Fibras de acero .....	14
2.2.5. Cemento portland.....	15
2.2.6. Agua .....	16
2.2.7. Agregados .....	18
2.2.8. Propiedades físico-mecánicas de los agregados.....	19
2.2.9. Diseño de mezclas por métodos del comité ACI .....	24
2.2.10. Propiedades del concreto .....	27
2.2.11. Ensayos en estado fresco.....	28
2.2.12. Ensayos en estado endurecido .....	29
<b>CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>31</b>

<b>3.1.   Ámbito de estudio.....</b>	<b>31</b>
<b>3.2.   Diseño de investigación.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3.   Población y muestra.....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.1. Población .....</b>	<b>37</b>
<b>3.3.2. Muestra.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4.   Operacionalización de variables.....</b>	<b>39</b>
<b>3.5.   Descripción de la metodología.....</b>	<b>41</b>
<b>3.6.   Procesamiento y análisis de datos.....</b>	<b>42</b>
3.6.1. Procedimiento .....	42
3.6.2. Procesamiento de datos .....	52
3.6.3. Análisis de datos .....	53
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.   Resultados de la investigación .....</b>	<b>54</b>
4.1.1. Propiedades de las fibras de acero .....	54
4.1.2. Propiedades del agregado fino.....	55
4.1.3. Propiedades del agregado grueso .....	60
4.1.4. Diseño de mezcla para CFR.....	67
4.1.5. Propiedades en estado no endurecido.....	72
4.1.6. Resistencia a la compresión del CFR .....	81
4.1.7. Resistencia a la flexión del CFR.....	91
4.1.8. Resistencia a la tracción indirecta del CFR.....	99
4.1.9. Comparación técnica del CFR.....	107
4.1.10. Comparación económica del CFR.....	110
<b>4.2.   Discusión de resultados .....</b>	<b>113</b>
4.2.1. Propiedades físico – mecánicas de los agregados.....	113

4.2.2. Diseño de mezcla del CFR .....	116
4.2.3. Propiedades físico – mecánicas del CFR .....	118
4.2.4. Comparación técnica – económica .....	124
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>129</b>
<b>5.1. Conclusiones.....</b>	<b>129</b>
<b>5.2. Recomendaciones .....</b>	<b>131</b>
<b>CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>132</b>
<b>CAPÍTULO VII. ANEXOS .....</b>	<b>137</b>
Anexo 1. Matriz de consistencia .....	137
Anexo 2. Panel fotográfico.....	138
Anexo 3. Fichas técnicas .....	149
Anexo 4. Documentación.....	152
Anexo 5. Resultados de los ensayos a agregados .....	153
Anexo 6. Diseño de mezclas .....	167
Anexo 7. Resultados de los ensayos a compresión del concreto .....	172
Anexo 8. Resultados de los ensayos a flexión del concreto.....	167
Anexo 9. Resultados de los ensayos a tracción del concreto.....	177

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Consumo, producción y balanza comercial (MT) del cemento a nivel mundial, 2014-2018. ....	2
Tabla 2. Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos.....	20
Tabla 3. Máximo de porcentaje de finos .....	21
Tabla 4. Determinación del $f'_{cr}$ en función del grado de control de calidad en la obra .....	24
Tabla 5. Asentamientos en diversos tipos de construcción .....	24
Tabla 6. Consistencia de mezcla de concreto.....	24
Tabla 7. Volumen unitario del agua.....	25
Tabla 8. Contenido de aire atrapado .....	25
Tabla 9. Relación A/C por resistencia .....	26
Tabla 10. Relación A/C por durabilidad.....	26
Tabla 11. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto... ..	26
Tabla 12. Número de especímenes para ensayo de compresión .....	37
Tabla 13. Número de especímenes para ensayo de tracción indirecta .....	38
Tabla 14. Número de especímenes para ensayo de flexión.....	38
Tabla 15. Número de especímenes para ensayos en concreto .....	38
Tabla 16. Operacionalización de variables .....	40
Tabla 17. Ensayo: Peso unitario suelto y compactado .....	44
Tabla 18. Ensayo: Peso específico y absorción .....	45
Tabla 19. Material corregido por metro cúbico.....	52
Tabla 20. Propiedades físicas de las fibras de acero .....	54
Tabla 21. Granulometría de las muestras de agregado fino, cantera Conchán..	55
Tabla 22. . Granulometría de las muestras de agregado grueso .....	61

Tabla 23. Resumen de los componentes de la mezcla de diseño .....	67
Tabla 24. Resumen de las propiedades del concreto sin fibras y con fibras en estado no endurecido .....	80
Tabla 25. Resistencia a la compresión para el diseño patrón .....	81
Tabla 26. Resistencia a la compresión para el D1 – 30 kg/m <sup>3</sup> .....	83
Tabla 27. Resistencia a la compresión para el D2 – 40 kg/m <sup>3</sup> .....	85
Tabla 28. Resistencia a la compresión para el D3 – 50 kg/m <sup>3</sup> .....	87
Tabla 29. Resistencia a la flexión para el diseño patrón .....	91
Tabla 30. Resistencia a la flexión para el D1 – 30 kg/m <sup>3</sup> .....	92
Tabla 31. Resistencia a la flexión para el D2 – 40 kg/m <sup>3</sup> .....	94
Tabla 32. Resistencia a la flexión para el D3 – 50 kg/m <sup>3</sup> .....	95
Tabla 33. Resistencia a la tracción indirecta para el diseño patrón .....	99
Tabla 34. Resistencia a la tracción indirecta para el D1 – 30 kg/m <sup>3</sup> .....	101
Tabla 35. Resistencia a la tracción indirecta para el D2 – 40 kg/m <sup>3</sup> .....	102
Tabla 36. Resistencia a la tracción indirecta para el D3 – 50 kg/m <sup>3</sup> .....	103
Tabla 37. Asentamiento y resistencia a la compresión estimada para CFR....	110
Tabla 38. Estimación del costo de materiales para 1 m <sup>3</sup> de concreto .....	111
Tabla 39. Propiedades físico – mecánicas de los agregados de la cantera Conchán y Cangana, Chota .....	113
Tabla 40. Propiedades físico – mecánicas de los agregados de otras canteras de agregado fino y grueso del Perú .....	114
Tabla 41. Cantidad de materiales en kg para un metro cubico de concreto con fibras de acero, Chota.....	116
Tabla 42. Investigaciones de las cantidades de materiales en kg para un metro cubico de concreto con fibras de acero.....	117
Tabla 43. Propiedades físicas del CFR, Chota .....	118

Tabla 44. Propiedades físicas del concreto con fibras de acero estudiado por investigadores internacionales, nacionales y regionales .....	120
Tabla 45. Resistencia a la compresión del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota	120
Tabla 46. Resistencia a la flexión del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota.....	121
Tabla 47. Resistencia a la tracción del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota.....	121
Tabla 48. Propiedades mecánicas del concreto con fibras de acero estudiado por investigadores internacionales, nacionales y regionales.....	122
Tabla 49. Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto fibroreforzado, Chota .....	123
Tabla 50. Estimación de costos y esfuerzos a los 28 días, del CFR.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Propiedades ganadas según las características de las fibras .....	1
Figura 2. Consumo per-cápita de cemento.....	2
Figura 3. Proyectos de MVCS para Cajamarca .....	3
Figura 4. Componentes del concreto .....	11
Figura 5. Componentes del concreto reforzado con fibra de acero (CRFA) .....	11
Figura 6. Tipos de fibras por el material .....	13
Figura 7. Particularidades de las fibras utilizadas en el concreto.....	13
Figura 8. Secciones de las fibras más comunes.....	15
Figura 9. Principales compuestos del cemento portland .....	16
Figura 10. Tipos de cemento .....	16
Figura 11. Aguas prohibidas para la preparación de concreto .....	17
Figura 12. Agua de mezclado y agua de curado .....	17
Figura 13. Tipos de agregados.....	18
Figura 14. Características de los agregados.....	19
Figura 15. Husos para agregado fino .....	19
Figura 16. Principales propiedades del concreto .....	27
Figura 17. Ensayo de consistencia del concreto.....	28
Figura 18. Ensayo de resistencia a la compresión .....	29
Figura 19. Ensayo de resistencia a la flexión.....	29
Figura 20. Ensayo de resistencia a la tracción.....	30
Figura 21. Ensayo de resistencia al impacto.....	30
Figura 22. Ubicación de la ciudad de Chota .....	31
Figura 23. Ubicación del distrito de Conchán.....	32
Figura 24. Ubicación del agregado fino.....	32

Figura 25. Ubicación del agregado grueso .....	33
Figura 26. Ubicación de agregado grueso y agregado fino .....	33
Figura 27. Fotografía satelital de la ubicación del estudio .....	34
Figura 28. Tipo de investigación .....	35
Figura 29. Diseño de investigación: Descriptivo .....	36
Figura 30. Metodología descriptiva .....	41
Figura 31. Ubicación de la cantera Conchán .....	42
Figura 32. Ubicación de la cantera La Cangana .....	43
Figura 33. Ensayo granulométrico de agregado fino .....	44
Figura 34. Ensayo de peso unitario compactado .....	45
Figura 35. Ensayo de peso específico .....	46
Figura 36. Separación de agregado para pesado para el porcentaje de finos ..	47
Figura 37. Descargo del material de la máquina de los ángeles .....	48
Figura 38. Presentación de las fibras de acero .....	54
Figura 39. Conteo Vehicular .....	126
Figura 40. Cálculo de ESSAL .....	126
Figura 41. Propiedades mecánicas del suelo en la Av. Micaela Bastidas .....	127
Figura 42. Comparación de diseño propuesto y diseño de Irigoín (2020) .....	127

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Contenido de humedad del agregado fino .....	55
Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado fino .....	56
Gráfico 3. Módulo de fineza del agregado fino .....	57
Gráfico 4. Cantidad de material que pasa el tamiz # 200 del agregado fino.....	57
Gráfico 5. Peso específico del agregado fino.....	58
Gráfico 6. Absorción del agregado fino .....	59
Gráfico 7. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino .....	59
Gráfico 8. Contenido de humedad del agregado grueso .....	60
Gráfico 9. Curva granulométrica del agregado grueso .....	62
Gráfico 10. Tamaño máximo nominal del agregado grueso .....	62
Gráfico 11. Cantidad de material que pasa el tamiz # 200 del agregado grueso .....	63
Gráfico 12. Peso específico del agregado grueso .....	63
Gráfico 13. Absorción del agregado grueso.....	64
Gráfico 14. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso .....	65
Gráfico 15. Abrasión del agregado grueso.....	66
Gráfico 16. Cantidad de materiales en kg para los diseños de CFR.....	70
Gráfico 17. Cantidad de materiales en m <sup>3</sup> para los diseños de CFR .....	71
Gráfico 18. Proporción de materiales para los diseños de CFR.....	71
Gráfico 19. Asentamiento de las mezclas de CFR .....	72
Gráfico 20. Asentamiento promedio de las mezclas de CFR .....	73
Gráfico 21. Aire atrapado de las mezclas de CFR.....	74
Gráfico 22. Aire atrapado promedio de las mezclas de CFR.....	75
Gráfico 23. Temperatura de las mezclas de CFR.....	76
Gráfico 24. Temperatura promedio de las mezclas de CFR.....	77

Gráfico 25. Densidad de las mezclas de CFR .....	79
Gráfico 26. Propiedades físicas de las mezclas de CFR.....	80
Gráfico 27. Resistencia a la compresión, Diseño patrón .....	81
Gráfico 28. Promedio de la resistencia a la compresión, Diseño patrón.....	82
Gráfico 29. Resistencia a la compresión, D1 .....	83
Gráfico 30. Promedio de la resistencia a la compresión, D1 .....	84
Gráfico 31. Resistencia a la compresión, D2 .....	85
Gráfico 32. Promedio de la resistencia a la compresión, D2.....	86
Gráfico 33. Resistencia a la compresión, D3 .....	87
Gráfico 34. Promedio de la resistencia a la compresión, D3.....	88
Gráfico 35. Variación de la resistencia promedio a la compresión del CFR según edad de los especímenes .....	89
Gráfico 36. Resistencia promedio a la compresión de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas.....	90
Gráfico 37. Promedio de la resistencia a la flexión, Diseño patrón .....	92
Gráfico 38. Promedio de la resistencia a la flexión, D1 .....	93
Gráfico 39. Promedio de la resistencia a la flexión, D2 .....	95
Gráfico 40. Promedio de la resistencia a la flexión, D3 .....	96
Gráfico 41. Variación de la resistencia promedio a la flexión del CFR según edad de los especímenes .....	97
Gráfico 42. Resistencia promedio a la flexión de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas.....	98
Gráfico 43. Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, Diseño patrón .	100
Gráfico 44. Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D1 .....	101
Gráfico 45. Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D2 .....	103
Gráfico 46. Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D3 .....	104

Gráfico 47. Variación de la resistencia promedio a la tracción indirecta del CFR según edad de los especímenes .....	106
Gráfico 48. Resistencia promedio a la tracción indirecta de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas .....	107
Gráfico 49. Propiedades mecánicas del CFR .....	107
Gráfico 50. Propiedades físicas y mecánicas del CFR .....	108
Gráfico 51. Propiedades físicas y mecánicas del CFR .....	109
Gráfico 52. Costo de los materiales para 1 m <sup>3</sup> de concreto con fibras de acero .....	112
Gráfico 53. Costo vs esfuerzo a la compresión, flexión y tracción de los diferentes tipos de concreto analizados .....	125

## RESUMEN

El estudio tuvo como finalidad evaluar el concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana; Chota. La investigación descriptiva tuvo como muestra 108 ejemplares, para ensayos de compresión, flexión y tracción, con cantidades de adición de 0, 30, 40 y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero SikaFiber® Cho 65/35. Primero, se han caracterizado los agregados verificando que son adecuados y útiles en la preparación de concreto. Después se planteó el diseño de mezcla  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, pero al realizar los ensayos de control, se ha determinado que la utilización de fibras de acero reduce el asentamiento de la mezcla, hasta en 27.59% respecto al concreto convencional (2.9 pulg). En cambio, las resistencias a compresión, flexión y tracción del concreto fibroreforzado se incrementan hasta en 26.19, 10.87 y 20.53% respecto al concreto sin fibras (212.55, 54.68 y 29.91 kg/cm<sup>2</sup>). No obstante, el costo de los materiales por m<sup>3</sup> para un concreto con fibras de acero se incrementa hasta 136.71% respecto al costo del concreto convencional (S/. 223.52), por eso, según el análisis de costo/esfuerzo, la dosificación óptima de adición de fibras de acero para el concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, es 30 kg/m<sup>3</sup>. Por último, se estableció que las fibras de acero mejoran las características mecánicas del concreto a mayor cantidad de fibras de acero adicionadas.

**Palabras clave:** Concreto fibroreforzado, diseño de mezcla, compresión, flexión, tracción, costo/esfuerzo.

## ABSTRACT

The objective of the investigation was to evaluate the concrete adding steel fibers with fine aggregate from the Conchán quarry and crushed stone from the La Cangana quarry; Chota. The descriptive investigation had as sample 108 specimens, for compression, flexion and tensile tests, with addition quantities of 0, 30, 40 and 50 kg / m<sup>3</sup> of SikaFiber® Cho 65/35 steel fibers. First, the aggregates have been characterized verifying that they are appropriate to be used in the production of concrete. Then the mix design was considered  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , but when carrying out the control tests, it has been determined that the use of steel fibers reduces the settling of the mix, by up to 27.59% compared to conventional concrete (2.9 in.) In contrast, the compressive, flexural, and tensile strengths of fiber-reinforced concrete increased by up to 26.19, 10.87, and 20.53% compared to fiber-free concrete (212.55, 54.68, and 29.91 kg / cm<sup>2</sup>). However, the cost of materials per m<sup>3</sup> for a concrete with steel fibers increases up to 136.71% with respect to the cost of conventional concrete (S / . 223.52), therefore, according to the cost / effort analysis, the optimal dosage of addition of steel fibers to concrete made with aggregates from the city of Chota, is 30 kg / m<sup>3</sup>. Lastly, it is concluded that the steel fibers improve the mechanical characteristics of the concrete with more added steel fibers.

**Key words:** Fiber-reinforced concrete, mix design, compression, flexion, traction, cost / effort.

# CAPÍTULO I.

## INTRODUCCIÓN

Con la aparición de fibras sintéticas, polipropileno y vidrio, en la década del 60, se empezaron a utilizar concretos reforzados para aplicaciones estructurales; debido a que contribuyen a solucionar el problema de las grietas, su transporte es económico y son una solución rentable en el refuerzo (Valencia y Quintana, 2016); donde, la fibra de acero alcanzó el éxito, gracias a sus características esenciales, como las tensiones de tracción, capacidad de absorción y aumento de la ductilidad (Orbe et al., 2015).

**Figura 1.**

### Propiedades ganadas según las características de las fibras



Nota: (Vásquez, 2015, p. 19)

La finalidad de adicionar en el concreto convencional es reducir el uso del cemento y mejorar el desempeño, teniendo en cuenta que actualmente la cantidad de producción y consumo de cemento en el mundo son altas. (ASOCEM, 2019).

**Tabla 1.**

**Consumo, producción y balanza comercial (MT) del cemento a nivel mundial, 2014-2018.**

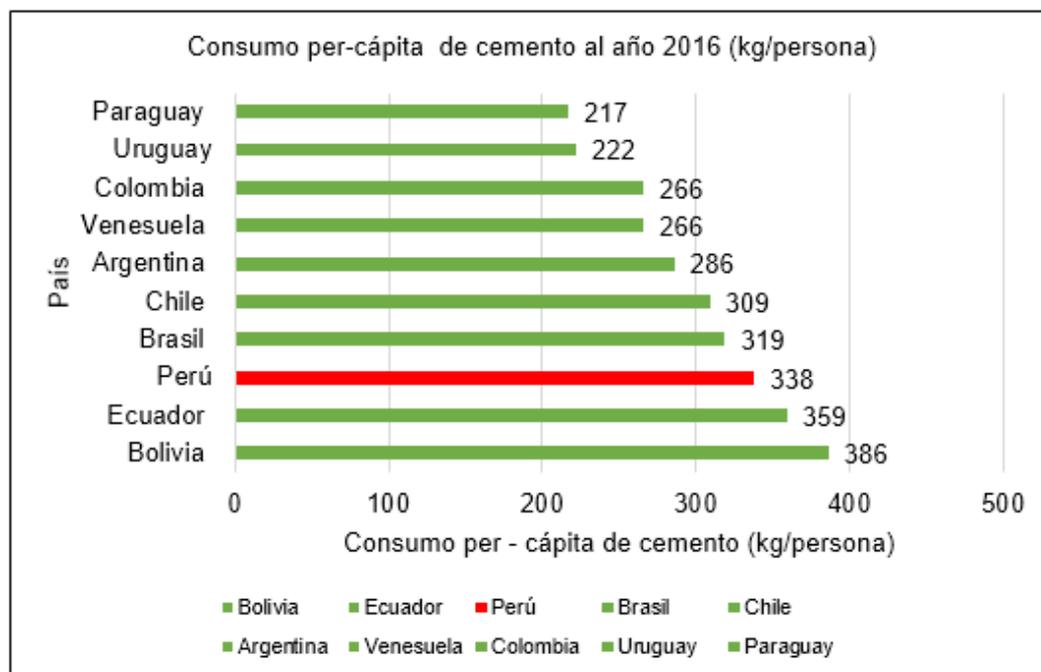
	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Consumo (MT)</b>	<b>4155.11</b>	<b>4056.08</b>	<b>4129.27</b>	<b>4133.09</b>	<b>4099.92</b>
<b>Cambio porcentual (%)</b>	<b>3</b>	<b>-2.4</b>	<b>1.8</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.08</b>
<b>Producción (MT)</b>	<b>4192.07</b>	<b>4081.82</b>	<b>4174.3</b>	<b>4206.41</b>	<b>4234.27</b>
<b>Balanza comercial (MT)</b>	<b>202.23</b>	<b>190.08</b>	<b>188.68</b>	<b>187.67</b>	<b>194.89</b>

Nota: ASOCEM (2019, p. 2)

Respecto al consumo per-cápita, nuestro país, después de Bolivia y Ecuador, se ubica en el tercer lugar, según el ranking realizado para el año 2016, con un consumo total de 338 (kg/persona), considerándole de esta manera, uno de los países con la industria de cemento más competitiva a nivel de Sudamérica. (ASOSEM, 2019)

**Figura 2.**

**Consumo per-cápita de cemento.**



Nota: (ASOSEM, 2019)

Durante la elaboración de cemento, se emite CO<sub>2</sub>, el cual asciende a 2200 millones de Tn (Rodgers, 2018). Esta alta emisión de materias primas y el afán de cuidar el medio ambiente, ha llevado al Perú a implementar alternativas en los últimos periodos que buscan minimizar el gasto de cemento reforzándolo con fibras.

La construcción de estructuras de concreto reforzadas con fibras metálicas que forman un nuevo material que tiene las características similares al diseño de concreto convencional han proporcionado a la industria de la construcción interés y confiabilidad en su uso, debido a que pueden reemplazar el refuerzo convencional sin ningún inconveniente, ya sea por retracción o por capacidad de flexión, adicionando ventajas en cuanto a tenacidad y al soporte de cargas dinámicas y estáticas. (Ñaupas y Sosa, 2019)

**Figura 3.**

**Proyectos de MVCS para Cajamarca**



Nota: (El Peruano, 2018)

Para realizar todos los proyectos de construcción, la región de Cajamarca ha demandado gran cantidad de materiales de construcción, pero los altos índices de inversión requieren buscar alternativas sostenibles y de bajo costo, como la adición de fibras de acero en la preparación del cemento. Sin embargo,

en la región de Cajamarca el uso de tecnologías en la construcción es limitado, siendo aún un tema desconocido el uso de fibras de acero.

A nivel local, en la provincia de Chota es mucho más restringido este tipo de conocimiento, aun no existen infraestructuras construidas a partir del uso de la fibra de acero, es por eso que la presente investigación pretendió dar a conocer ¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana, Chota?

El objetivo general de la investigación fue: “*Evaluar el concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana; Chota*”, apoyado de los objetivos específicos:

- Analizar las propiedades físico - mecánicas de los agregados para los diferentes diseños de mezcla de concreto.
- Realizar ensayos de control de calidad del diseño de mezcla del concreto según parámetros establecidos en la NTP a fin de obtener una proporción óptima de fibras de acero para un concreto con mejores propiedades físico - mecánicas.
- Evaluar las propiedades físico – mecánico del concreto adicionando fibras de acero de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>, con el fin de comparar con un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .
- Comparar técnica y económicamente el concreto adicionado fibras de acero y el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a fin de conocer los parámetros de variación.

Permitiendo confirmar la hipótesis afirmativa: “*El concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de*

*la cantera la Cangana, mejorará sus propiedades físico - mecánicas del concreto”.*

El estudio se justificó ante la ausencia de evidencias descriptivas y experimentales y requisitos reglamentarios de las fibras de acero adicionado al concreto, por ende, la importancia del análisis es medido por los siguientes aspectos:

- La investigación estuvo fundamentada en directrices y normativas sobre ensayos de materiales, que permitieron definir las proporciones de material que generan un concreto fibroreforzado.
- Con el análisis se logró obtener un diseño de mezcla conveniente para concreto fibroreforzado, esto con el fin de poder determinar datos que posteriormente puedan ser utilizados en diferentes aspectos constructivos como: losas, apoyos subterráneos, Shotcrete, estabilización de taludes, túneles, entre otros.
- El concreto fibroreforzado, utiliza menor cantidad de materias primas, garantizando una conservación del medio ambiente y sus recursos no renovables, pero además optimizando los recursos económicos del concreto.

## **CAPÍTULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Melero (2018) en su tesis de maestría “Aplicación del hormigón con fibras a torres eólicas. Estado del arte y marco normativo” estudió la concentración del concreto con fibras a torres eólicas, lo realizó con el objetivo de optimizar el espesor para las torres de concreto y mejorar algunos parámetros estructurales del mismo como la durabilidad. Concluyendo, que la aplicación de este concreto en torres eólicas es económicamente beneficiosa, aunque es necesario especificar adecuadamente el comportamiento torsional y la fatiga; el comportamiento a torsión no está definido en ninguno de ellos, por lo que se recomiendan estudios de ensayos específicos.

El antecedente, mide diferentes características del concreto con fibras, aplicadas a torres eólicas, sin embargo, estos resultados son limitados, es necesario mayores ensayos a flexión, por tanto, ha servido de guía metodológica.

Valencia y Quintana (2016) en su trabajo realizaron un “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, para ello los autores, seleccionaron los materiales, en base a la caracterización de los mismos realizaron el diseño de mezclas y elaboraron 9 probetas cilíndricas sin adición de fibra, 9 con adición del 12% y 9 con adición del 14%. Comprobando una mejoría en cuanto a la resistencia de compresión de los cilindros con fibra de acero en relación a los cilindros con ausencia de fibra, notando que la el

concreto con el 14% de adición fue el más alto, cuya resistencia promedio fue de 245 kg/cm<sup>2</sup>.

La investigación determinó las características mecánicas del concreto fibroreforzado en dosificaciones, por tanto, permite realizar una comparación de resultados.

Melo et al. (2016) en su artículo científico “Fresh and hardened-state properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with steel fibers” evaluaron las propiedades de estado fresco y endurecido del concreto ligero autocompactado reforzado por fibras de acero, en una fracción de volumen de fibra del 0,5%. Todas sus mezclas mostraron resistencia a la compresión de 28 días por encima de 30 MPa y densidad dentro de 1700–1900 kg/m<sup>3</sup>. El refuerzo de fibra aumentó las propiedades mecánicas bajo pruebas directas de tracción y flexión; se verificó las propiedades de aislamiento térmico adecuadas en similitud con el concreto de peso normal; por lo tanto, concluyeron que el concreto de fibras reforzadas presenta mejores características que el concreto convencional.

Los autores analizaron que el concreto con fibras de acero sus características y lo compararon con el concreto convencional, por lo que sirvió como elemento de comparación o similitud con el estudio actual.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Uribe (2017) consideró en su estudio evaluar la “Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017”. La investigación descriptiva, tuvo como muestra 60 probetas, de las cuales 36 fueron cilíndricas y 24 prismáticas elaboradas con añadidura de fibras de acero, concluyendo que las fibras de acero demuestran mejoras en la

resistencia a la flexión, tracción y comprensión, siempre que se respeten los pasos y cantidades adecuadas de fibras de acero para el diseño o preparación de concreto.

El antecedente muestra como los especímenes aumentan en resistencia al incorporar en el concreto fibras de acero del tipo Wirand® FF1, por tanto, esta investigación ha servido como un importante medio de justificación de la necesidad de realizar el estudio, así como un elemento de comparación de los valores encontrados.

Farfán et al. (2019) en su artículo científico "Fibras de acero sobre la resistencia a la compresión del concreto", evaluaron el resultado de la fibra de acero en muestras de concreto teniendo en cuenta la resistencia a la compresión. La prueba de resistencia a la compresión se determinó en 3 conjuntos con 3 probetas cada uno, dos grupos experimentales y un grupo control, cuyas proporciones de fibra de acero fueron de 30 y 25 kg/m<sup>3</sup>. Los datos obtenidos evidenciaron que el componente con mayor resistencia es el que obtuvo 25 kg / m<sup>3</sup> de fibra de acero con 212,39 kg / m<sup>2</sup> de resistencia, superando en un 1,1% al grupo control.

El análisis ha servido como un medio de comparación de los resultados, además de ser una guía metodológica, debido a la similitud de los objetivos del estudio, además, utilizar las normas técnicas peruanas para su desarrollo.

Sotil y Zegarra (2015) en su investigación compararon analíticamente las propiedades mecánicas del concreto no reforzado con el hormigón reforzado a Través de fibras de acero: Wirand® FF4 y Wirand® FF3. Los autores determinaron que las fibras FF3 mejoran considerablemente la resistencia a la flexión, pero las fibras FF4 permiten mayores deflexiones con una dosis menor, por lo tanto, para dosis de 20

y 25 kg / m<sup>3</sup>, concluyeron que la fibra Wirand® FF4 tiene mejor capacidad de flexión en comparación con FF3.

El estudio es una comparación de dos clases de fibras de acero, lo que ha permitido poder realizar un simil con las características logradas con otros tipos de fibras de acero en especímenes del concreto, acondicionado para una resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con agregados propios de cada localidad.

### **2.1.3. Antecedentes regionales**

Cusquisiván y Sáenz (2016) en su investigación realizaron una “Comparación de la resistencia a la flexión alcanzada por el concreto armado con fibra de acero respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016”, la resistencia a la flexión del concreto fue,  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  y  $280 \text{ Kg / cm}^2$ , las mismas que se consideraron como muestras patrón (0%) y concreto con la adición de fibras de acero Sika fiber cho 80/60. Para  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ , determinaron que la resistencia a la flexión fue de  $34,97 \text{ kg / cm}^2$  y al agregar 0.8%, 1% y 1.2% de fibras de acero, la resistencia aumentó 8.03%, 14.03% y 8.35%. Para  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ , se logró obtener una resistencia a la flexión de  $43,10 \text{ kg / cm}^2$  y al agregar 0.8%, 1% y 1.2% de fibras de acero, la resistencia aumenta o disminuye en 7.82%, -14.09% y -9.4.

Uno de los principales antecedentes del estudio ha sido el realizado por Cusquisiván y Sáenz (2016), debido a que este ha sido diseñado para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , además de tres tasas de adición de fibras de acero distintas, permitiendo realizar un contraste de los resultados de las propiedades mecánicas.

Ortiz (2015) en su trabajo investigativo realizó la “evaluación del impacto de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un

" $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ "; considerando como muestra 135 ejemplares de concreto, 35 cilíndricos y 100 prismáticos. El autor concluyó que al añadir fibra de acero se genera un crecimiento de la resistencia a la flexión, a medida que aumenta el porcentaje de fibra de acero: 47,61%, 87,86% y 118,07%, para 30 kg / m<sup>3</sup>, 50 kg / m<sup>3</sup> y 70 kg / m<sup>3</sup>.

En el antecedente, se plasman los datos del análisis de ensayo concerniente a la tendencia a la flexión, cuyo análisis ha servido para la realización y discusión de resultados del presente estudio.

Vásquez (2015) en su tesis "Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup> de la Universidad Nacional de Cajamarca", determino la influencia de la agregación de fibra de acero sobre el procedimiento mecánico del concreto de 500 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia. Los resultados que obtuvo demostraron una disminución en el rendimiento de trabajo para la elaboración del concreto fresco a razón que aumenta la cuantía de fibra agregada. Concluyendo que el control del agrietamiento del concreto está determinado por las fibras de acero; en tracción, el ancho de la grieta se ha reducido hasta en un 55,03% y en un 8,15% de longitud; en flexión, las longitudes se han reducido en un 32,29%, en comparación a los 28 días con el concreto patrón, mientras que el ancho ha quedado reducido en 72,61%.

## **2.2. Bases conceptuales**

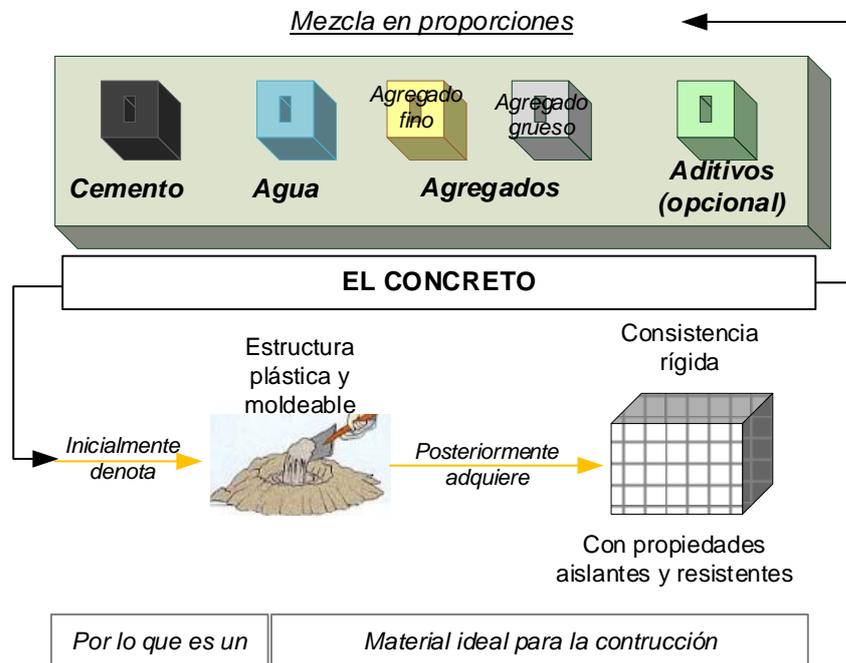
### **2.2.1. Concreto**

Producto elaborado por la combinación de determinadas cantidades de agua, cemento, áridos y opcionalmente complementos (Pasquel, 2011), cuyos complementos deben ser selectos bajo acuerdos

racionales del costo y sobre todo se tiene que considerar los requisitos que el concreto debe cumplir en estado fresco y duro. ( Rivva, 2007)

**Figura 4.**

**Componentes del concreto**



**2.2.2. Concreto reforzado con fibra de acero (CRFA)**

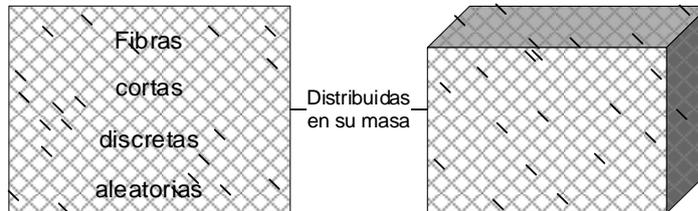
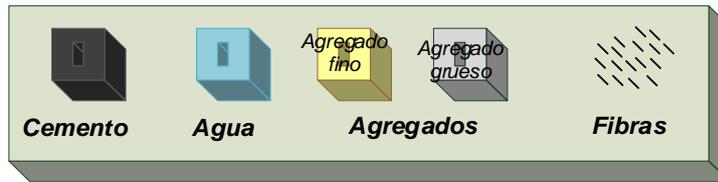
Los compuestos del concreto tradicional son los componentes principales del CRFA y además las fibras de acero representan una buena cantidad de su resultado final (Marmol, 2010). La misión del CRFA, es promover la mejora de sus características, concediendo el aumento de la resistencia cortante y la blandidez derivada de su resistencia a tensión antes de su agrietamiento; reduciendo el tamaño del espacio entre las grietas. (Carrilo, et al., 2013)

**Figura 5.**

**Componentes del concreto reforzado con fibra de acero (CRFA)**

## Concreto reforzado con fibra de acero (CRFA)

incluyen en su composición fibras



Los componentes del concreto convencional (cemento, áridos y agua de moldeado) se pueden usar como elementos constituyentes para la elaboración de CRFA, sin embargo de preferencia se recomienda utilizar áridos laminados para arena, ya que contribuyen mayor suavidad que los áridos triturados para una determinada relación entre agua y cemento; por otro lado, la correspondencia entre el máximo tamaño de árido y la extensión de las fibras influyen en la resistencias a tenacidad, tracción y flexión, por lo tanto es indispensable considerarlo durante la fabricación de CRFA, con la finalidad de conseguir resultados óptimos y que no superen el mínimo de los valores siguientes:  $3/4$  de la distancia libre entre barras de refuerzo,  $1/5$  del lado más largo del elemento y un máximo tamaño de árido de 20 mm.

### **2.2.3. Fibras**

Son filamentos muy delgados que no se pueden ver a simple vista pero sí macroscópicamente, su cuerpo tiene características plásticas, flexibles y resistentes, además de su sección pequeña sección

transversal es pequeña y su relación entre largo y ancho es suficientemente grande. (Mármol, 2010)

**Figura 6.**

**Tipos de fibras por el material**

<b>FIBRAS</b>			
<b>METÁLICAS</b>	<b>SINTÉTICAS</b>	<b>DE VIDRIO</b>	<b>NATURALES</b>
Secciones discretas de metal que tienen una relación de aspecto que va desde 20 hasta 100. Estas fibras son de acero (en general de bajo contenido de carbón).	Secciones discretas que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto que pueden estar compuestas por:	Secciones discretas de fibra de vidrio resistentes al álcalis.	Secciones de origen como coco, sisal, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc. Cuyos diámetros varían entre 0.5 y 0.2 mm, con valores de absorción superiores a 12%.
Fibras de acero	Acrílico		
	Aramida		
	Carbón		
	Nylon		
	Poliéster		
	Polipropileno		
	Poliétileno		

Nota: (Mármol, 2010, p. 18).

**Figura 7.**

**Particularidades de las fibras utilizadas en el concreto**

Tipos de Fibra	Resistencia a Tracción (MPa)	Módulo de Elasticidad (GPa)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Alargamiento de rotura (%)
Acero	500-3000	210	7800	3.5
Acero inoxidable	2100	160	7860	3
Vidrio	2000	60	2700	3.6
Carbono	3000	200-500	1900	0.5
Nylon	900	4	1100	13.15
Polipropileno	400-800	5-25	900	8-20
Poliéster	700-900	8.2	1400	11-13
Hormigón	5-8	30	2300	....

Nota: (Ramos 2012, 5).

#### 2.2.4. Fibras de acero

Son pequeños segmentos cuyas propiedades de adherencia constituyen uno de sus mejores beneficios, se utiliza en un amplio rango de aplicaciones para el concreto, aumentando su resistencia al fisuramiento, ductilidad y tenacidad (Tarazona, 2002, p. 29). Las fibras deben cumplir con la norma ASTM A820. (Marmol, 2010, pp. 18-19) A continuación, se detallan las convenciones que se utilizan para la descripción geométrica de las fibras:

- $l_f$  = longitud (mm).
- $D$  = diámetro equivalente (mm)
- $\gamma$  = esbeltez (1/d).
- $A_f$  = área de la sección transversal (mm<sup>2</sup>).

Adicionalmente de estas convenciones geométricas, igualmente se detalla:

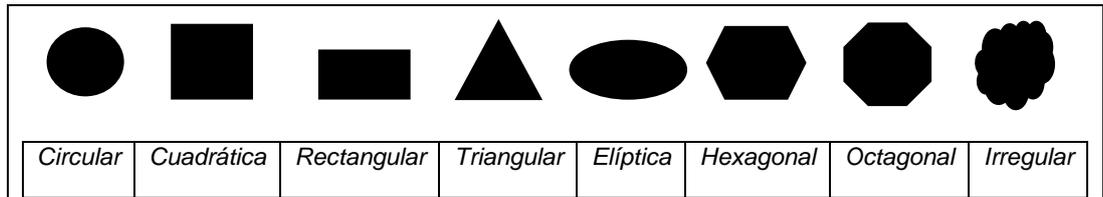
- $R_m$  = Resistencia a tracción (N/mm<sup>2</sup>).
- Previsiones de espacio.
- Forma de suministro: sueltas o en peines.

#### Características de las fibras de acero

- **Esbeltez o aspecto.** Indicador que esta definido por la relación que existe entre la longitud y el diámetro de la fibra
- **Resistencia a tracción del acero.** Fluctúa entre 400 y 1500 MPa
- **Forma.** Pueden tener formas muy variadas.

**Figura 8.**

**Secciones de las fibras más comunes**



Nota: (Marmol, 2010, p. 19).

**Clasificación de las fibras de acero**

Según la ASTM A820, las fibras de acuerdo al material base utilizado para su elaboración se clasifican en cinco tipos, y estos son:

- **Tipo I:** alambres striados en frío.
- **Tipo II:** laminas cortadas.
- **Tipo III:** extractos fundidos.
- **Tipo IV:** conformados en frío.
- **Tipo V:** aserrados de bloques de acero.

**2.2.5. Cemento portland**

Cemento de características hidráulicas, procedente de la pulverización de Clinker, que está formado principalmente por silicatos cálcicos hidráulicos y generalmente contiene una o más representaciones de CaSO<sub>4</sub> como aditivo durante la pulverización. (INACAL, 2019, NTP 334.009). Es un material con características adherentes y cohesivas, que le confieren el poder de adherir fracciones minerales para formar un total compacto. (Neville, 1999)

**Figura 9.**

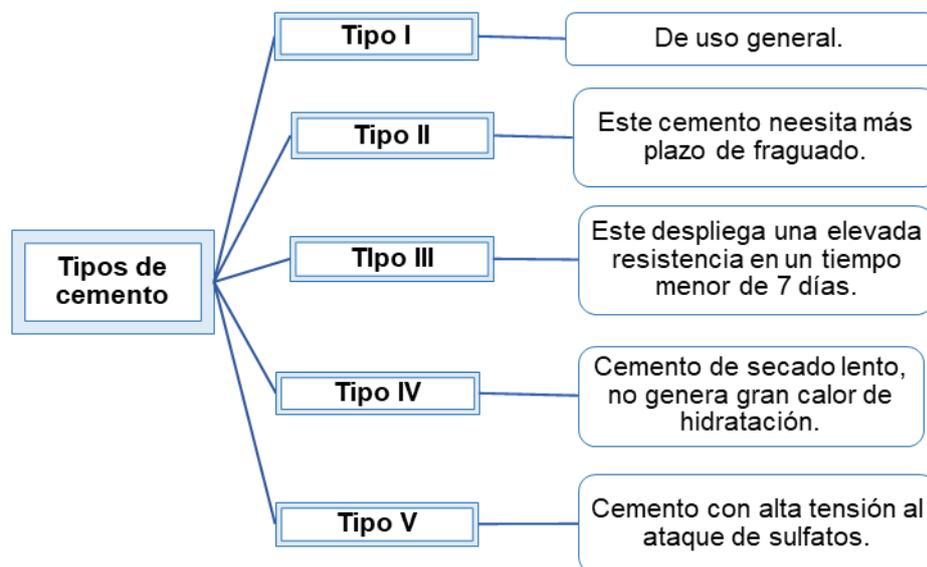
**Principales compuestos del cemento portland**

Nombre	Composición	Formula Abreviada	Nombre del Mineral	Porcentajes Limites
Silicato Tricálcico	$3CaO \cdot SiO_2$	C3S	Alita	30% a 60%
Silicato Bicálcico	$2CaO \cdot SiO_2$	C2S	Belita	15% a 37%
Aluminato Tricálcico	$3CaO \cdot Al_2O_3$	C3A	-----	07% a 15%
Ferrito Aluminato tetracalcico	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$	C4AF	Celita Clara o Ferrito	07% a 10%

Nota: (Loaysa, 2014, p. 16)

**Figura 10.**

**Tipos de cemento**



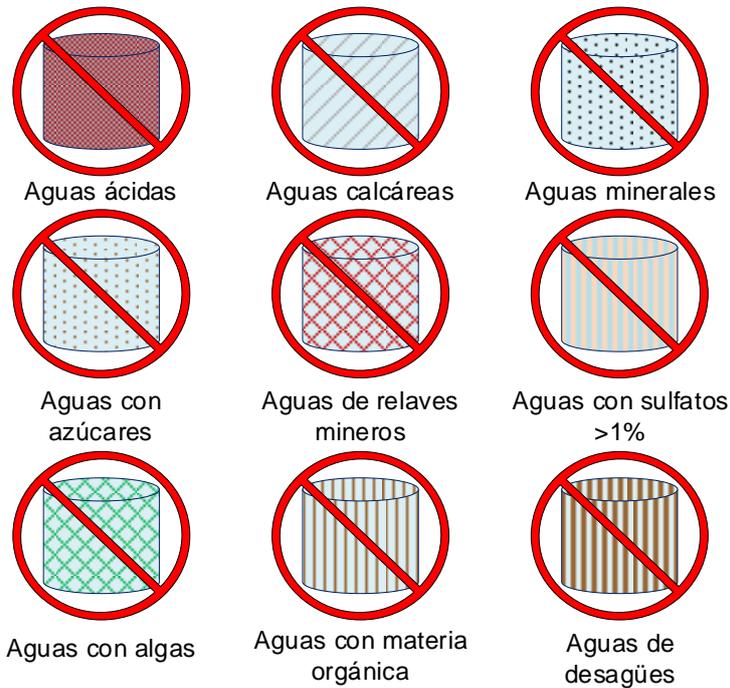
Nota: Adaptado (Quiroz y Salamanca, 2006, pp. 35-36).

**2.2.6. Agua**

Para la preparación de concreto el agua debe cumplir con los requisitos estipulados en NTP 339.088

**Figura 11.**

**Aguas prohibidas para la preparación de concreto**



Nota: Adaptado de (Rivva, 2007, p. 29)

**Relación agua/cemento**

$$R = A/C \quad \dots\text{Fórmula (01)}$$

Donde:

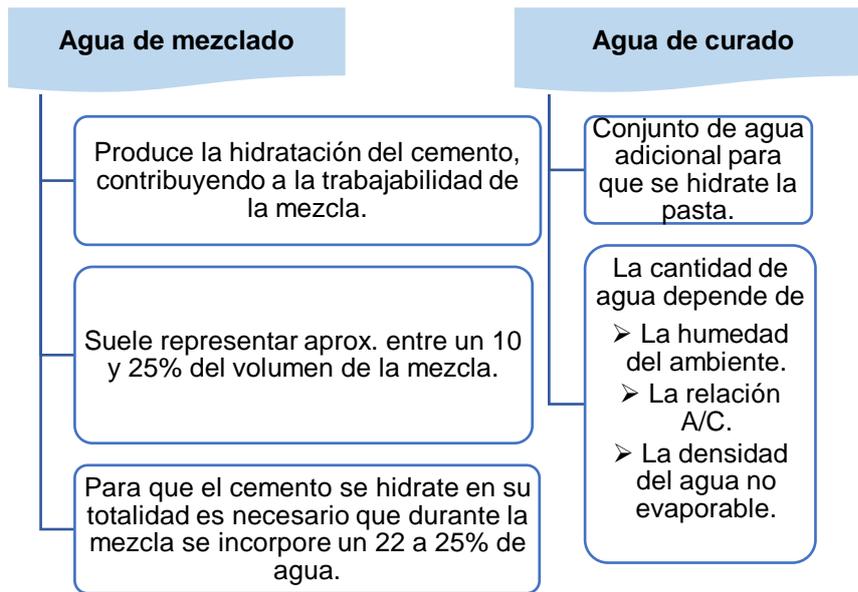
- R: Relación agua/ material cementante
- A: masa de agua del concreto fresco
- C: masa del material cementante del concreto fresco

Según Pasquel (2011), sustenta que:

- Para  $A/C > 0.42$  sobra agua de hidratación y todo el cemento se hidrata.
- Para  $A/C = 0.42$  no sobra agua de hidratación.
- Para  $A/C < 0.42$  falta cemento sin hidratar.

**Figura 12.**

**Agua de mezclado y agua de curado**



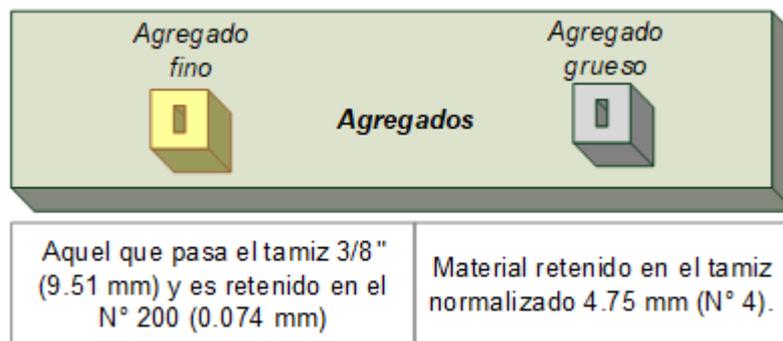
Nota: Adaptado (Rivva, 2007, p. 29).

### 2.2.7. Agregados

Los agregados, también conocidos como áridos, se definen como el conjunto de partículas provenientes de la naturaleza o actividades humanas, los mismos que pueden sufrir transformaciones y sus magnitudes se encuentran entre los límites establecidos en la NTP (INACAL, 2020)

**Figura 13.**

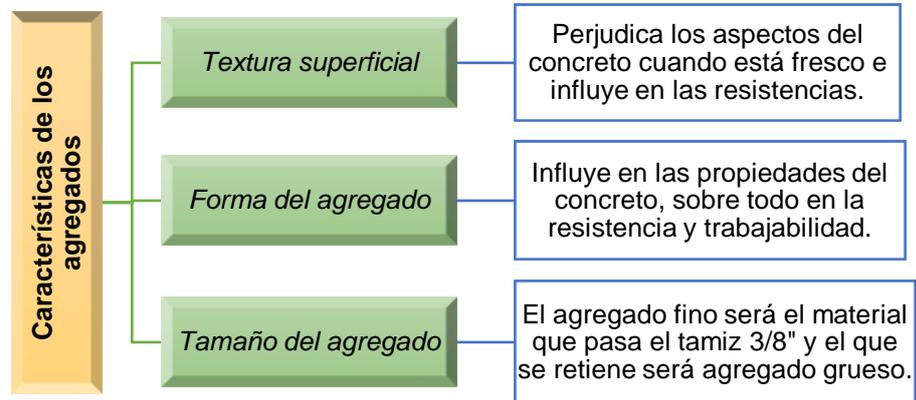
#### Tipos de agregados



Nota: Adaptado de (Abanto, 2017, pp. 23-25)

**Figura 14.**

**Características de los agregados**



Nota: (Quiroz y Salamanca, 2006, p. 60)

**2.2.8. Propiedades físico-mecánicas de los agregados**

- a. **TMN.** Grieta de la malla contigua superior que la que retiene el 15%, o más del AG.
- b. **Granulometría.** Se determina separando la muestra en proporciones de elementos del mismo tamaño, teniendo en cuenta la apertura de los tamices que se han utilizado, cuyos parámetros de granulometría necesarios están señalados en la NTP 400.012

**Figura 15.**

**Husos para agregado fino**

Malla	Porcentaje que pasa (%)
9.51 mm. ("3/8")	100
4.76 mm. (N°04)	95 a 100
2.36 mm. (N°08)	80 a 100
1.18 mm. (N°16)	50 a 85
300 um. (N°30)	25 a 60
150 um. (N°50)	10 a 30
150 um. (N°100)	2 a 10

Nota: Norma NTP 400.037

Tabla 2.

**Requerimientos de granulometría de los agregados gruesos**

N° ASTM	Tamaño nominal	% que pasa por los tamices normalizados												
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37.5mm (1 1/2")	25mm (1")	19mm (3/4")	12.5mm (1/2")	9.5mm (3/8")	4.75mm (N° 4)	2.36mm (N° 8)	1.18mm (N° 16)
1	90 - 37.5 mm (3 1/2" - 1 1/2")	100	90 - 100		25 - 60		0 - 15		0 - 5					
2	63 - 37.5 mm (2 1/2" - 1 1/2")			100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5					
3	50 - 25 mm (2" - 1")				100	90 - 100	35 - 70	0 - 15		0 - 5				
357	50 - 4.75 mm (2" - N° 4)				100	94 - 100		35 - 70		10 a 30		0 - 15		
4	37.5 - 19 mm (1 1/2" - 3/4")					100	90 - 100	20 - 55	0 - 15		0 - 5			
467	37.5 - 4.75 mm (1 1/2" - N° 4)					100	95 - 100	52 - 87	35 - 70	20 - 45	10 a 30	0 - 5		
5	25 - 12.5 mm (1" - 1/2")						100	90 - 100	20 - 55	0 - 10	0 - 5			
56	25 - 9.5 mm (1" - 3/8")						100	90 - 100	40 - 85	10 a 40	0 - 15	0 - 5		
57	25 - 4.75 mm (1" - N° 4)						100	95 - 100	68 - 85	25 - 60	12 a 45	0 - 10	0 - 5	
6	19 - 9.5 mm (3/4" - 3/8")							100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	0 - 5		
67	19 - 4.75 mm (3/4" - N° 4)							100	95 - 100	45 - 70	20 - 55	0 - 10	0 - 5	
7	12.5 - 4.75 mm (1/2" - N° 4)								100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 - 5	
8	9.5 - 4.75 mm (3/8" - N° 4)									100	95 - 100	10 a 30	0 - 10	0 - 5

Nota: INACAL, 2018, Norma NTP 400.037

c. **Módulo de finura.** Se determinada por la siguiente ecuación:

$$MF = \frac{\sum \%acumuladosRetenido (N^{\circ} 4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100} \quad \dots F\acute{o}rmula (02)$$

$$MF = \frac{\sum \%AcumuladoRetenido (1, 3/4", 1/2", 3/8", N^{\circ}4) + 500}{100} \quad \dots F\acute{o}rmula (03)$$

d. **Porcentaje de Finos (F).** Elementos presentes en los agregados, perjudiciales para el concreto.

$$F = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \quad \dots F\acute{o}rmula (04)$$

D\`onde:  $W_0$  = Peso inicial (gr),  $W_1$  = Peso seco final (gr)

**Tabla 3.**

***M\`aximo de porcentaje de finos***

Agregados	% m\`aximo de material que pasa la malla N\`o 200	
	Concreto expuesto a la abrasi\`on	Concreto no expuesto a la abrasi\`on
Arena natural	3	5
Arena triturada	5	7
Grava natural	1	1
Grava triturada	1.5	1.5

Nota: Norma ASTM C-33

e. **Peso espec\`ifico (Pe).** Est\`a determinado por la proporci\`on de la masa de volumen unitario del material entre la masa al volumen de agua.

$$Pe. m = \frac{W_{ms}}{S - V_a} \quad \dots F\acute{o}rmula (05)$$

$$Pe. m(S. S. S) = \frac{S}{S - V_a} \quad \dots F\acute{o}rmula (06)$$

$$Pe. a = \frac{W_{ms}}{[(S - V_a) - (S - W_{ms})]} \quad \dots F\acute{o}rmula (07)$$

$$Pe. m = \frac{W_{ms}}{S - W_{ma}} \quad \dots \text{Fórmula (08)}$$

$$Pe. m(S. S. S) = \frac{S}{S - W_{ma}} \quad \dots \text{Fórmula (09)}$$

$$Pe. a = \frac{W_{ms}}{W_{ms} - (W_{ma})} \quad \dots \text{Fórmula (10)}$$

Donde:

- $W_{ms}$  = Peso en el ambiente de la muestra secada al horno a 105°C.
- $S$  = Peso en el ambiente de la muestra saturada superficialmente seca.
- $V_a$  = Volumen de agua incorporada.
- $W_{ma}$  = Peso de la muestra sumergida.

**f. Absorción.** Es el nivel que tienen los agregados para que sus espacios vacíos filtrables de su interior se llenen de agua al sumergirlos durante 24 horas.

$$Abs = \frac{(\text{Peso saturado} - \text{Peso seco}) \times 100}{\text{Peso seco}} \quad \dots \text{Fórmula (11)}$$

**g. Contenido de humedad.** Cantidad de agua que contiene el agregado; no se encuentra limitada en especificaciones, pero, en AF puede llegar al 8%, mientras que en el AG al 4%.

$$W\% = \frac{H}{MS} \times 100 \quad \dots \text{Fórmula (12)}$$

Donde:

- $H$  = Peso del agua evaporada
- $MS$  = Peso seco de la muestra

**h. Peso Unitario.** Peso seco necesario para colmar un depósito determinado de volumen.

$$P.U. = W_s \times f = W_s/V_r \quad \dots\text{Fórmula (13)}$$

$$P.U. = W_s \times f = W_s/V_r \quad \dots\text{Fórmula (14)}$$

Donde:

- $W_s$  = Peso neto del agregado (seco o compactado)
- $F$  = Factor (f)
- $V_r$  = Volumen del recipiente
- P.U= Peso Unitario

**i. Resistencia a la Abrasión.** Se determina a partir de:

$$\% \text{ Desgaste} = \frac{W_o - W_f}{W_o} \times 100 \quad \dots\text{Formula (15)}$$

Donde:

- $W_o$ = Peso inicial (gr)
- $W_f$ = Peso final (gr)

### 2.2.9. Diseño de mezclas por métodos del comité ACI

**Selección de la resistencia promedio.** Según la Tabla 4:

**Tabla 4.**

**Determinación del  $f'_{cr}$  en función del grado de control de calidad en la obra**

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

Nota: (Neville y Brooks, 1998)

**Selección del TMN.** Se determina unicamente para el AG.

**Selección del asentamiento o Slump.** Se elige el valor más según las siguientes tablas:

**Tabla 5.**

**Asentamientos en diversos tipos de construcción**

Tipos de Construcción	maximo	minimo
Zapatas y muros de cimientos reforzados	3"	1"
Zapatas simples, cajones y muros de subestructuras	3"	1"
Muros reforzados y vigas	4"	1"
columnas	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclopeo	2"	1"

Nota: (Comité del ACI 211)

**Tabla 6.**

**Consistencia de mezcla de concreto**

Consistencia	Slump	Trabajabilidad
Seca	0" a 2"	Poco trabajable
Plastica	3" a 4"	Trabajable
fluida	Mayor a 5"	Muy trabajable

Nota: (Rivva 2007,41)

**Selección del volumen unitario del agua.** Volumen de agua que se debe agregar por cada unidad cúbica de concreto a la mezcla, con el fin de lograr tener una duración específica.

**Tabla 7.**

***Volumen unitario del agua***

<b><i>Agua en m<sup>3</sup>, para los tamaños max. Nominale de agregados gruesos y consistencia indicada</i></b>								
<b>Asentamineto</b>	<b>3/8"</b>	<b>1/2"</b>	<b>3/4"</b>	<b>1"</b>	<b>1 1/2"</b>	<b>2"</b>	<b>3"</b>	<b>6"</b>
<b>Concreto sin aire incorporado</b>								
<b>1" a 2"</b>	207	199	190	179	166	154	130	113
<b>3" a 4"</b>	228	216	205	193	181	169	145	124
<b>6" a 7"</b>	243	228	216	202	190	178	160	-
<b>Concreto con aire incorporado</b>								
<b>1" a 2"</b>	181	175	168	160	150	142	122	107
<b>3" a 4"</b>	202	193	184	175	165	157	133	119
<b>6" a 7"</b>	216	205	197	184	174	166	154	-

Nota: (Comité del ACI 211)

**Selección del contenido de aire.** El aire puede estar disponible en forma de burbujas, ya sea atrapado o incorporado, donde la suma de ambos llega a formar el aire total de una mezcla determinada.

**Tabla 8.**

***Contenido de aire atrapado***

<b>Tamaño máximo</b>	<b>Aire atrapado</b>
3/8"	3.0 %
1/2"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5%
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
6"	0.2 %

Nota: (Comité del ACI 211)

**Selección de la relación agua/cemento (A/C):**

Esta relación le corresponde como función a la resistencia y durabilidad, cuya determinación se especifica en la tabla 9:

**Tabla 9.**

**Relación A/C por resistencia**

Resistencia a la compresión a los 28 días	Relación agua- cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: (Comité del ACI 211)

**Tabla 10.**

**Relación A/C por durabilidad**

Tipo de estructura	Estructura que estan continua o frecuentemente húmedas y expuestas a congelación y deshielo	Estructura expuesta al agua de mar o sulfatos
Para secciones delgadas y todas aquellas que tienen un recubrimiento menor a 3 cm.	0.45	0.40
Para cualquier tipo de estructura.	0.45	0.40

Nota: (Comité del ACI 211)

**Cálculo del contenido de cemento.** El elemento cemento se calcula dividiendo la unidad de volumen de agua expresado en L/m<sup>3</sup>, entre la relación agua y cemento. (Rivva 2007,109)

$$C = \frac{\text{Volumen Unitario del Agua}}{A/C} \quad \dots\text{Fórmula (16)}$$

**Selección del agregado.** Para ello aplicamos la siguiente tabla:

**Tabla 11.**

**Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto**

Tamaño máximo del agregado grueso (pulg)	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino. Módulo de finura del agregado fino
--	---

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

Nota: (Comité del ACI 211)

**Correccion por Humedad.** Los ajustes por humedad tanto del agua como de los agregados se determina de la siguiente manera:

$$A.E. = \text{Agua Diseño} - AF_D \frac{(W\%_{AF} - Abs_{AF})}{100} - AG_D \frac{(W\%_{AG} - Abs_{AG})}{100}$$

...Fórmula (17)

$$AF_{efectivo} = AF_{diseño} \left( 1 + \frac{w\%(\text{porcentaje de humedad})_{AF}}{100} \right)$$

...Fórmula (18)

$$AG_{efectivo} = AG_{diseño} \left( 1 + \frac{w\%(\text{porcentaje de humedad})_{AG}}{100} \right)$$

...Fórmula (19)

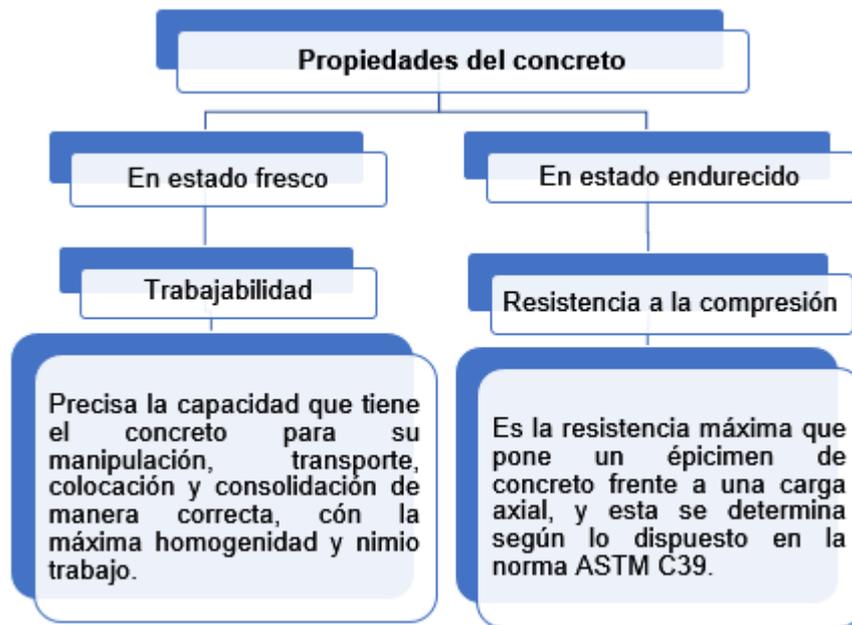
**Proporciones de los materiales.** Estas se dan tanto en peso como en volumen, de acuerdo a los criterios de diseño que se quiere obtener.

### 2.2.10. Propiedades del concreto

Cuando el concreto aún este fresco es aconsejable mantener sus propiedades para facilitar el transporte, colocación, compactación y acabado con el fin de evitar segregaciones nocivas, aunque, cuando en la fase de endurecimiento de concreto la mezcla logra adquirir propiedades mecánicas.

**Figura 16.**

**Principales propiedades del concreto**



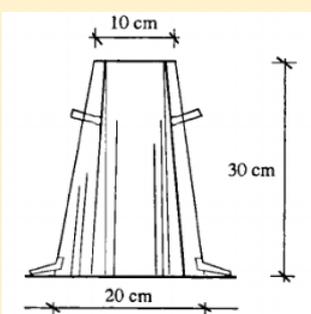
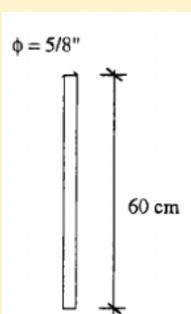
Nota: (Rivva, 2007, p. 37).

### 2.2.11. Ensayos en estado fresco

Una de las propiedades fundamentales del concreto fresco es la consistencia, que se define como el nivel de humectación de la mezcla y depende especialmente del volumen de agua utilizado. (Abanto, 2017)

**Figura 17.**

#### Ensayo de consistencia del concreto

<b>Método</b>	<b>Equipos y materiales</b>	
<p>Consiste en medir la mezcla de concreto que se coloca en un molde en forma de tronco y finalmente se desmoldea.</p>	<p>Tronco de cono.</p> 	<p>Varilla</p> 

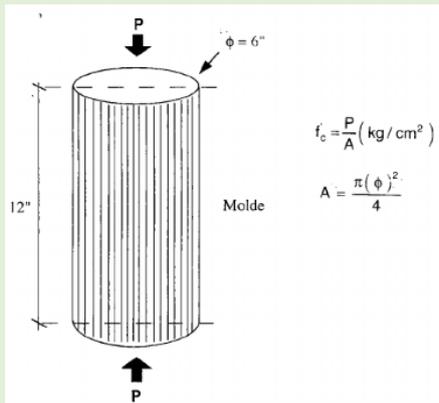
Nota: (Abanto 2017, 48).

### 2.2.12. Ensayos en estado endurecido

Las características del concreto en la fase de endurecimiento son: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción y resistencia al impacto.

**Figura 18.**

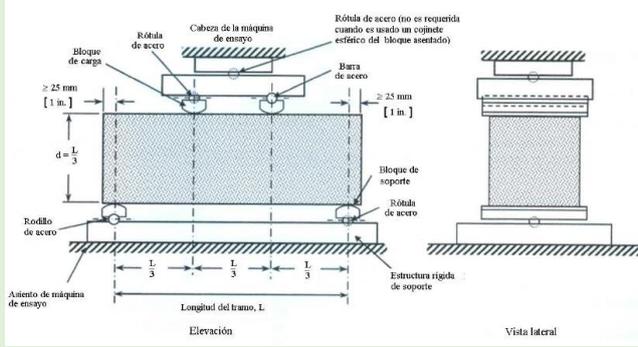
#### Ensayo de resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión	Equipos y materiales
<p>A los 28 días, después del vertido y curado, la resistencia a la compresión <math>f_c</math> de un concreto debe alcanzarse.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moldes cilíndricos (6"x12")</li> <li>Barra compactadora 5/8" <math>\varnothing</math> y 60 cm de longitud.</li> <li>Aceites derivados.</li> <li>Máquina de ensayo.</li> </ul> 

Nota: (Abanto, 2017, p. 48).

**Figura 19.**

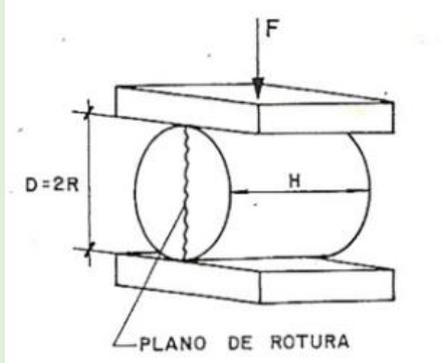
#### Ensayo de resistencia a la flexión

Resistencia a la flexión	Equipos y materiales
<p>Este tipo de ensayo permite poner una carga en las terceras partes de luz de las vigas hasta que se produce la falla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquina de ensayo.</li> <li>Aparatos de carga</li> <li>Vigas de concreto.</li> </ul> 

Nota: (INACAL, 2017, NTP 339.078)

**Figura 20.**

**Ensayo de resistencia a la tracción**

Resistencia a la tracción	Equipos y materiales
<p>Para obtener elevadas resistencias a tracción directa del 30 al 40% de orden, es necesario añadir un 1.5% de volumen de fibra en morteros o concretos.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Máquina de ensayo.</li><li>• Aparatos de carga</li><li>• Moldes cilíndricos.</li></ul> 

Nota: (Ramos 2012)

**Figura 21.**

**Ensayo de resistencia al impacto**

Resistencia al impacto
<p>Cuando las fibras se resisten al arrancamiento y deformación de sus características, se genera un impacto por absorción de energía, cuya resistencia se incrementa de 3 a 10 veces más que la resistencia del concreto normal; además de mejorar la tendencia a la desfragmentación y al desprendimiento.</p>

Nota: (Marmol 2010, 27)

## CAPÍTULO III.

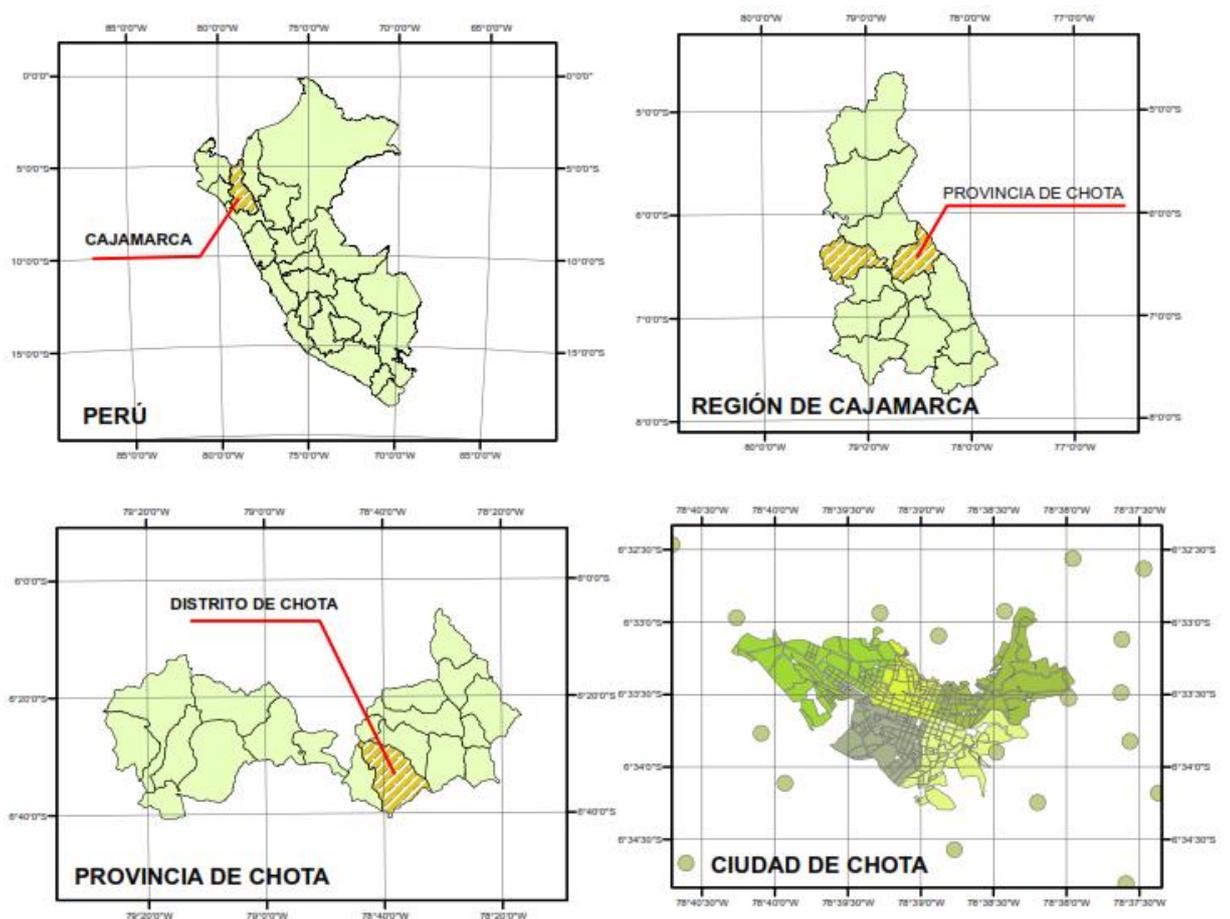
### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. **Ámbito de estudio**

“La ciudad de Chota, está ubicada en el distrito y provincia de Chota, región de Cajamarca, cuyas coordenadas UTM son: 759839.47 m E y 9274109.66 m S, a una altura de 2,388 msnm” (MPCH, 2018). El distrito de Chota abarca distintos centros poblados como: Cangana, Colpamatara, Colpahuacariz, entre otros.

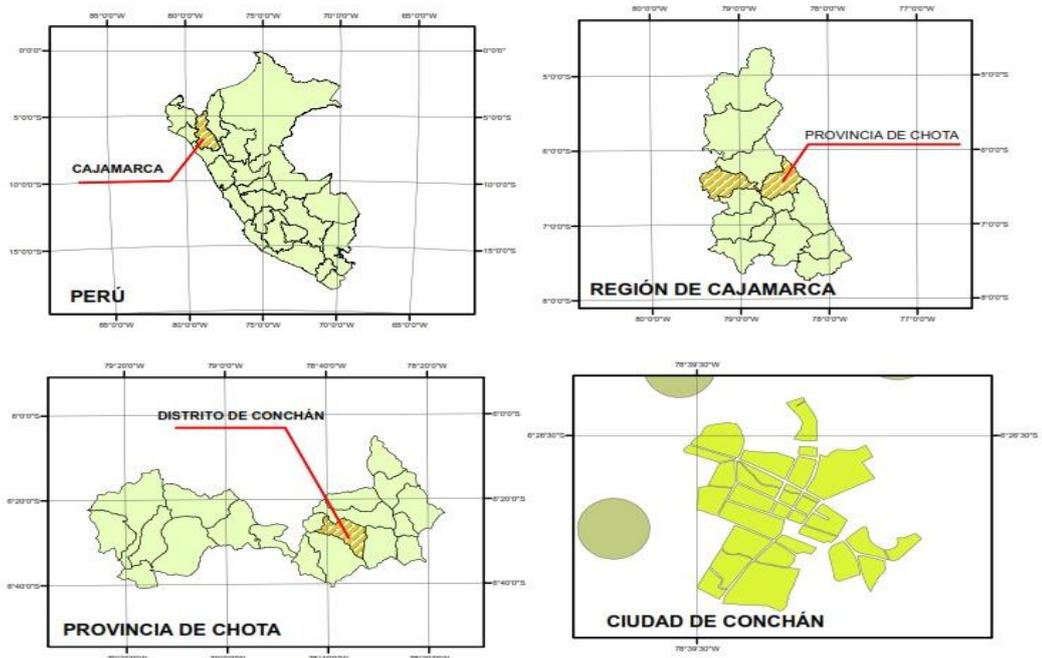
**Figura 22.**

#### **Ubicación de la ciudad de Chota**



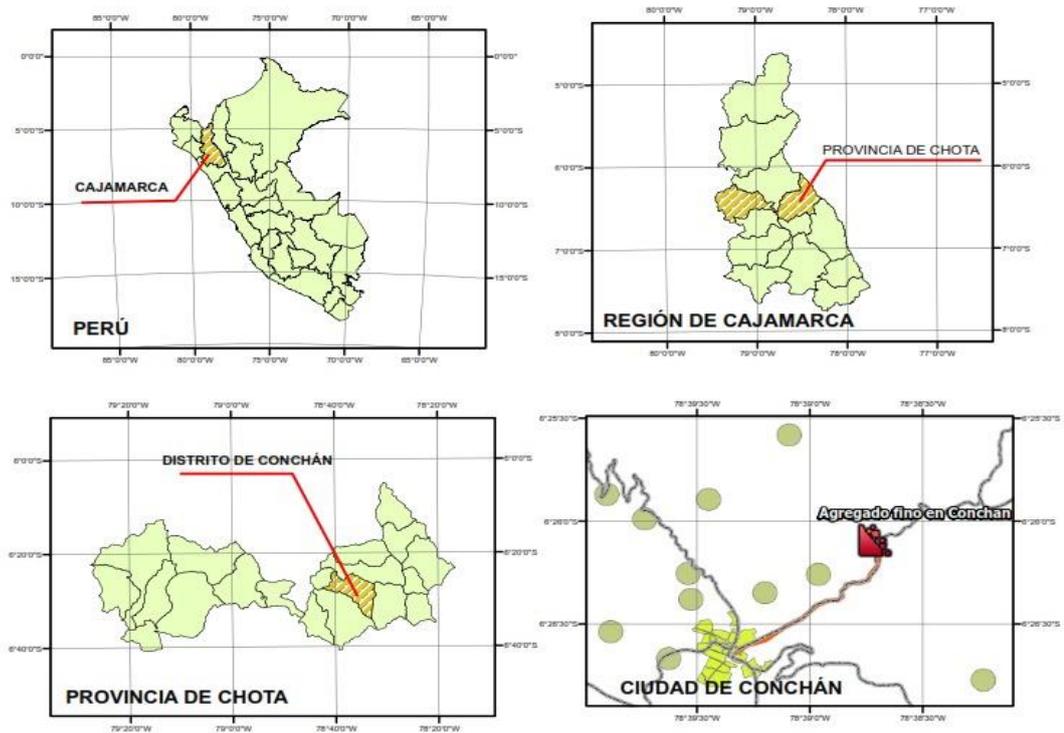
**Figura 23.**

**Ubicación del distrito de Conchán**



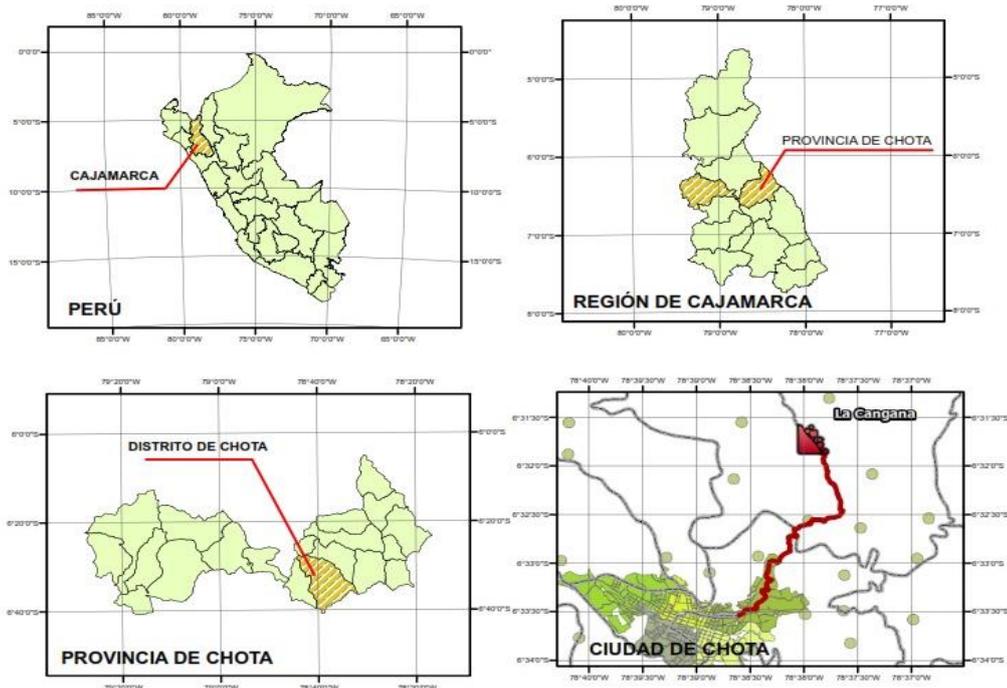
**Figura 24.**

**Ubicación del agregado fino**



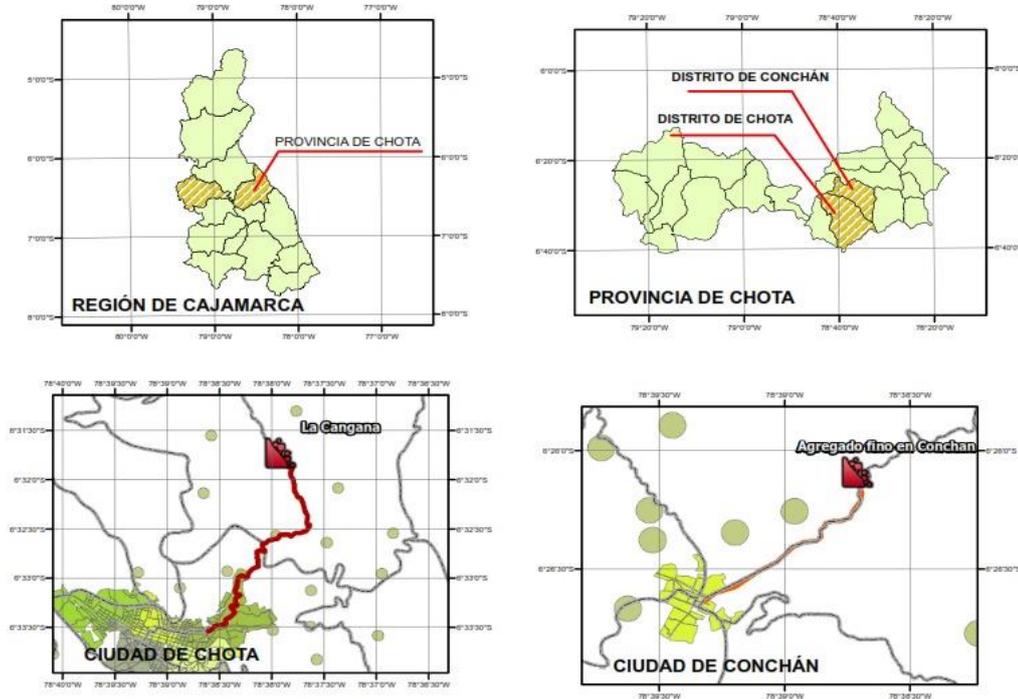
**Figura 25.**

**Ubicación del agregado grueso**



**Figura 26.**

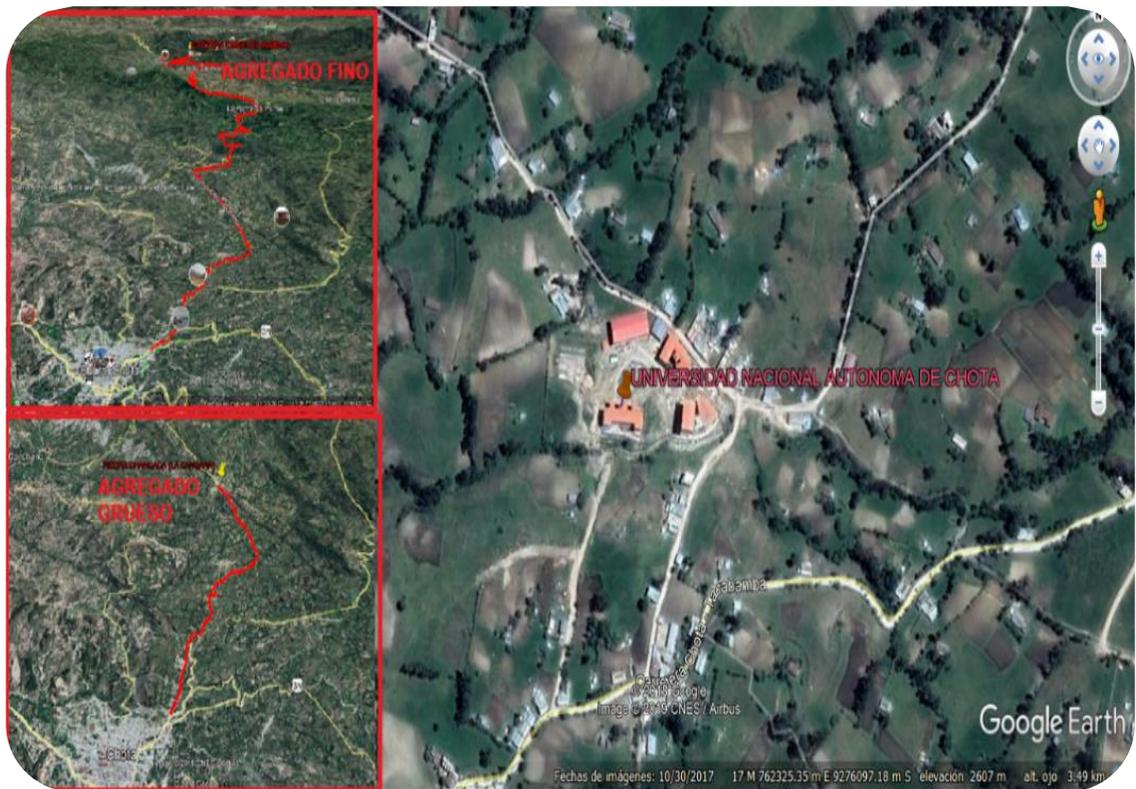
**Ubicación de agregado grueso y agregado fino**



Los agregados han sido obtenidos en base a la NTP 400.010, de la cantera de agregado fino “Conchán” y la cantera de agregado grueso “La Cangana”. Los agregados fueron trasladados al laboratorio de materiales de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota (UNACH), ubicado geográficamente en la Comunidad de Colpa Matara, donde se han realizado ensayos físicos mecánicos sobre los agregados y especímenes de concreto.

**Figura 27.**

**Fotografía satelital de la ubicación del estudio**



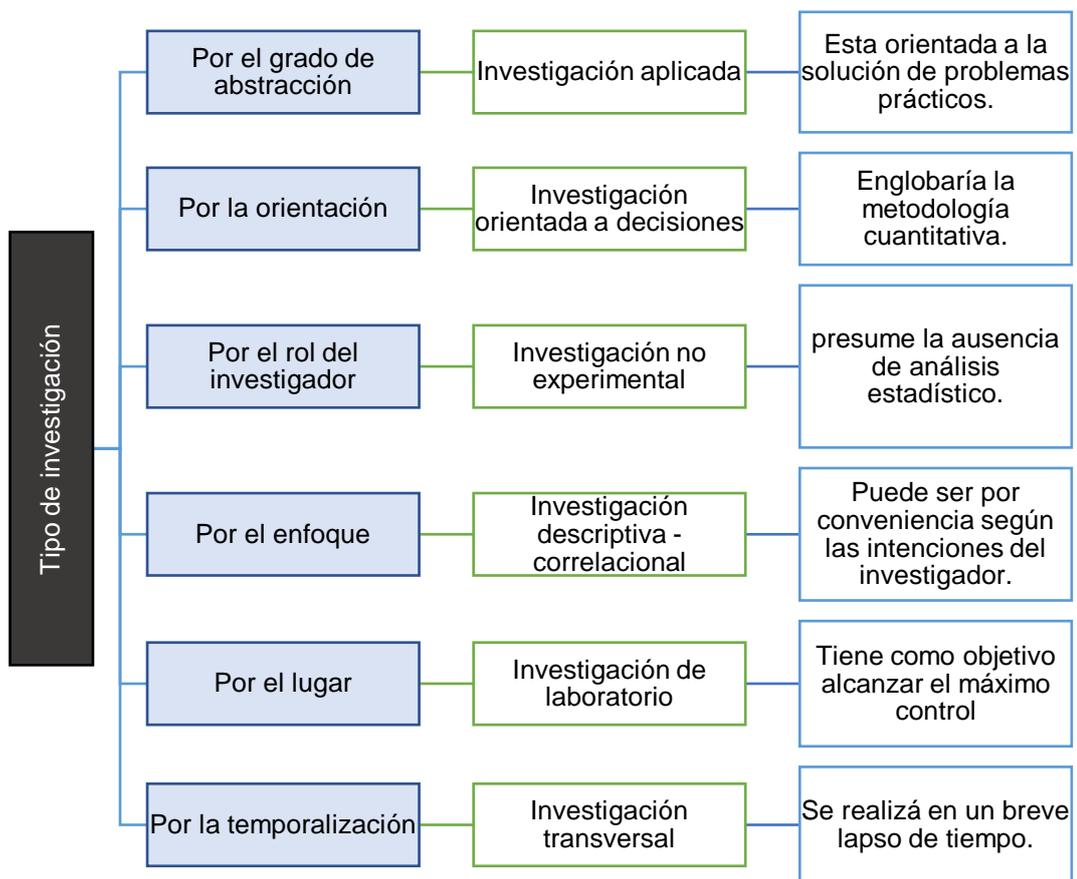
Nota: (Google Earth)

### 3.2. *Diseño de investigación*

Esta investigación es cuantitativa descriptiva según la naturaleza de las variables de estudio, de carácter unifactorial (un solo factor), el cual es la adición de fibras de acero Sika fiber CHO 65/35 NB para determinar su consecuencia sobre las propiedades físico-mecánicas de un concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 28.**

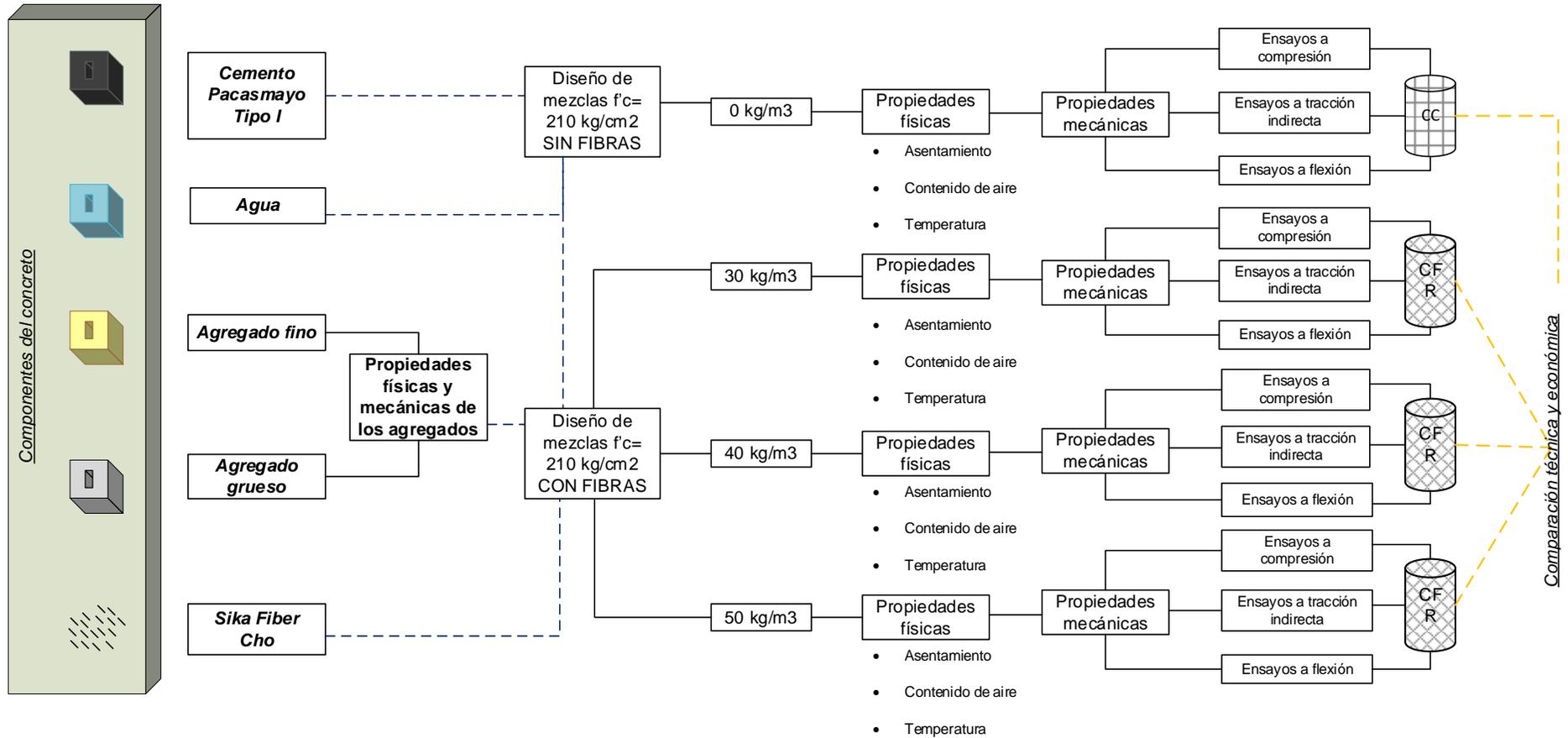
#### Tipo de investigación



Nota: (Bisquerra, 1989)

**Figura 29.**

**Diseño de investigación: Descriptivo**



### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

Concretos hechos con agregado fino de la cantera Conchán y agregado grueso de la cantera La Cangana, adicionado fibras de acero Sika fiber CHO 65/35 NB con 35 mm de longitud y 0.54mm de diámetro, Chota.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra fue definida por conveniencia y estuvo conformada por el conjunto de especímenes de concreto simple y concreto incorporado fibras de acero sika fiber CHO65/35NB de 35 mm de longitud 0.54mm de diámetro, sometidas a las pruebas de, tracción indirecta, compresión y flexión en diferentes días de curado, según ACI, la resistencia del concreto se determinó aplicando a los 3 ensayos consecutivos de resistencia un promedio aritmético, y por cada ensayo anteriormente descrito se elaboró 9 probetas en los diferentes días de curado.

**Tabla 12.**

#### ***Número de especímenes para ensayo de compresión***

Tipo de mezcla	Número de especímenes para ensayos de compresión			Total (Und.)
	7 días	14 días	28 días	
0% de fibra de acero	3	3	3	09
30 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	3	3	3	09
40 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	3	3	3	09
50 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	3	3	3	09
Total	12	12	12	36

**Tabla 13.*****Número de especímenes para ensayo de tracción indirecta***

Tipo de mezcla	Número de especímenes para ensayos de tracción indirecta			Total (Und)
	Edad de los especímenes			
	7 días	14 días	28 días	
0% de fibra de acero	3	3	3	09
30 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
40 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
50 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
Total	12	12	12	36

**Tabla 14.*****Número de especímenes para ensayo de flexión***

Tipo de mezcla	Número de especímenes para ensayos de flexión			Total (Und)
	Edad de los especímenes			
	7 días	14 días	28 días	
0% de fibra de acero	3	3	3	09
30 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
40 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
50 kg/m3 de fibra de acero	3	3	3	09
Total	12	12	12	36

**Tabla 15.*****Número de especímenes para ensayos en concreto***

Tipo de mezcla	Número de especímenes para ensayos en concreto			Total (Und)
	Edad de los especímenes			
	7 días	14 días	28 días	
0% de fibra de acero	9	9	9	27
30 kg/m3 de fibra de acero	9	9	9	27
40 kg/m3 de fibra de acero	9	9	9	27
50 kg/m3 de fibra de acero	9	9	9	27
Total	36	36	36	108

### **3.4. Operacionalización de variables**

#### **a. Variable independiente: Fibras de acero**

Son filamentos finos y largos, que serán analizados para conocer las características del aditivo, y las propiedades físico – mecánicas del agregado, a fin de plantear la elaboración de mezclas  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tiene como dimensiones:

- Propiedades físicas de las fibras de acero
- Propiedades físicas del agregado fino
- Propiedades físico – mecánicas del agregado grueso

#### **b. Variable dependiente: Concreto**

El “Concreto”, representa el estudio de las características en estado no endurecido y endurecido. Para ello, las fibras de acero serán adicionados al concreto de  $30 \text{ kg/m}^3$ ,  $40 \text{ kg/m}^3$  y  $50 \text{ kg/m}^3$ , para mejorar sus propiedades mecánicas y compararlas con un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ . Tiene como dimensiones:

- Diseño de mezclas  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$
- Ensayos en concreto sin y con fibras de acero
- Comparación económica

**Tabla 16.**

**Operacionalización de variables**

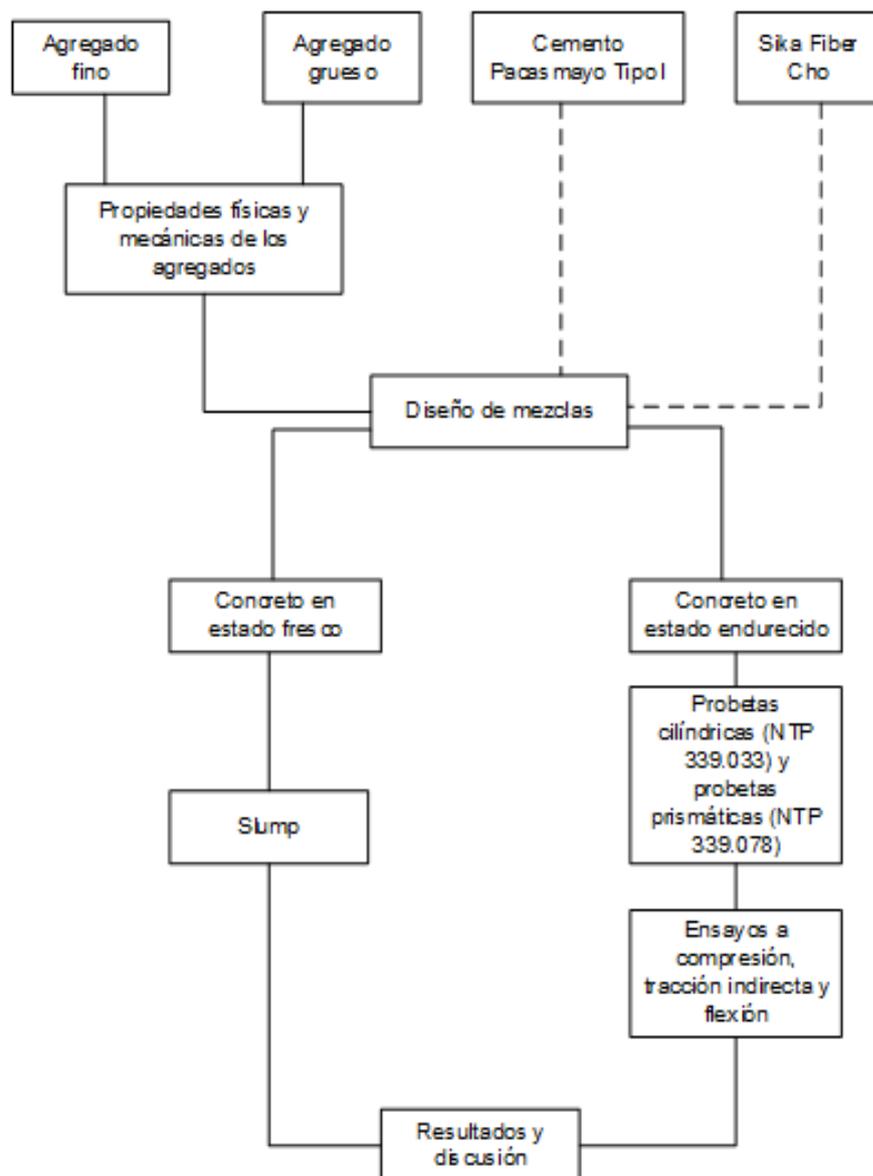
<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Índice</b>
VI Fibras de acero	Propiedades físicas de las fibras de acero	Volumen	Hoja de cálculo	M3
		Densidad	Carta de plasticidad	%
		Longitud	Hoja técnica	Cm
		Textura	Hoja técnica	....
		Forma	Hoja técnica	....
	Propiedades físicas del agregado fino	Granulometría	Curva granulométrica	%
		Peso específico	Formato de ensayo	Kg/m3
		Peso unitario suelto	Formato de ensayo	Kg/m3
		Peso unitario compactado	Formato de ensayo	Kg/m3
		Absorción	Formato de ensayo	%
		Módulo de finura	Formato de ensayo	%
		Humedad	Formato de ensayo	%
	Propiedades físico – mecánicas del agregado grueso	Granulometría	Curva granulométrica	%
		Peso específico	Formato de ensayo	Kg/m3
		Peso unitario suelto	Formato de ensayo	Kg/m3
		Peso unitario compactado	Formato de ensayo	Kg/m3
		Absorción	Formato de ensayo	%
		Módulo de finura	Formato de ensayo	%
		Humedad	Formato de ensayo	%
		Abrasión	Formato de ensayo	%
	VD Concreto	Diseño de mezclas $f'c=210$ kg/cm2	Agregado fino	Curva granulométrica
Agregado grueso			%	
Cemento			Certificado de calidad	Bls/m3
Agua			Tabla de factor de agua	M3
Fibras de acero			Hoja técnica	Kg/m3
Ensayos en concreto sin y con fibras de acero		Resistencia a ensayos de compresión	Tabla de resistencia del concreto	Kg/Cm2
		Resistencia a ensayos de tracción indirecta	Tabla de resistencia del concreto	Kg/Cm2
		Resistencia a ensayos de flexión	Tabla de resistencia del concreto	Kg/Cm2
Comparación económica		Materiales	Hoja de cálculo	S./
		Mano de obra	Hoja de cálculo	S./
	Equipos y/o herramientas	Hoja de cálculo	S./	

### 3.5. Descripción de la metodología

El método descriptivo utiliza como técnica la observación de fenómenos, que inicialmente es percibida por los sentidos con el fin de representar el objeto de estudio y registrar los hechos para probar la validez de sus resultados. (Behar, 2008)

**Figura 30.**

#### Metodología descriptiva



### 3.6. Procesamiento y análisis de datos

#### 3.6.1. Procedimiento

Para alcanzar los objetivos planteados en la presente investigación, se realizó el siguiente procedimiento:

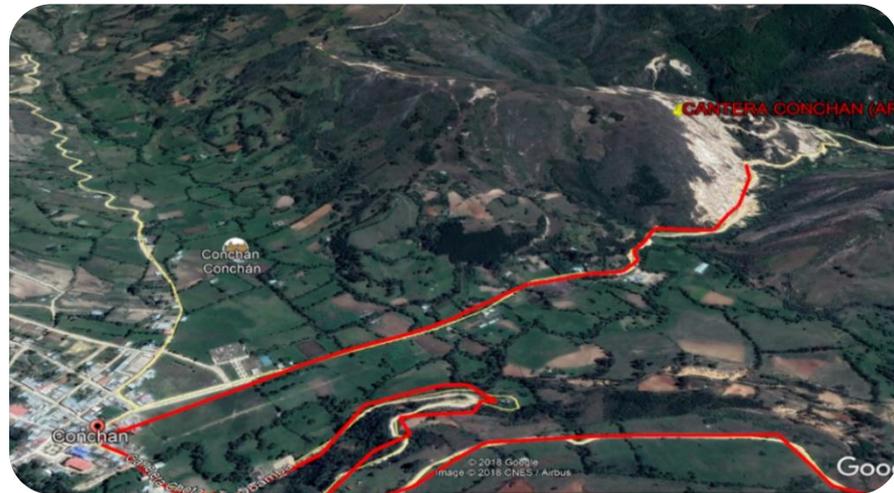
##### a. Ubicación, extracción y ensayos físico – mecánicos del material de las canteras

###### Ubicación de cantera: Agregado fino

Se encuentra al noreste de la ciudad de Chota, en el Km. 27+980 de ruta Chota – Tacabamba, ubicada en la franja 17M a 760474 Este y 9288007 Norte y 2279 msnm de altitud.

###### **Figura 31.**

###### Ubicación de la cantera Conchán



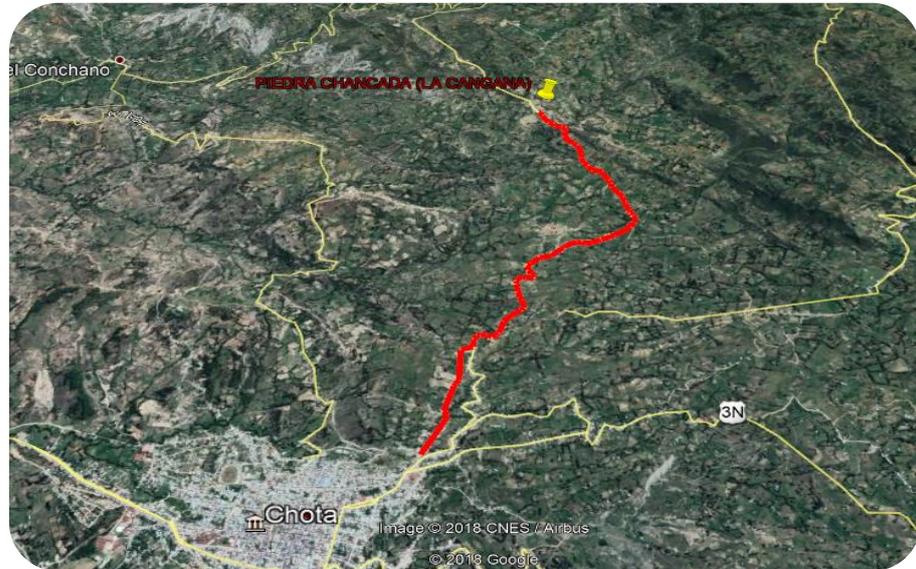
Nota: Imágenes Google Earth.

###### Ubicación de cantera: Agregado grueso

Se encuentra al noreste de la ciudad de Chota, en el Km. 5+380 de la ruta Chota – Tacabamba, a 761972 m Este y 9277597 m Norte, con 2634 msnm de altitud.

**Figura 32.**

**Ubicación de la cantera La Cangana**



Nota: Imágenes Google Earth.

**Extracción de los agregados**

Se ha realizado la extracción de los agregados y fueron transportados a un lugar cercano al campus de la UNACH.

**Propiedades físico – mecánicas del agregado**

Los diferentes ensayos han sido realizados tres veces para juzgar la calidad de los agregados.

**Análisis granulométrico (NTP 400,012; ASTM C-136)**

**Equipos y materiales**

- Balanza de 0.1% de sensibilidad.
- Tamices para AF: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100.
- Tamices para AG: 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4.
- Una estufa con capacidad 110 °C ± 5°C.
- Taras y recipientes.

### Procedimiento de ensayo

Hasta alcanzar el peso estable, el agregado se colocó a 110°C en una estufa, la muestra se situó de manera decreciente en la parte superior de la malla del conjunto de tamices, luego, de acuerdo a la abertura se efectuó el tamizado.

**Figura 33.**

### Ensayo granulométrico de agregado fino



### Peso unitario suelto y compactado (NTP 400,017; ASTM C-29)

**Tabla 17.**

#### **Ensayo: Peso unitario suelto y compactado**

	<b>Peso unitario suelto</b>	<b>Peso unitario compactado</b>
<b>Equipos y materiales</b>	Olla cilíndrica de metal. Barra apisonadora de acero liso circular.	Balanza con sensibilidad 0.1 %. Olla cilíndrica de metal.
<b>Procedimiento</b>	Se pesó la olla en la balanza, luego se llenó con agregado 1/3, 2/3 y 3/3, apisonando con la varilla 25 golpes en cada capa. Se enrasó el recipiente. Finalmente, se ha pesado el	Se pesó la olla en la balanza, luego se llenó con 1/3 y 2/3 de agregado. Luego se llenó, el recipiente por encima de su borde superior, soltando el agregado

recipiente más el agregado, también se tomó el volumen del recipiente.

desde una altura  $\leq 5$  cm. Finalmente, se pesó el recipiente y su volumen.

**Figura 34.**

**Ensayo de peso unitario compactado**



**Peso específico y absorción (NTP 400.021-400,022; ASTM C-127,128)**

**Tabla 18.**

***Ensayo: Peso específico y absorción***

	<b>Para AF</b>	<b>Para AG</b>
<b>Equipos y materiales</b>	Balanza, sensibilidad 0.1 gr. Fiola de 500 ml. Molde cónico metálico. Varilla de metal	Balanza, sensibilidad 0.5 gr. Malla de alambre Depósito adecuado Estufa de 110°C $\pm 5^\circ$
<b>Procedimiento</b>	Se seleccionó por cuarteo 500g, se secó a 110°C, luego se cubrió con agua por 24 h, después se dejó secar. Colocamos el agregado en un molde cónico y con la varilla de metal lo golpeamos 25 veces elevando verticalmente el molde, hasta que el agregado quede saturado.	Luego de un lavado completo, se secó la muestra a 110°C hasta que alcance un peso invariable, luego se introdujo durante 24 h al agua, se retiró la muestra y se lo pasamos sobre una tela absorbente.

**Figura 35.**

**Ensayo de peso específico**



**Contenido de Humedad (NTP 339.185; ASTM C-535)**

**Equipos y materiales**

- Balanza de 0.1% de sensibilidad.
- Recipiente.
- Una estufa con capacidad de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**Procedimiento de ensayo**

Se colocó y peso la muestra húmeda en un depósito, luego se llevó la muestra a la estufa por 24 h, después se sacó la muestra, se dejó enfriar y finalmente se volvió a pesar.

**Porcentaje que pasa el tamiz N°200 (NTP 400.018; ASTM C-117)**

**Equipos y materiales**

- Balanza, sensibilidad 0.1 %.
- Recipiente y tamices para determinar la muestra.
- Una estufa con capacidad de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

### **Procedimiento de ensayo**

En un envase se dispuso la muestra pesada y secada, se añadió un volumen suficiente de agua para que las partículas finas se separen del tamiz N° 200, se repitió este trabajo hasta clarificar el agua de lavado, consecuentemente el material que se quedó impregnado en el tamiz se puso a pesar y secar.

### **Figura 36.**

### **Separación de agregado para pesado para el porcentaje de finos**



### **Abrasión (NTP 400.019; ASTM C-131)**

#### **Equipos y materiales**

- Balanza, sensibilidad 0.1 %.
- Recipiente y tamices 1", 3/4", 1/2", 3/8.
- Una estufa con capacidad 110°C ± 5°C.
- Máquina de los ángeles.

#### **Procedimiento de ensayo**

Una vez obtenida la muestra libre de impurezas y secada al horno se tamizó, en un peso de 5000 g, luego se colocó el elemento de ensayo

y la carga abrasiva de 12 esferas, para 500 revoluciones. Luego se descargó el material y se lavó a través del tamiz No. 12, el material retenido en el horno se secó a 110 ° C durante 24 h, y finalmente se pesó la muestra.

**Figura 37.**

**Descargo del material de la máquina de los ángeles**



**b. Componentes del concreto**

**Fibra de acero a utilizar**

La fibra de acero empleado es Sika Fiber CHO 65/35 NB, misma que se encuentra cumpliendo la norma ASTM A820.

**Cemento a utilizar**

El cemento que se ha empleado es Pacasmayo Tipo I, de uso general en la construcción, el que tiene como peso específico de 3.08 gr/cm<sup>3</sup> y cumple con la NTP 334.090.

**Agua a utilizar**

Se ha empleado el agua del campus de la UNACH, para la elaboración y curado de las muestras de concreto, esta agua es

transportada desde el campamento Túnel Conchano, con su propio sistema de bombeo y antes de llegar al campus pasa por una planta de tratamiento, idónea a los aspectos estipulados en la NTP 339.088.

**c. Procedimiento para el diseño de mezcla**

Se ejecutó el diseño de mezclas, para un concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> siguiendo el método ACI. Según los siguientes pasos:

**1° Resistencia a compresión promedio**

$$f'_{cr} = 210 + 84 = 294 \text{ kg/cm}^2.$$

**2° Selección de tamaño máximo del agregado**

El TMN será 1", correspondiente a la granulometría de la norma NTP 400.012, ASTM C-136.

**3° Selección del asentamiento**

Deseando tener una buena trabajabilidad se eligió una consistencia plástica (Trabajable): 3"- 4".

**4° Selección de la relación agua cemento**

Con un TMN de 1" y ausencia de aire incorporado: 0.558.

### **5° Contenido de aire**

Asumiendo el porcentaje de aire atrapado en el TMN del agregado grueso, sería un 1.5%.

### **6° Volumen de agua**

Vol. de agua: 193 litros.

### **7° Cálculo del factor cemento**

$$\text{Cemento} = \frac{193}{0.558} = 345.63 \text{ kg}$$

### **8° Calculando el volumen absoluto de pasta**

- Cemento= 345.63 Kg.
- Agua= 193 lt.
- Aire= 1.5%

Al dividir entre sus pesos específicos más la proporción de aire atrapado tenemos:

- Cemento= 0.112 m<sup>3</sup>.
- Agua= 0.193 m<sup>3</sup>.
- Aire= 0.015

Volumen de la pasta = 0.320 m<sup>3</sup>

### **9° Determinación en pesos de los agregados**

El peso del agregado grueso se ha calculado interpolando.

$$V_g = 0.7355 \text{ m}^3$$

Entonces al multiplicar por su peso específico, se ha obtenido el peso:

$$P_{ag} = 0.7355 * 1450.05 = 1066.52 \text{ kg}$$

Volumen absoluto del agregado grueso

$$\text{Vol. ag} = 1066.52/2616.13 = 0.408 \text{ m}^3$$

El peso del agregado fino se calcula a partir de restar 1 metro cubico con el volumen de la pasta más el volumen del agregado grueso:

$$\text{Vol. af} = 1 - (0.320 + 0.408)\text{m}^3 = 0.272$$

Entonces el peso de agregado fino tenemos al multiplicar el volumen por su peso específico:

$$P_{\text{haf}} = 0.272 * 2657.55 = 722.52 \text{ kg}$$

### **10° Corrección por humedad de los agregados**

Del agregado fino:

$$P_{\text{haf}} = 722.52 * \left( \frac{0.98}{100} + 1 \right) = 729.59 \text{ kg}$$

Del agregado grueso:

$$P_{\text{haf}} = 1066.52 * \left( \frac{0.59}{100} + 1 \right) = 1072.77 \text{ kg}$$

### **11° Aporte de agua a la mezcla**

El aporte de agua se calcula mediante la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción multiplicado por el peso sin corregir por humedad del agregado todo esto dividido entre 100.

Para agregado fino:

$$P_{\text{h}_2\text{o}} = -0.23 \text{ lts}$$

Para agregado grueso:

$$P_{\text{h}_2\text{o}} = -5.09 \text{ lts}$$

Entonces el agua efectiva tenemos:

$$P_{\text{h}_2\text{o}(\text{total})} = 193 - (-0.23 - 5.09) = 198.31 \text{ kg}$$

## 12° Material corregido por metro cúbico

Tabla 19.

### *Material corregido por metro cúbico*

Material	Por peso m <sup>3</sup>	
	Seco (kg)	Húmedo (kg)
Agua	193.00	198.31
Cemento	345.63	345.63
A. grueso	1066.52	1072.77
A. fino	722.52	729.59

### 3.6.2. *Procesamiento de datos*

Los datos han sido procesados por medio de: programa Microsoft Excel y Google earth.

### 3.6.3. *Equipos, materiales e instrumentos*

#### 3.6.3.1. *Técnicas de recolección de datos*

##### a. *Guía de observación*

Se utilizaron los manuales de ensayos de materiales y ensayos de concreto.

##### b. *Formatos de ensayos en agregados*

Son: Análisis granulométrico, peso unitario, peso específico y absorción, contenido de humedad, resistencia a la abrasión.

##### c. *Formatos de ensayos en concreto*

Son: Formato de ensayo de resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión.

##### d. *Hojas de comparación*

Hoja de resumen de datos técnicos y estimación del costo económico.

#### 3.6.4. Análisis de datos

La NTP ha permitido analizar los datos. Posteriormente los agregados fueron comparados con la NTP 400.037, mientras que la información de los especímenes de concreto que fueron elaborados con componentes de fibra de acero se compararon con el concreto patrón diseñado para una resistencia deseada de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

$$\text{Promedio: } \bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

$$\text{Desviación estándar: } S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

## CAPÍTULO IV.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la investigación

##### 4.1.1. *Propiedades de las fibras de acero*

En la presente investigación se tuvieron que seleccionar fibras de la empresa Sika de tipo SikaFiber® Cho 65/35 NB.

**Tabla 20.**

##### *Propiedades físicas de las fibras de acero*

Propiedad físico – mecánica	Resultado
Forma	Alambre estrado en fino
Longitud	35 mm
Diámetro	0.54 mm
Peso específico	7812.50 kg/m <sup>3</sup>
Resistencia a la tensión	1300 Mpa
Dosificación recomendada	15 - 50 kg/m <sup>3</sup>

Nota: Ficha técnica de Fibras SikaFiber Cho 65/35 NB.

**Interpretación.** SikaFiber® Cho 65/35 NB son fibras que tienen la forma de alambre, tienen un alto vínculo entre su longitud y diámetro, lo que facilita lograr un alto rendimiento utilizando una cantidad menor de fibra necesaria para el reforzamiento del concreto tradicional

##### **Figura 38.**

##### **Presentación de las fibras de acero**



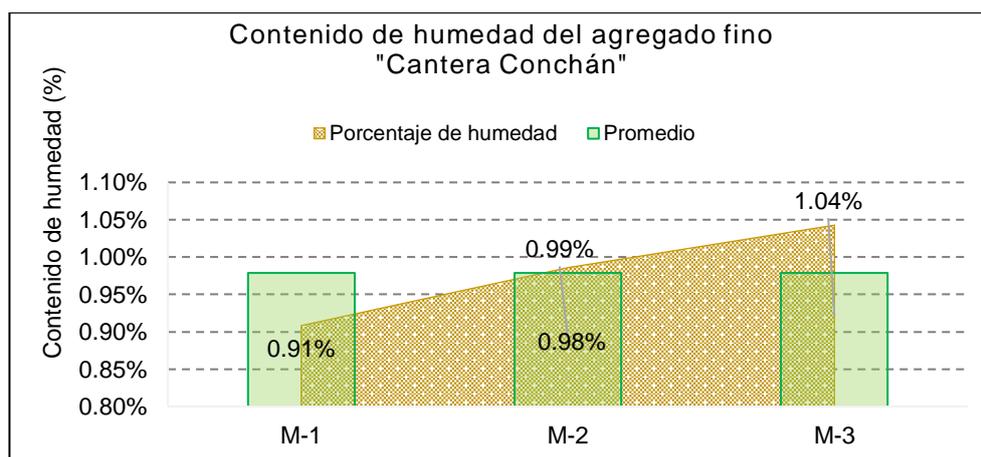
Nota: Ficha técnica de Fibras SikaFiber Cho 65/35 NB.

#### 4.1.2. Propiedades del agregado fino

El agregado fino proviene de la cantera Conchán, ubicada en el Km. 27+980 de la carretera Chota – Tacabamba. Su caracterización permitió estandarizar el material en base a la NTP 400.037, además de servir para los diferentes diseños de mezcla.

**Gráfico 1.**

#### Contenido de humedad del agregado fino



**Interpretación.** El contenido de humedad promedio del agregado fino es 0.98%, valor significativamente bajo, por tanto, influirá en el acrecimiento del volumen de agua efectiva necesaria para el diseño de mezcla.

**Tabla 21.**

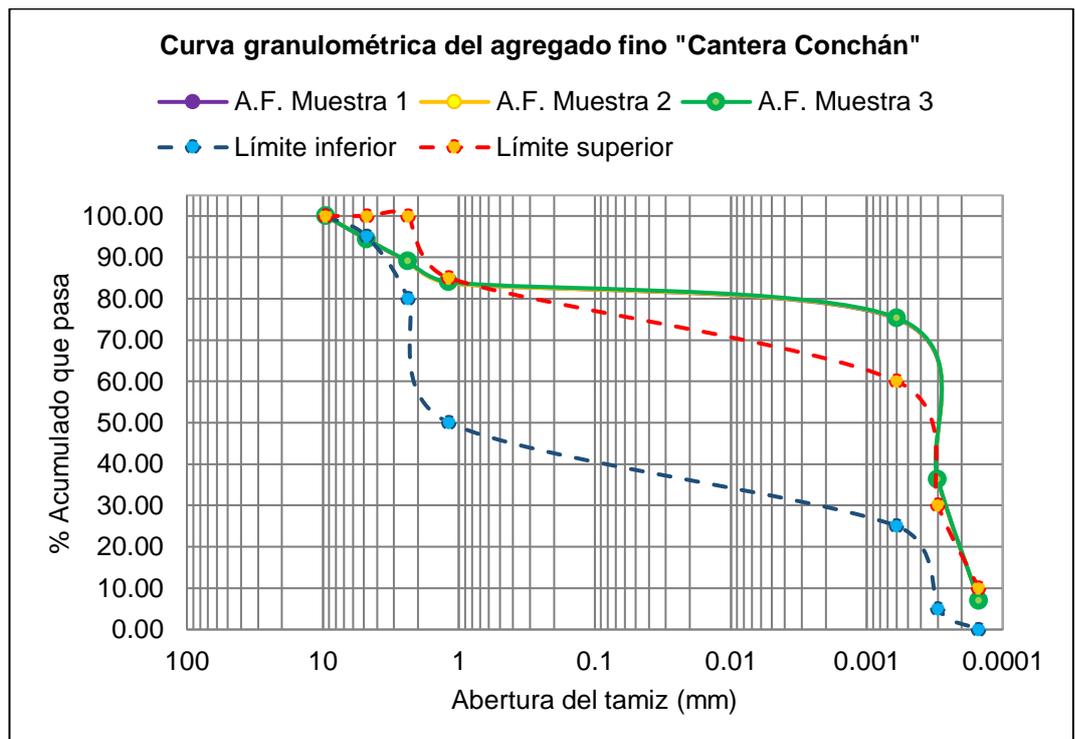
#### Granulometría de las muestras de agregado fino, cantera Conchán

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
3/8"	9.5	100	100	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75	95	100	94.29	94.42	94.39
# 8	2.36	80	100	88.91	88.91	89.05
# 16	1.18	50	85	83.82	83.79	84.04
# 30	0.0006	25	60	75.11	75.22	75.36
# 50	0.0003	5	30	36.08	36.08	36.25
# 100	0.00015	0	10	6.93	6.89	6.97

**Interpretación.** Las muestras de agregado fino se encuentran parcialmente en el interior de los límites de la curva granulométrica, los porcentajes que pasan el primer (3/8”), tercer (# 8), cuarto (# 16) y último tamiz (# 100) están dentro del límite inferior y superior permisible. En el tamiz #4 no debería retener porcentajes mayores a 5%, sin embargo, para las muestras 1, 2 y 3, los porcentajes retenidos respectivamente son 5.71%, 5.58% y 5.61%, en cambio en el tamiz #30 y #50, que permiten porcentajes retenidos acumulados mínimos de 40% y 70% respectivamente, se alcanzan porcentajes menores a los mínimos en 15.11%, 15.22%, 15.36% para el tamiz # 30, y 6.08%, 6.08%, 6.25% para el tamiz #50. Estas condiciones se encuentran representadas en la curva granulométrica:

**Gráfico 2.**

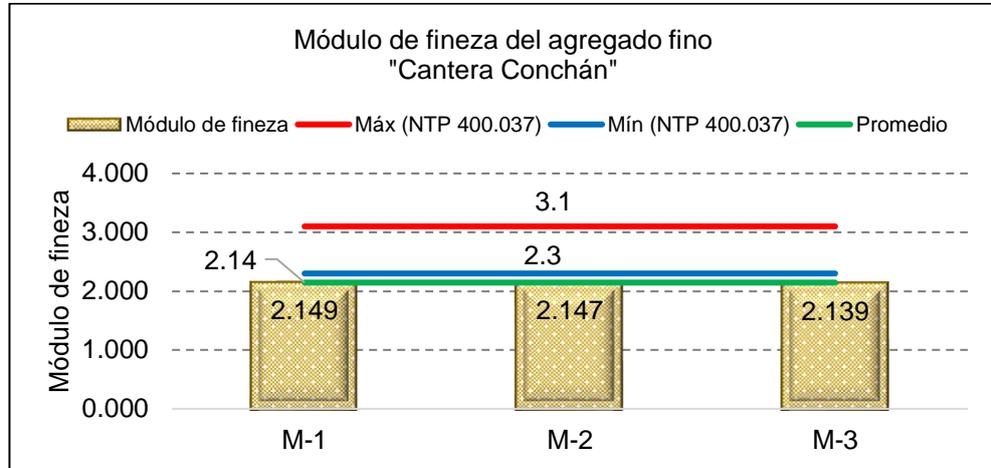
**Curva granulométrica del agregado fino "Cantera Conchán"**



**Interpretación.** El agregado fino de la cantera Conchán cumple con el uso granulométrico "M" de la NTP 400.012.

**Gráfico 3.**

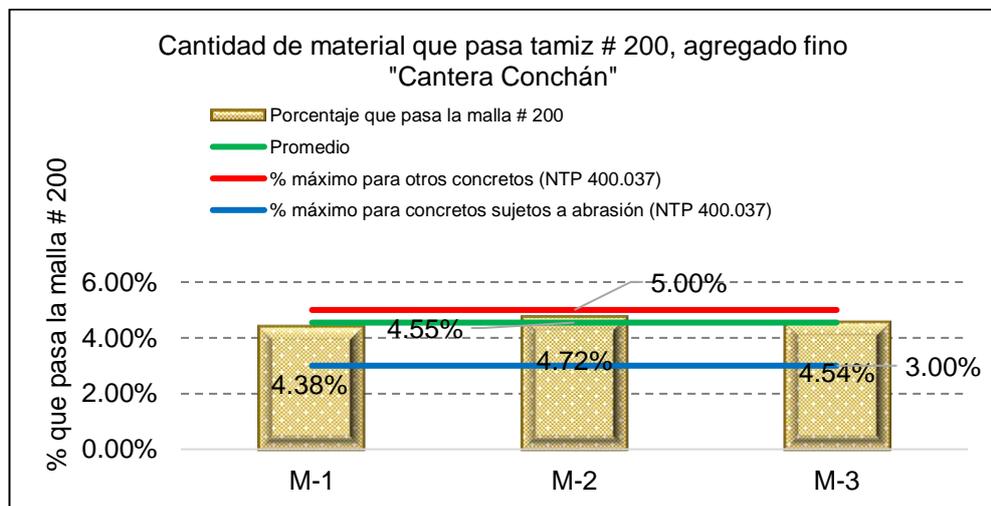
**Módulo de fineza del agregado fino**



**Interpretación.** El módulo de finura promedio del agregado fino es 2.145, está fuera del rango permisible ( $2.3 < MF < 3.1$ ) de la norma NTP 400.012, por tanto, no cumple con los estándares normativos, pero puede producir concretos de mediana resistencia.

**Gráfico 4.**

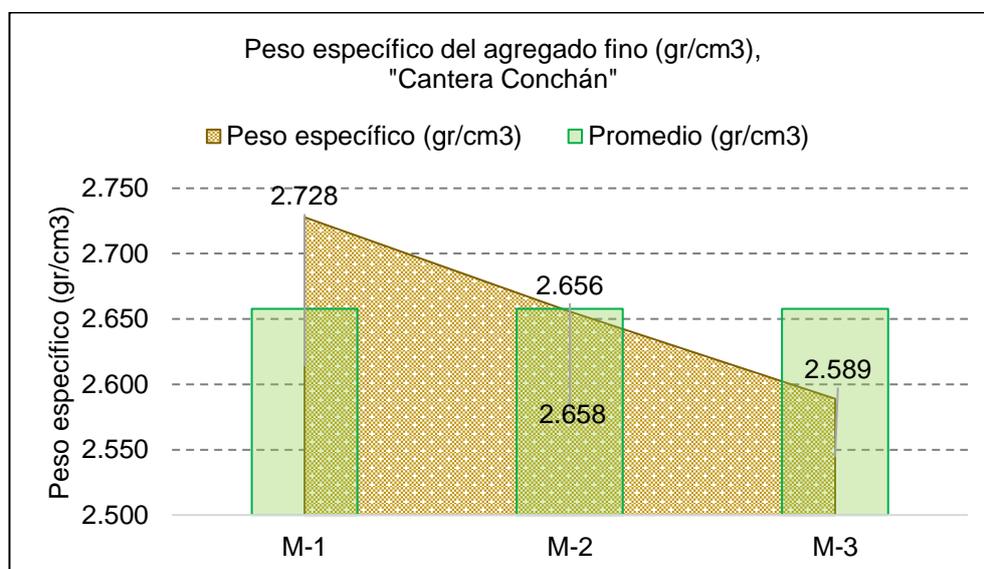
**Cantidad de material que pasa el tamiz # 200 del agregado fino**



**Interpretación.** La cantidad promedio de componente que pasa el tamiz # 200 para el agregado fino equivale a 4.55%, la NTP 400.037 asevera que el valor no debe ser mayor a 3% en los concretos dependientes de abrasión, sin embargo, en otro tipo de concretos, el componente más fino que la malla # 200 puede llegar hasta un máximo de 5%, por tanto, la arena de la cantera Conchán es un material demasiado fino, pero puede ser utilizado en la fabricación de concretos que no sean expuestos a un esfuerzo abrasivo.

**Gráfico 5.**

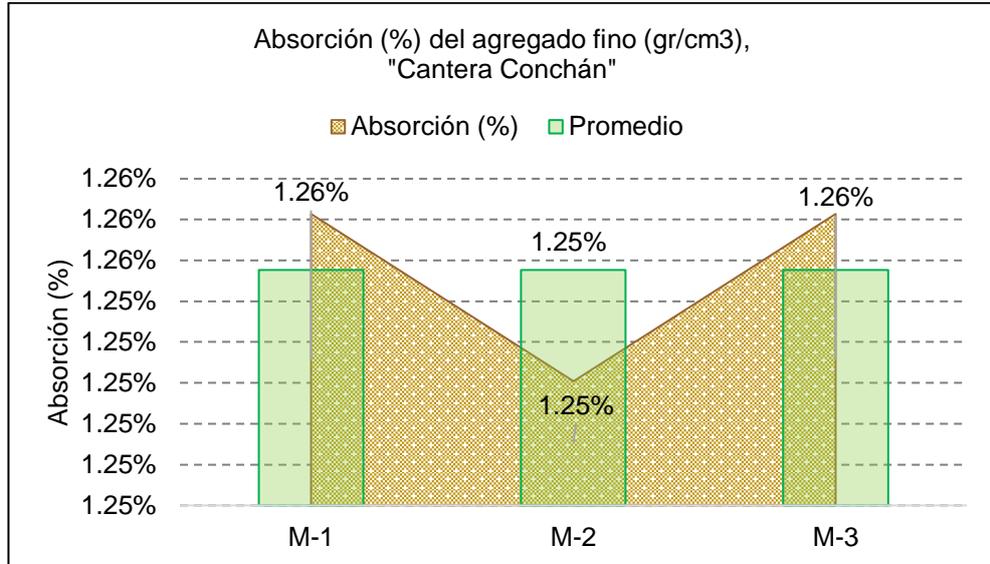
**Peso específico del agregado fino**



**Interpretación.** De acuerdo a la norma, el peso determinado del agregado fino puede variar, en concretos ligeros esta variación oscila entre 1.2 a 2.2 gr/cm<sup>3</sup> y en concretos normales entre 2.3 a 2.9 gr/cm<sup>3</sup>. El promedio del peso específico de las muestras de agregado fino asciende hasta 2.658 gr/cm<sup>3</sup> con un CV. 2.61%, por tanto, puede ser utilizado en la elaboración de concretos normales.

**Gráfico 6.**

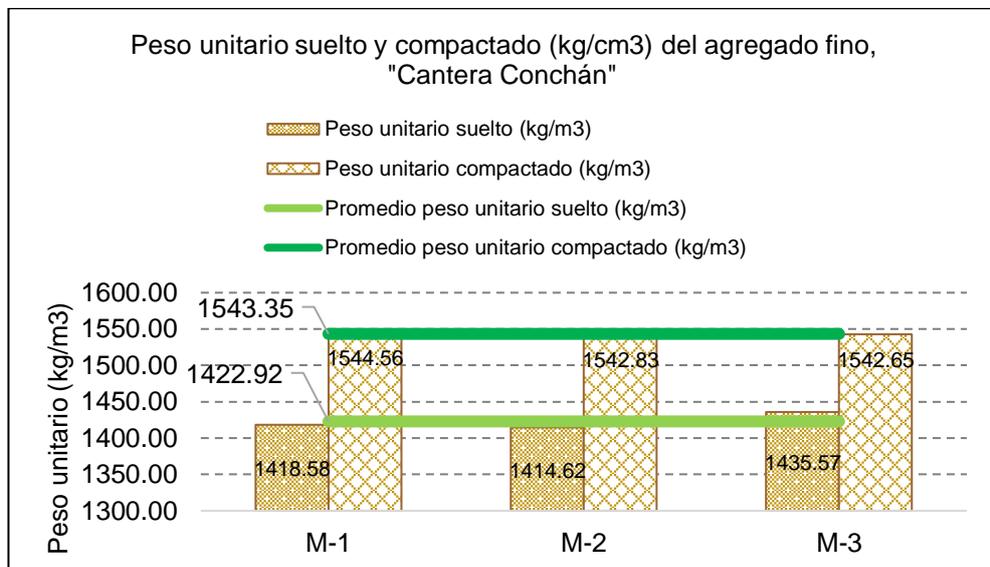
**Absorción del agregado fino**



**Interpretación.** Generalmente, la magnitud de absorción de los agregados se encuentra entre 0.20% a 3.50% (indicador de calidad del concreto), para caso del presente estudio la absorción promedio equivale a 1.25%, cumpliendo con el rango de la NTP 400.022.

**Gráfico 7.**

**Peso unitario suelto y compactado del agregado fino**



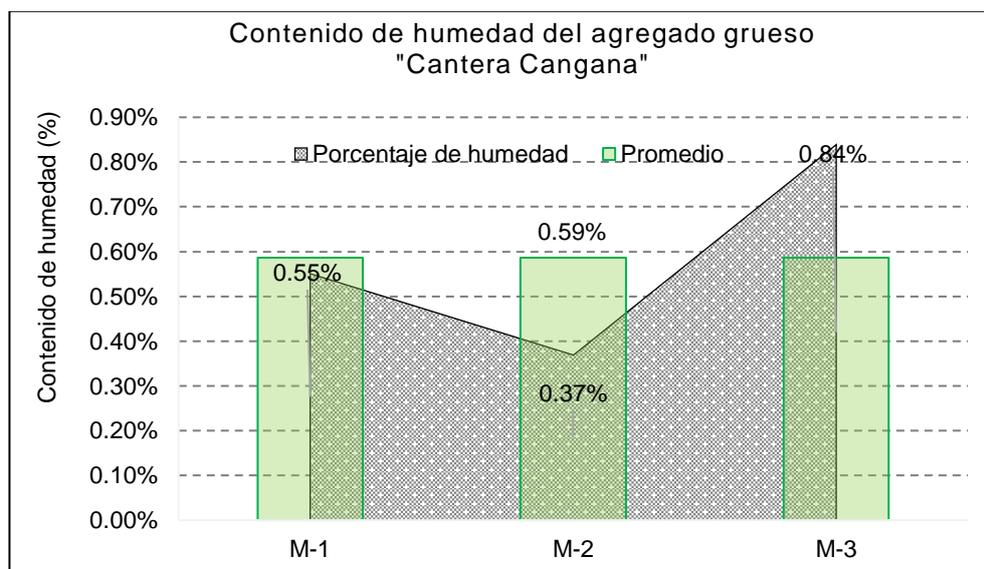
**Interpretación.** El peso unitario suelto y el peso unitario compactado promedio del agregado fino corresponden respectivamente a 1422.92 kg/m<sup>3</sup> y 1543.35 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, la NTP 400.017 indica que el peso unitario suelto debe tener un rango de 1400 a 1600 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el peso unitario compactado en un rango de 1500 a 1700 kg/m<sup>3</sup>, por tanto, el agregado fino de la cantera Conchán cumple con los estándares normativos referentes al peso unitario suelto y compactado.

#### 4.1.3. Propiedades del agregado grueso

El agregado grueso proviene de la cantera Cangana, situada en el Km. 5+380 de la carretera Chota – Tacabamba. Su caracterización permitió estandarizar el material en base a la NTP 400.037, además de servir para los diferentes diseños de mezcla.

**Gráfico 8.**

#### Contenido de humedad del agregado grueso



**Interpretación.** El contenido de humedad promedio para el agregado grueso es 0.59%, con un coeficiente de variación (CV) de 0.40 % entre

los resultados de las muestras. Además, la humedad es significativamente baja, por tanto, el valor influirá para que la cantidad de agua efectiva necesaria para el diseño de mezcla aumente.

**Tabla 22. .**

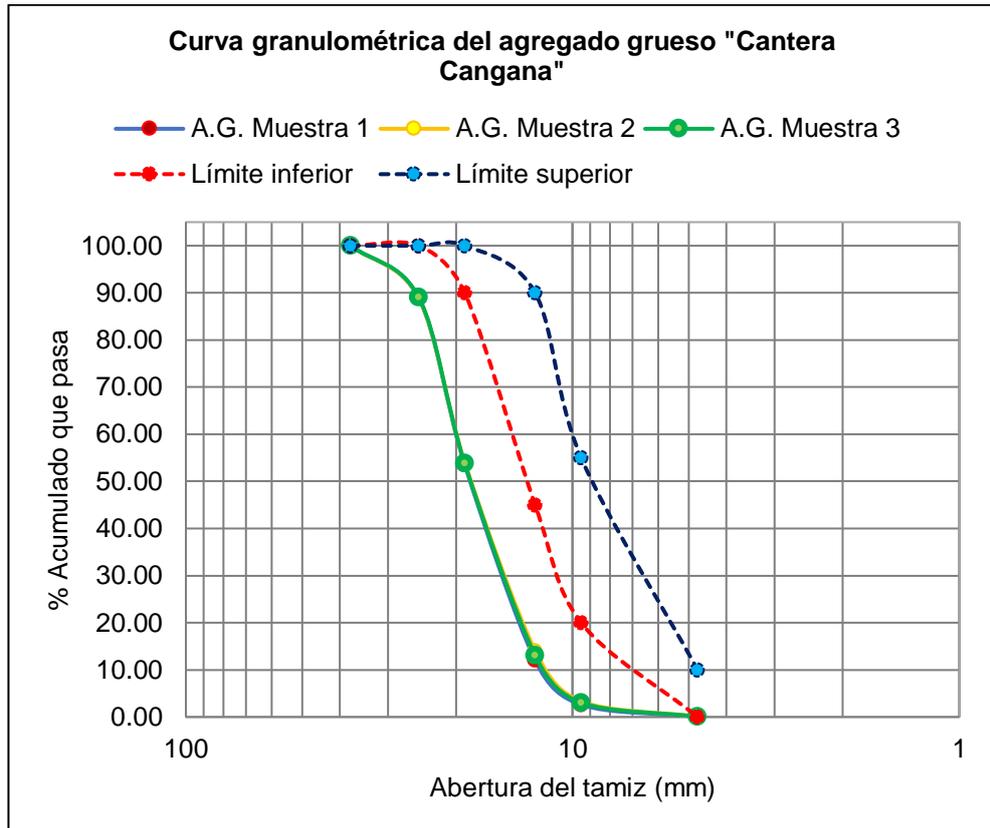
**Granulometría de las muestras de agregado grueso**

N° Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Según NTP 400.037		% Que Pasa Acumulado		
		Límite inferior	Límite Superior	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
1 1/2"	37.5	100	100	100.00	100.00	100.00
1"	25	100	100	88.89	88.94	89.06
3/4"	19	90	100	53.50	53.95	53.77
1/2"	12.5	45	90	12.05	14.03	13.08
3/8"	9.5	20	55	2.61	3.31	3.05
# 4	4.75	0	10	0.05	0.06	0.07

**Interpretación.** Las muestras de agregado grueso están fuera de los límites de la curva granulométrica, solo los porcentajes que pasan el primer (1 1/2") y último tamiz (# 4) están dentro del límite inferior y superior permisible. En el tamiz 1" no debería retener porcentaje alguno, sin embargo, para las muestras 1, 2 y 3, los porcentajes retenidos respectivamente son 11.11%, 11.07% y 10.94%, en cambio en el tamiz 3/4", 1/2" y 3/8", que permiten porcentajes retenidos acumulados de hasta 10%, 55% y 80% respectivamente, son superados en 36.50%, 36.05% y 36.23% para el tamiz 3/4", 32.95%, 30.97%, 31.92% para el tamiz 1/2", y 17.39%, 16.69%, 16.95% para el tamiz 3/8". Estas condiciones se encuentran representadas en la curva granulométrica:

**Gráfico 9.**

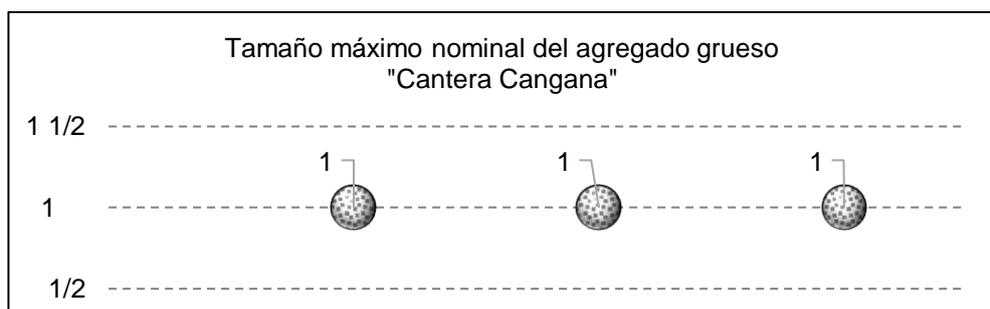
**Curva granulométrica del agregado grueso**



**Interpretación.** El agregado grueso no cumple con el huso granulométrico, pero su módulo de finura 7.432, está dentro del rango permisible ( $6 < MF < 9$ ) de la norma NTP 400.012. Además, presenta un tamaño máximo nominal (TMN) de 1”.

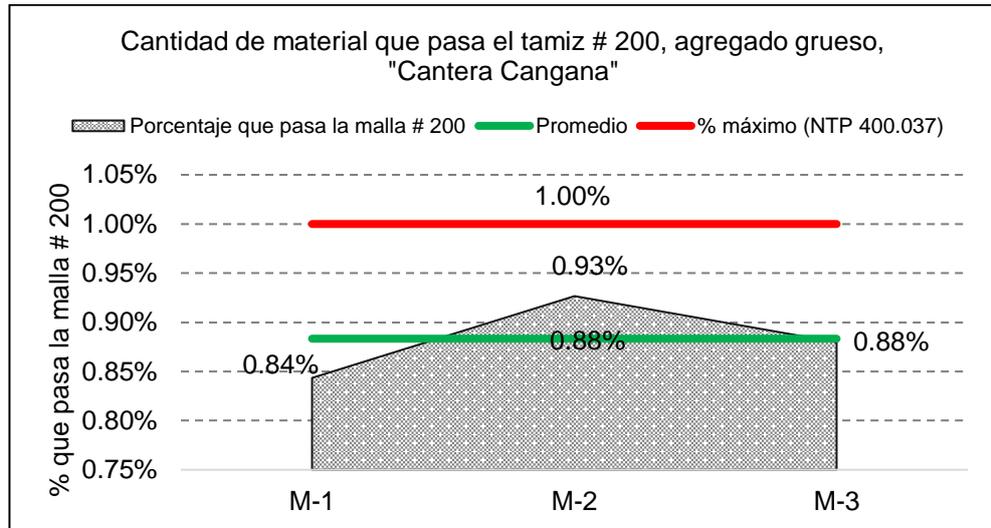
**Gráfico 10.**

**Tamaño máximo nominal del agregado grueso**



**Gráfico 11.**

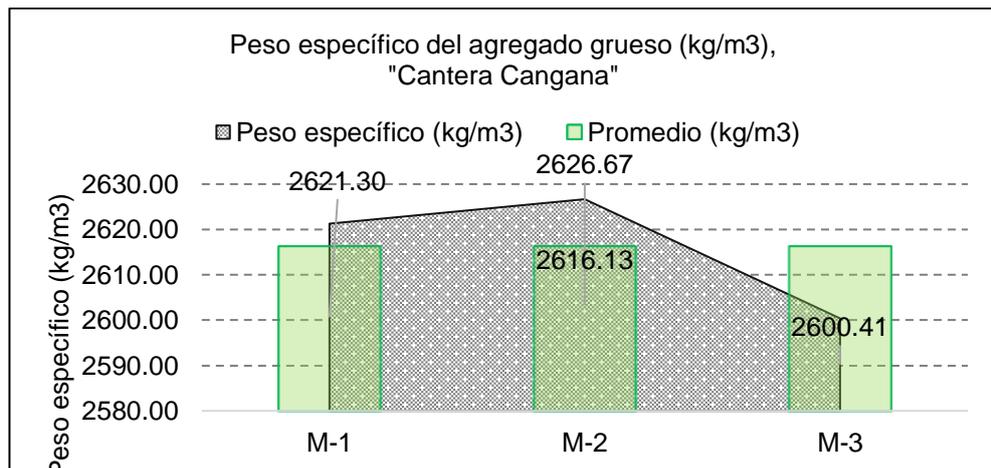
**Cantidad de material que pasa el tamiz # 200 del agregado grueso**



**Interpretación.** La cantidad promedio de material que pasa el tamiz # 200 para el agregado grueso equivale a 0.88% con un CV. 0.05%, lo que demuestra la confiabilidad de los resultados. El material pasante del tamiz # 200, no es superior a 1.00%, por tanto, cumple con lo establecido en la NTP 400.037, el cual debe ser usado para el concreto durante su elaboración.

**Gráfico 12.**

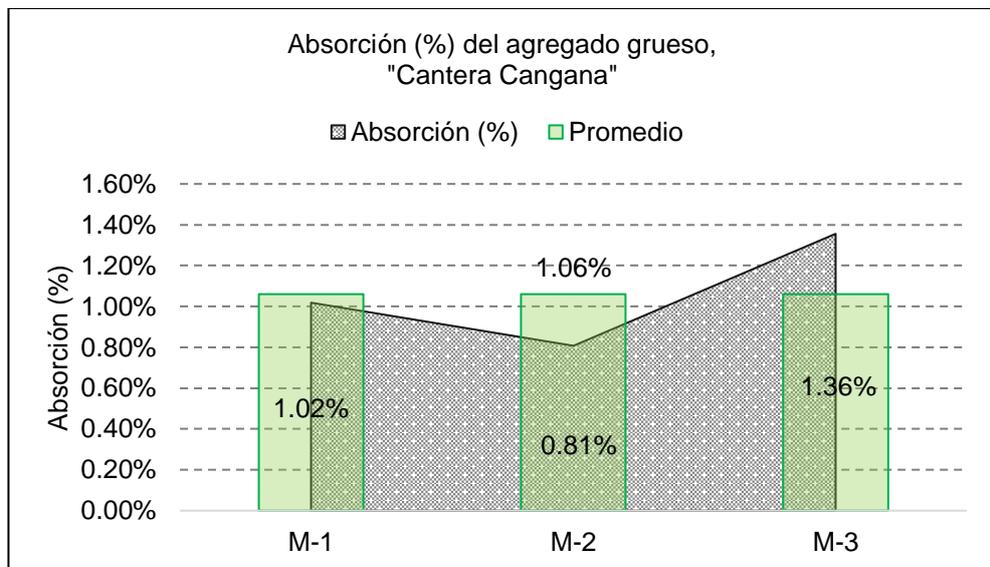
**Peso específico del agregado grueso**



**Interpretación.** El peso determinado del agregado grueso según norma puede variar, entre 1.2 a 2.2 gr/cm<sup>3</sup> para concretos ligeros y entre 2.3 a 2.9 gr/cm<sup>3</sup> para concretos normales. El promedio del peso determinado de las muestras de agregado grueso asciende a 2616.13 kg/m<sup>3</sup> con un CV. 0.53. En gr/cm<sup>3</sup> el peso determinado del agregado grueso equivale a 2.62, por tanto, puede ser utilizado en la elaboración de concretos normales.

**Gráfico 13.**

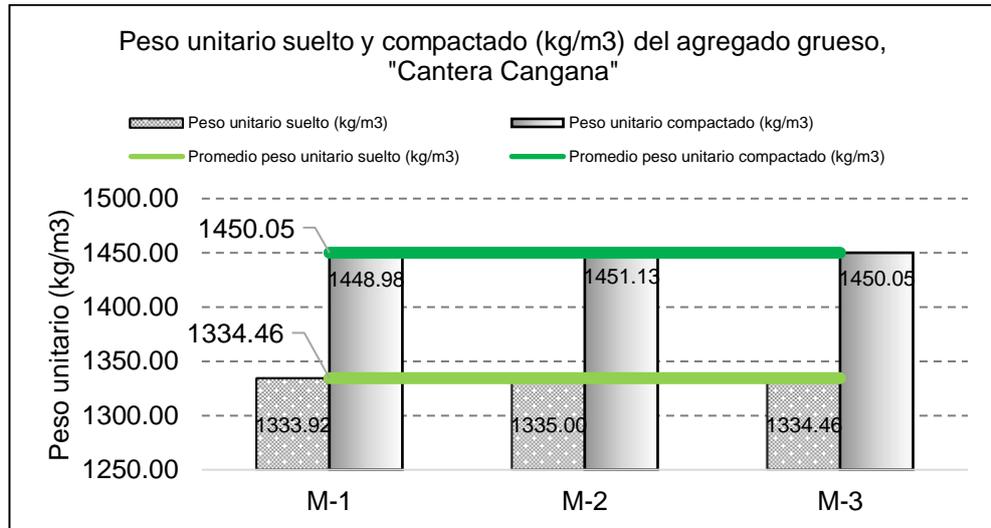
**Absorción del agregado grueso**



**Interpretación.** La proporción de absorción del agregado grueso usualmente se encuentra en el intervalo de 0.20% a 3.50% (indicador de calidad del concreto), para caso del presente estudio la absorción promedio equivale a 1.06%, cumpliendo con el rango de la NTP 400.022.

**Gráfico 14.**

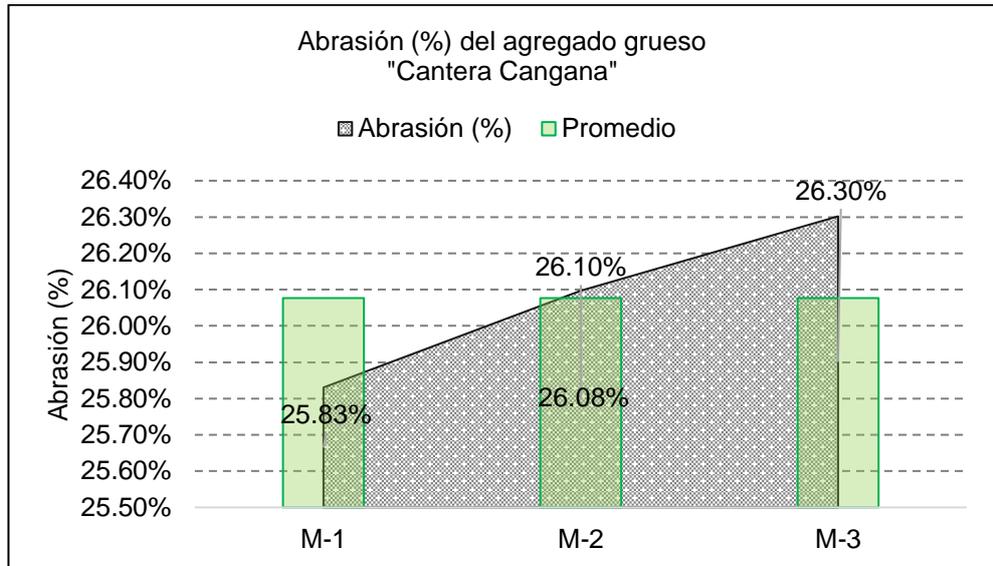
**Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso**



**Interpretación.** El peso unitario suelto y el peso unitario compactado promedio del agregado grueso corresponden respectivamente a 1334.46 kg/m<sup>3</sup> y 1450.05 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, la NTP 400.017 indica que el peso unitario suelto debe tener un rango de 1500 a 1600 kg/m<sup>3</sup>, mientras que el peso unitario compactado debe oscilar entre 1600 a 1900 kg/m<sup>3</sup>, por tanto, el agregado grueso de la cantera Cangana no cumple con los estándares normativos referentes al peso unitario suelto y compactado.

**Gráfico 15.**

**Abrasión del agregado grueso**



**Interpretación.** El desgaste del agregado grueso según la NTP 400.019 no debe ser superior a 50% y mantener un valor de impacto inferior al 30%. En el análisis realizado al agregado grueso de la cantera Cangana, se obtuvo un porcentaje de abrasión equivalente a 26.08%, por tanto, este material puede ser utilizado en la elaboración de concreto estructural para edificaciones.

Según el porcentaje de desgaste a la abrasión (26.08%) el agregado no se puede utilizarse en pavimentos rigurosos y en construcciones expuestas a fuertes fraccionamientos, por ser un material muy poco resistente, pero si para estructuras no expuestas a la abrasión directa.

#### 4.1.4. Diseño de mezcla para CFR

Se elaboró el diseño de mezcla del concreto según parámetros establecidos en las normas técnicas peruanas (NTP) y la metodología del instituto americano del concreto (ACI), a fin de obtener las proporciones de materiales para un concreto sin fibras de acero (Diseño patrón) y para un concreto con fibras de acero en cantidades de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>.

Tabla 23.

#### Resumen de los componentes de la mezcla de diseño

Descripción	Resultados			
	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento	Agua
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1334.46	1422.92	...	...
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1450.05	1543.35	...	...
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2616.13	2657.55	3080	998.77
TMN	1"	...	...	...
Módulo de fineza	...	2.14	...	...
Absorción (%)	1.06	1.01	...	...
Contenido de Humedad (%)	0.59	0.98	...	...
Contenido de Aire (%)	...	...	7	...
Superficie Específica (m <sup>2</sup> /kg)	...	...	3740	...
Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	...	...	441	...

**a. Diseño de mezcla patrón (a/c= 0.558), sin fibras de acero**

Para este modelo de mezcla se caracterizaron los agregados y se utilizó la metodología ACI, obteniendo el subsiguiente diseño dinámico para un slump establecido de 3" a 4".

- Cemento= 345.63 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva= 198.31 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso= 1072.77 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino= 729.59 kg/m<sup>3</sup>

**b. Diseño de mezcla 1 (a/c= 0.558), con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

Para este diseño de mezcla se utilizó el diseño patrón (sin fibras), se sumó las fibras de acero solicitada (30 kg/m<sup>3</sup>) y se impusieron las cantidades teniendo en cuenta el volumen ocupado por las fibras ( $Peso\ específico_{fibras\ de\ acero} = 7812.50\ kg/m^3$ ). Obteniendo como resultados:

- Cemento= 345.63 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva= 198.28 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso= 1066.71 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino= 725.47 kg/m<sup>3</sup>
- Fibra SikaFiber® Cho 65/35 NB= 30 kg/m<sup>3</sup>

**c. Diseño de mezcla 2 (a/c= 0.558), con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

Para este modelo de mezcla se utilizó el modelo patrón (sin fibras), se sumó la cantidad de fibras de acero solicitada (40 kg/m<sup>3</sup>) y se establecieron las cantidades teniendo en cuenta el volumen ocupado por las fibras ( $Peso\ específico_{fibras\ de\ acero} = 7812.50\ kg/m^3$ ). Obteniendo como resultados:

- Cemento= 345.63 kg/m<sup>3</sup>

- Agua efectiva= 198.27 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso= 1064.69 kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino= 724.09 kg/m<sup>3</sup>
- Fibra SikaFiber® Cho 65/35 NB= 40 kg/m<sup>3</sup>

**d. Diseño de mezcla 3 (a/c= 0.558), con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

Para este modelo de mezcla se utilizó el modelo patrón (sin fibras), se sumó las fibras de acero solicitada (50 kg/m<sup>3</sup>) y se corrigieron las cantidades considerando el volumen ocupado por las fibras ( $Peso\ específico_{fibras\ de\ acero} = 7812.50\ kg/m^3$ ). Obteniendo como resultados:

- Cemento= 345.63 kg/m<sup>3</sup>
- Agua efectiva= 198.26 lts/m<sup>3</sup>
- Agregado grueso= 1062.67kg/m<sup>3</sup>
- Agregado fino= 722.72 kg/m<sup>3</sup>
- Fibra SikaFiber® Cho 65/35 NB= 50 kg/m<sup>3</sup>

**e. Cantidad y proporciones de materiales para los diseños de CFR**

Según los resultados obtenidos en los diseños de concreto sin fibras y con fibras (30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>) se ha elaborado un resumen de la cantidad de material necesario en kg para 1 m<sup>3</sup> de concreto, se puede observar en el Gráfico 16, donde, además se identifica que la cantidad de cemento se mantiene para todos los diseños, mientras que la cantidad de agregados y agua va disminuyendo conforme se integre fibras de acero.

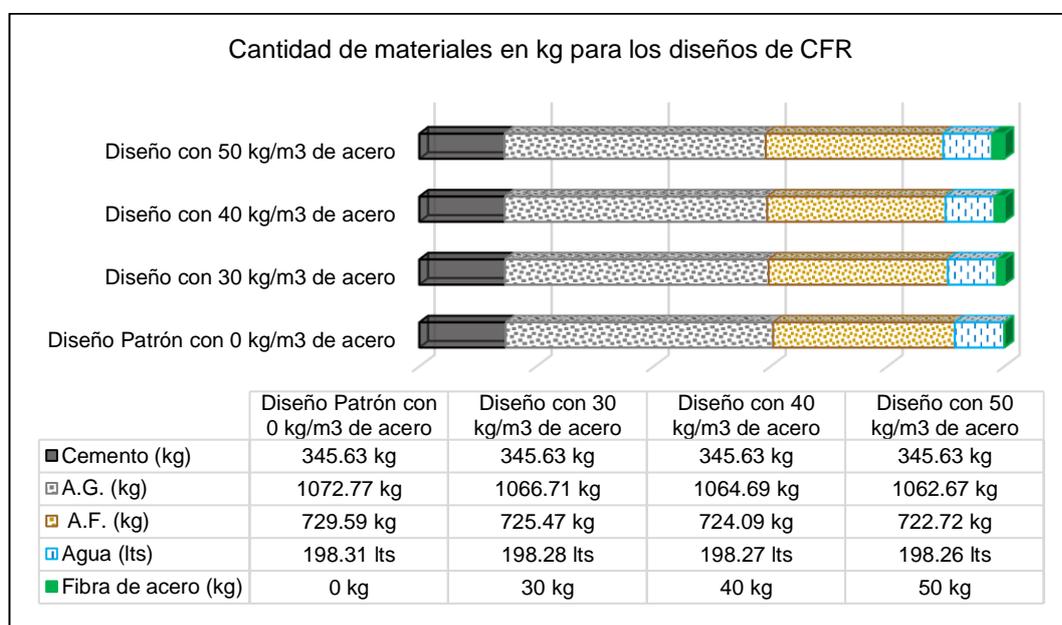
Las cantidades en kg para los agregados han sido divididas entre sus respectivos pesos específicos para obtener la cantidad de materiales en m<sup>3</sup>, mientras que en el caso del cemento se ha dividido el valor entre

42.50 kg (peso de una bolsa de cemento) para obtener como dato la cantidad de bolsas necesarias para 1 m<sup>3</sup> de concreto, además la compra de fibras de acero se realiza por saco (cada saco tiene un peso de 20 kg), por tanto, se ha dividido la cantidad de fibras en kg/peso de cada bolsa de fibras, para obtener la cantidad necesaria de fibras para 1 m<sup>3</sup> de concreto en sacos. Estos valores que se pueden observar en el Gráfico 17, han servido para el cálculo presupuestal.

Para obtener las proporciones de los materiales, cemento, agregado grueso y agregado fino, se ha dividido la cantidad total de cemento necesaria en kg para 1 m<sup>3</sup> de concreto (345.63 kg/m<sup>3</sup>), entre los valores en Kg de cada uno de los materiales, a excepción de la cantidad de agua y fibras de acero, que han sido divididos entre la cantidad de bolsas de cemento necesarias para 1 m<sup>3</sup> (8.13 bls). Las proporciones obtenidas del cálculo estimado para cada tipo de diseño se muestran en el Gráfico 18, del presente estudio.

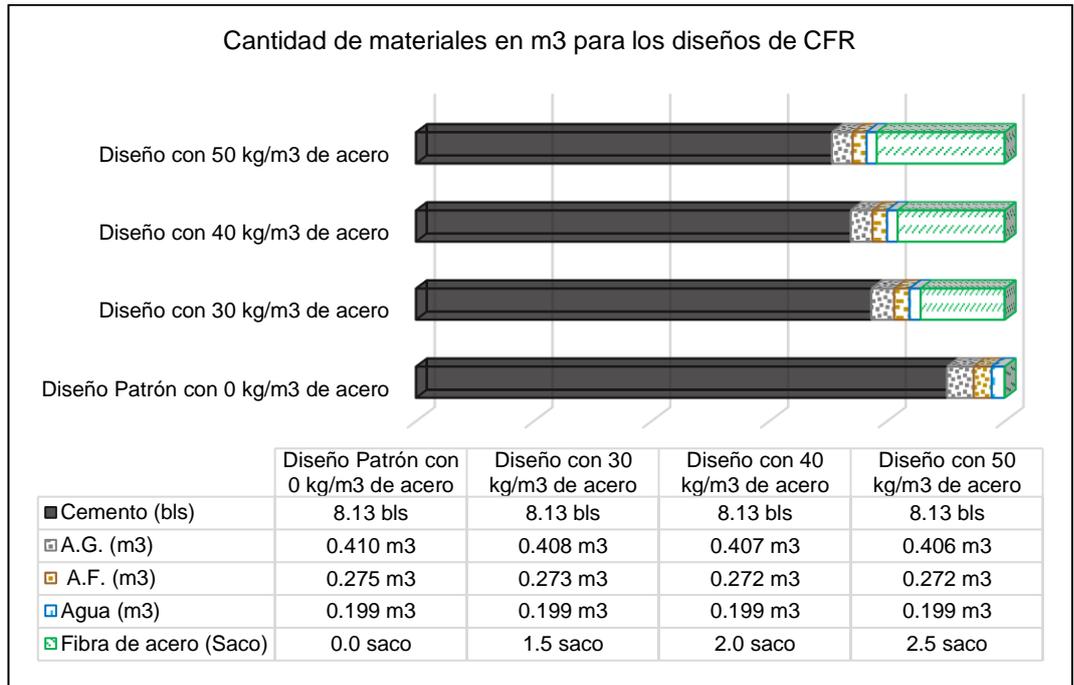
**Gráfico 16.**

**Cantidad de materiales en kg para los diseños de CFR**



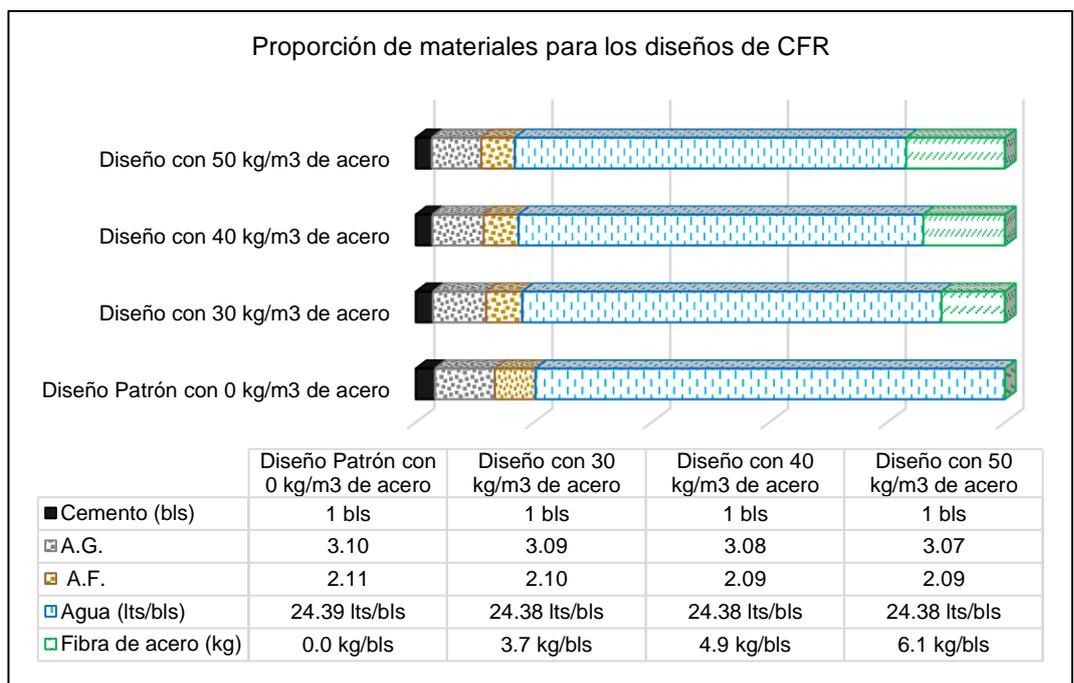
**Gráfico 17.**

**Cantidad de materiales en m3 para los diseños de CFR**



**Gráfico 18.**

**Proporción de materiales para los diseños de CFR**



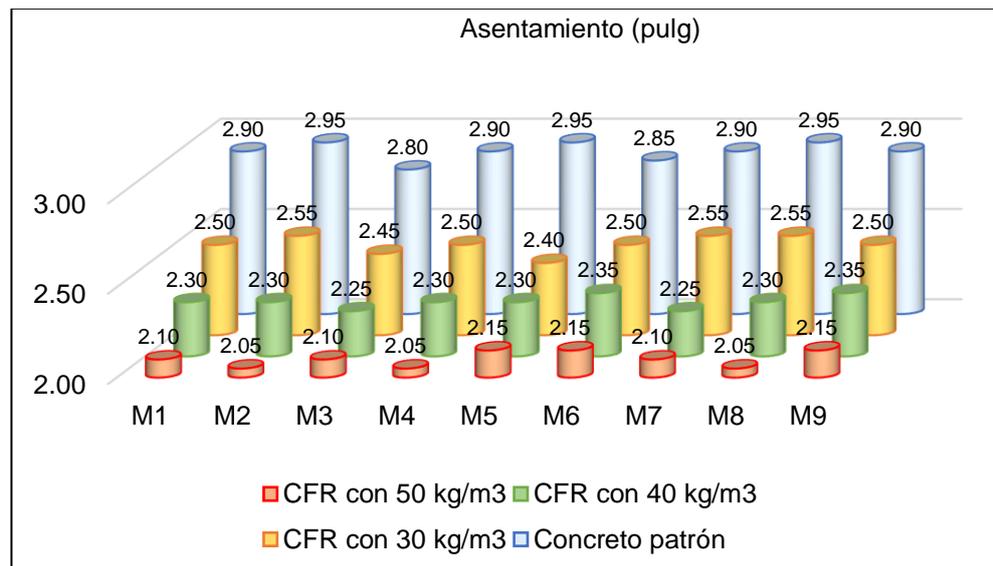
#### 4.1.5. Propiedades en estado no endurecido

##### a. Asentamiento de la mezcla de CFR

Para definir el asentamiento se ha realizado un total de 9 tandas de ensayos por cada tipo de mezcla: concreto patrón y concreto fibroreforzado (CFR) con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>. En el Gráfico 19, observamos que para las muestras del concreto patrón se ha obtenido un asentamiento mínimo y máximo de 2.80" y 2.95" respectivamente, con un CV. 1.72%, mientras, que el asentamiento de las muestras del CFR con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/cm<sup>2</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> oscila respectivamente de 2.45" a 2.55", 2.25" a 2.35" y 2.05 a 2.15", además presentan CV. que ascienden a 2.00%, 1.54% y 2.06%, respectivamente.

**Gráfico 19.**

##### Asentamiento de las mezclas de CFR

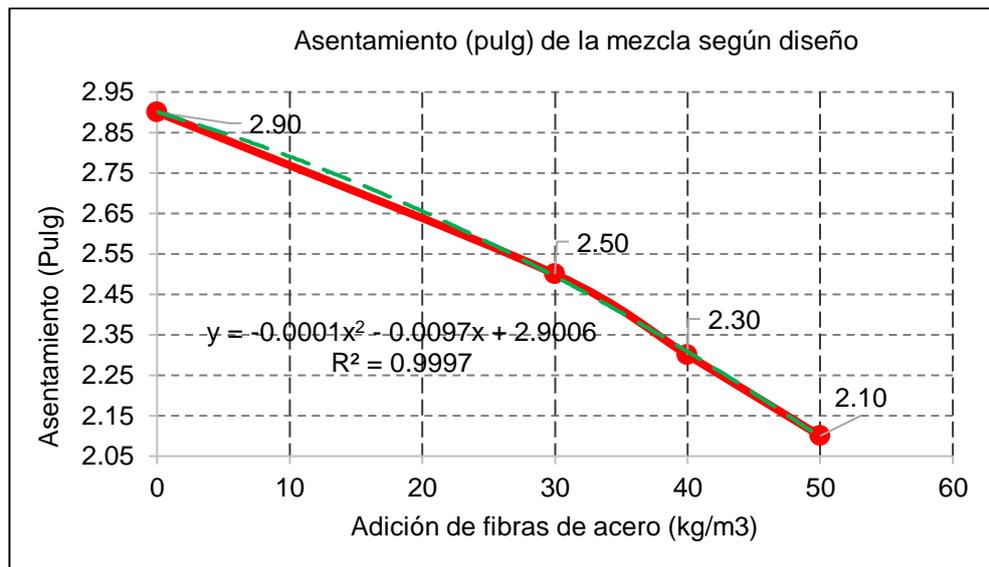


Se han estimado los promedios de los asentamientos del concreto presentados en el Gráfico 19, para elaborar una curva del comportamiento del asentamiento promedio de cada tipo de mezcla según la proporción adicionada de fibras de acero en kg/m<sup>3</sup>. Estos

resultados se muestran en el Gráfico 20, donde, se visualiza una clara disminución en la trabajabilidad del concreto según la adición de fibras de acero, es decir, mientras menor sea la trabajabilidad del CGR, mayor será la cantidad de fibras de acero.

**Gráfico 20.**

**Asentamiento promedio de las mezclas de CFR**



En el Gráfico 20, también se ha estimado una línea de tendencia con un factor de correlación de 0.9997, por tanto, el modelo cuadrático se ajusta a los resultados, es decir, en la ecuación cuadrática, se puede reemplazar el valor de “x”, por la cantidad de fibras de acero a adicionar y obtener el valor de “y” que representa el asentamiento (pulg) de la mezcla.

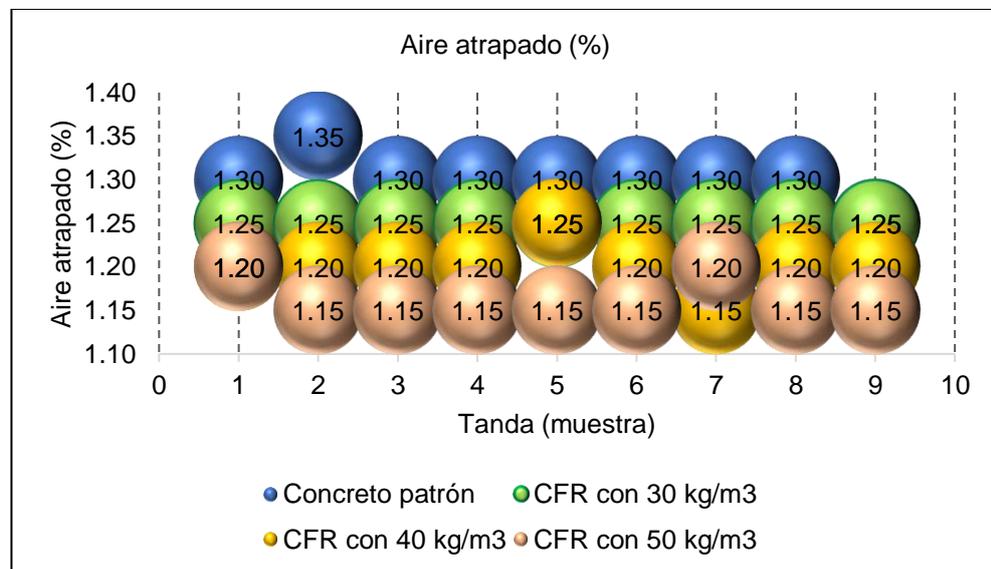
**b. Aire atrapado en la mezcla de CFR**

El aire alcanzado en la mezcla de concreto patrón y concreto fibroreforzado (CFR) con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>, ha sido analizado en un total de 9 tandas por tipo de diseño. En el Gráfico 21, observamos que para las muestras del concreto patrón se ha obtenido

una cantidad de aire atrapado en la mezcla, mínima y máxima de 1.25% y 1.35% respectivamente y con un CV. 1.92%, esta cantidad de aire difiere en 0.15% con la cantidad propuesta en el diseño (1.50%), sin embargo, dicha variación es aceptable 11.5%. El contenido de aire atrapado en la mezcla del CFR con 30 kg/m<sup>3</sup>, es único, por tanto, no presenta un CV., y asciende a 1.25%, en cambio el contenido de aire atrapado en las mezclas de 40 kg/cm<sup>2</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> oscila respectivamente entre 1.15% a 1.25% y entre 1.15% a 1.20%, con CV. que ascienden a 2.08% y 1.90%, respectivamente.

**Gráfico 21.**

**Aire atrapado de las mezclas de CFR**

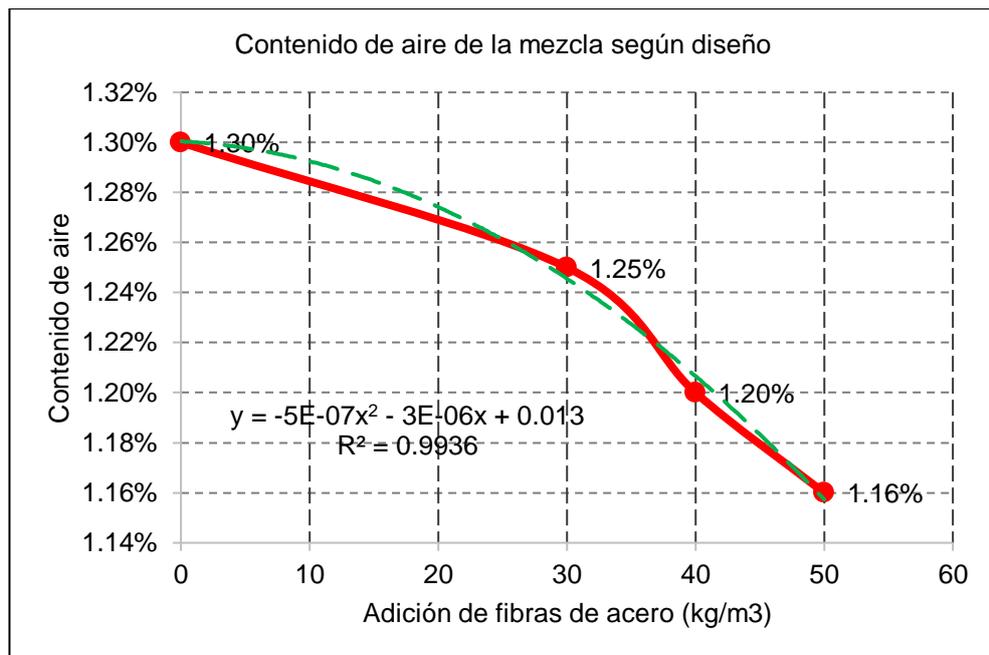


Se han estimado los promedios del aire atrapado en las mezclas de concreto presentados en el Gráfico 21, para elaborar una curva del comportamiento del aire atrapado promedio de cada tipo de mezcla según la cantidad adicionada de fibras de acero en kg/m<sup>3</sup>. Estos resultados se muestran en el Gráfico 22, donde, se visualiza un descenso de la magnitud de aire atrapado según la adición de fibras de acero, es

decir, mientras mayor sea la cantidad de fibras de acero menor será el aire atrapado en el CFR. Si bien la cantidad de aire atrapado genera una mayor fluidez de la mezcla, también disminuye su resistencia, por tanto, mientras más bajo es el contenido de aire la resistencia que alcance nuestro concreto se incrementará.

**Gráfico 22.**

**Aire atrapado promedio de las mezclas de CFR**



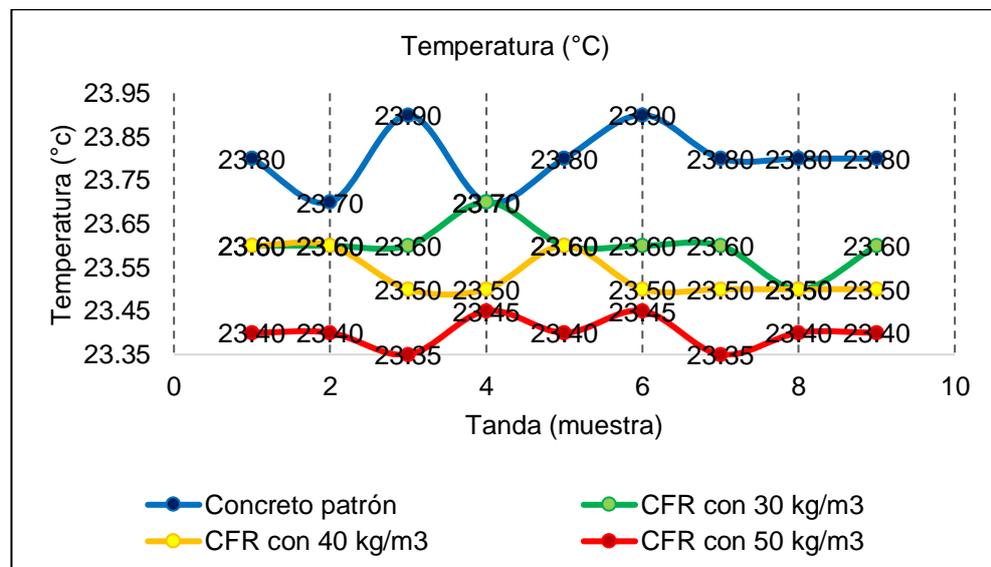
En el Gráfico 22, también se ha estimado una línea de tendencia con un factor de correlación de 0.9936, por tanto, el modelo cuadrático se ajusta a los resultados, es decir, en la ecuación cuadrática, se puede reemplazar el valor de “x”, por la cantidad de fibras de acero a adicionar y obtener el valor de “y” que representa el porcentaje de aire atrapado en la mezcla, de esta manera se puede deducir como variará la cantidad de aire atrapada en la mezcla frente a cualquier cantidad de fibras de acero en kg/m3.

### c. Temperatura en la mezcla de CFR

La temperatura en la mezcla de concreto patrón y concreto fibroreforzado (CFR), ha sido analizado en un total de 9 ensayos por tipo de diseño, para verificar que la variación de los resultados no sea superior al 10%. En el Gráfico 23, observamos que las temperaturas son ondulatorias, presentando variaciones mínimas y manteniendo un promedio constante, mismo que según se observa va decayendo según la adición de fibras de acero. Para las muestras del concreto patrón se ha obtenido una temperatura en la mezcla, mínima y máxima de 23.70 °C y 23.90 °C respectivamente, con un CV. 0.20%, por lo que, los resultados son confiables. La temperatura en las mezclas del CFR con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/cm<sup>2</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> oscila respectivamente entre 23.50 °C a 23.70 °C, 23.50 °C a 23.60 °C y 23.35 °C a 23.40 °C, con CV. que ascienden a 0.21%, 0.21% y 0.15%, respectivamente.

**Gráfico 23.**

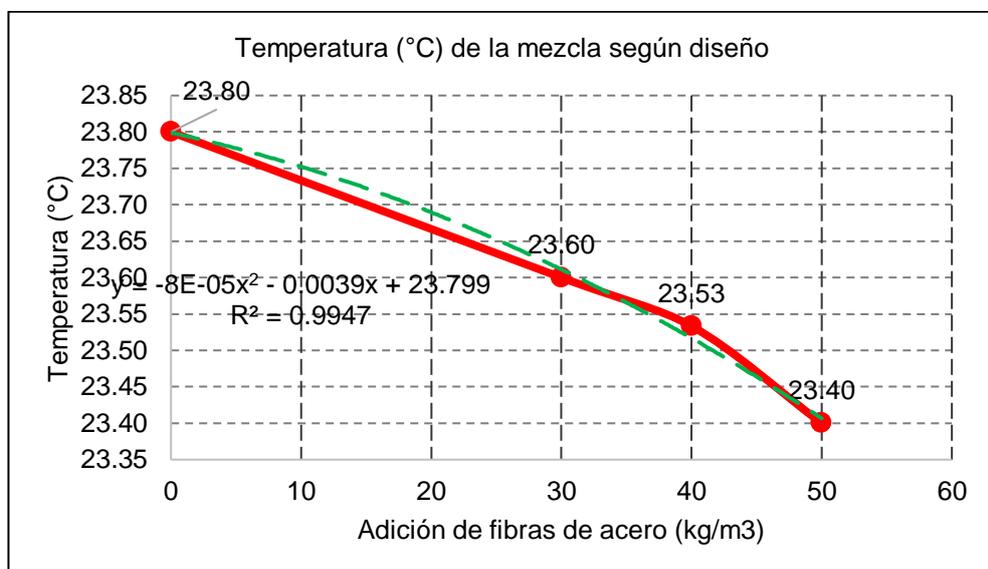
#### Temperatura de las mezclas de CFR



Se han estimado los promedios de la temperatura en las mezclas de concreto presentados en el Gráfico 23, para elaborar una curva del comportamiento de la temperatura promedio de cada tipo de mezcla según la cantidad adicionada de fibras de acero en kg/m<sup>3</sup>. Estos resultados se muestran en el Gráfico 24, donde, se visualiza una clara disminución de la temperatura según la adición de fibras de acero, es decir, mientras mayor sea la cantidad de fibras de acero menor será la temperatura en el CFR. Generalmente, se espera que la temperatura de colocación del concreto sea de 15 °C, sin embargo, en climas cálidos o templados como el de la ciudad de Chota, es imposible conseguir este valor, por ello, se espera que al menos la temperatura no sea superior a los 30 °C valor que es cumplido en su cabalidad por todas las mezclas de concreto sin fibras y con fibras, no obstante, la disminución de temperatura con el aumento de la cantidad de fibras, aporta de manera positiva acercándose a la temperatura ideal del concreto.

**Gráfico 24.**

**Temperatura promedio de las mezclas de CFR**



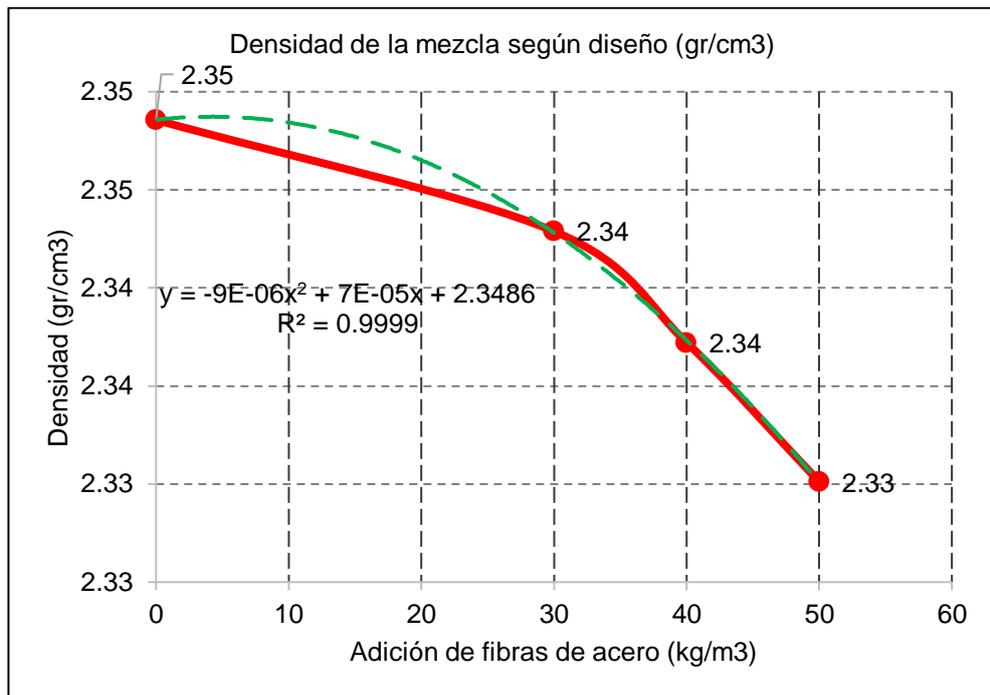
En el Gráfico 24, también se ha estimado una línea de tendencia con un factor de correlación de 0.9947, por tanto, el modelo cuadrático se ajusta a los resultados, es decir, en la ecuación cuadrática, se puede reemplazar el valor de “x”, por la cantidad de fibras de acero a adicionar y obtener el valor de “y” que representa la temperatura (°C) de la mezcla, de esta manera se puede deducir como variará la temperatura de la mezcla frente a cualquier cantidad de fibras de acero en kg/m<sup>3</sup>.

#### **d. Densidad en la mezcla de CFR**

La densidad de concreto patrón y concreto fibroreforzado (CFR), ha sido ensayado por cada tipo de diseño. En el Gráfico 25, se observa la curva del comportamiento de la densidad de la mezcla según la cantidad adicionada de fibras de acero en kg/m<sup>3</sup>, donde, se visualiza una clara disminución en la densidad según la adición de fibras de acero, es decir, mientras mayor sea la cantidad de fibras de acero menor será el peso del CFR; esto se debe al ajuste realizado en la cantidad de los materiales, ya que al adicionar fibras de acero, también se disminuye la cantidad de agregados y por tanto, disminuye la densidad, sin embargo, los valores alcanzados se encuentra en el rango de 2200 hasta 2400 kg/m<sup>3</sup> por tanto, corresponden a concretos normales.

**Gráfico 25.**

**Densidad de las mezclas de CFR**



En el Gráfico 25, también se ha estimado una línea de tendencia con un factor de correlación de 0.9999, por tanto, el modelo cuadrático se ajusta a los resultados, es decir, en la ecuación cuadrática, se puede reemplazar el valor de “x”, por la cantidad de fibras de acero a adicionar y obtener el valor de “y” que representa la densidad (gr/cm3) de la mezcla, de esta manera se puede deducir como variará la densidad de la mezcla frente a cualquier cantidad de fibras de acero en kg/m3.

**e. Resumen de propiedades en estado no endurecido**

Se han realizado pruebas de revisión de calidad, tales como: la estimación del asentamiento (pulg), contenido de aire atrapado (%), temperatura (°C) y densidad (gr/cm3) en las mezclas de concreto patrón (sin fibras) y concreto fibroreforzado (con fibras de acero en cantidades

de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>), según los indicadores que están descritos en las NTP.

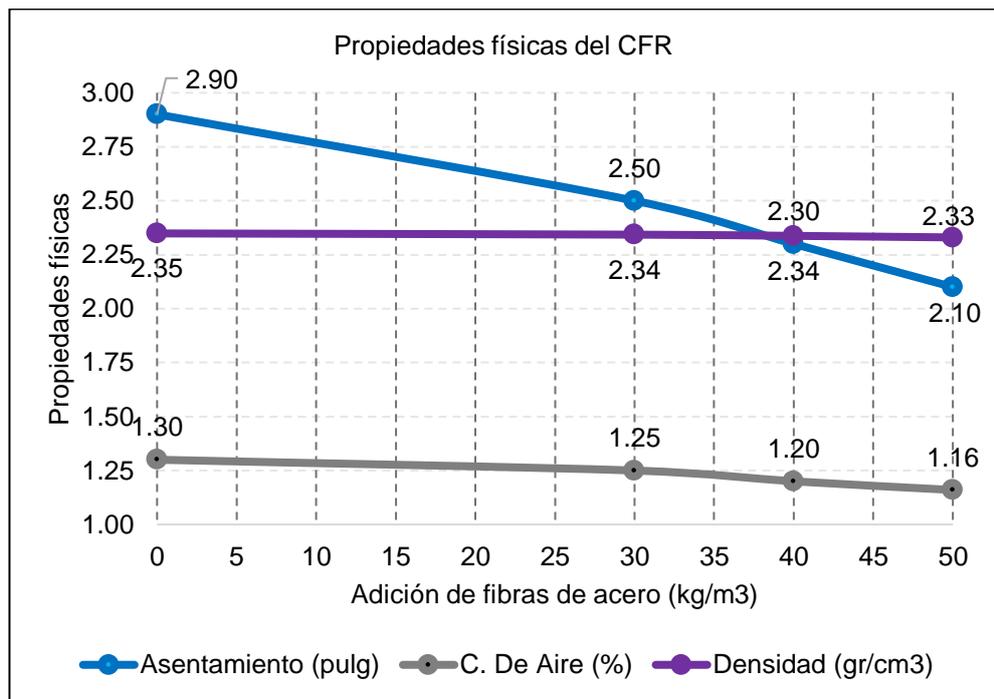
**Tabla 24.**

**Resumen de las propiedades del concreto sin fibras y con fibras en estado no endurecido**

Diseño	Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Asentamiento (pulg)	Temperatura (°C)	C. De Aire (%)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
D. Patrón – 0 kg/m <sup>3</sup>	0	2.90	23.80	1.30%	2.35
D1 – 30 kg/m <sup>3</sup>	30	2.50	23.60	1.25%	2.34
D2 – 40 kg/m <sup>3</sup>	40	2.30	23.53	1.20%	2.34
D3 – 50 kg/m <sup>3</sup>	50	2.10	23.40	1.16%	2.33

**Gráfico 26.**

**Propiedades físicas de las mezclas de CFR**



#### 4.1.6. Resistencia a la compresión del CFR

Se han realizado ensayos con especímenes a compresión del concreto adicionando fibras de acero en cantidades de 0 kg/m<sup>3</sup> (Diseño patrón), 30 kg/m<sup>3</sup> (D1), 40 kg/m<sup>3</sup> (D2) y 50 kg/m<sup>3</sup> (D3), para obtener los siguientes resultados:

##### a. Diseño patrón con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero

Tabla 25.

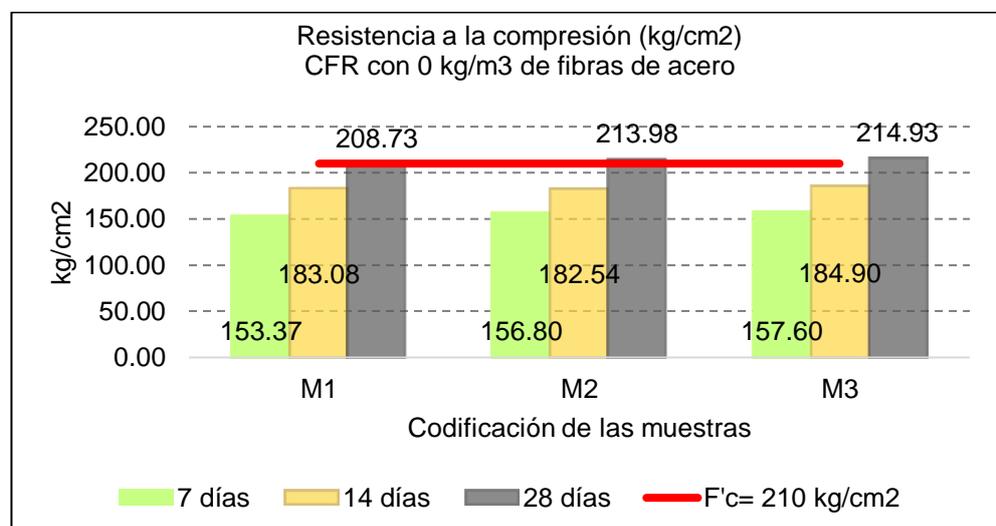
#### Resistencia a la compresión para el diseño patrón

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	153.37	183.08	208.73
M2	156.80	182.54	213.98
M3	157.60	184.90	214.93
Promedio	155.92	183.51	212.55
Desviación estándar	2.25	1.24	3.34
Coficiente de variación	1.44%	0.67%	1.57%

**Interpretación.** Las muestras tomadas para ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días muestran un CV. dentro del rango de la NTP 339.034, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados.

Gráfico 27.

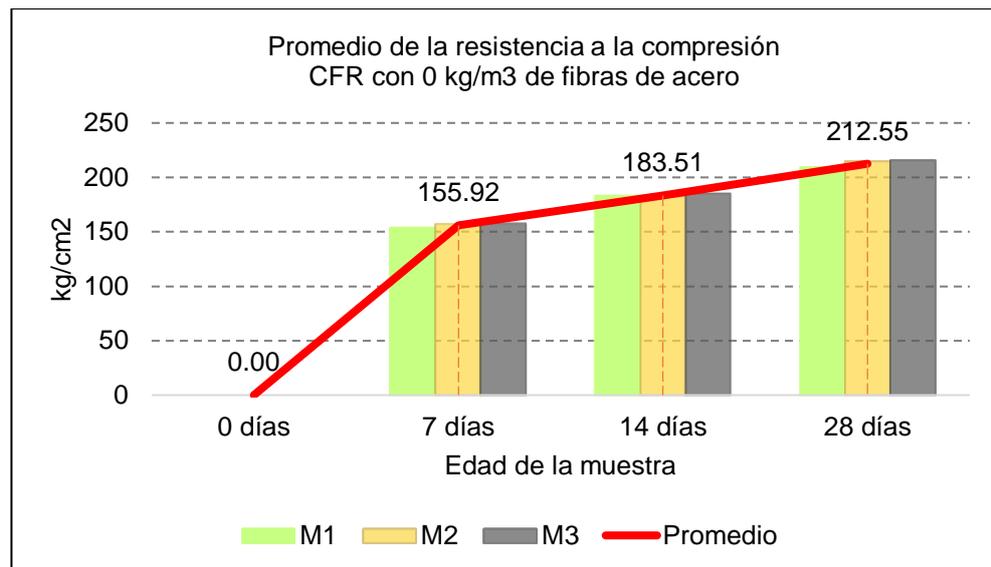
#### Resistencia a la compresión, Diseño patrón



**Interpretación.** En las muestras de concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, ensayadas a los 28 días, dos superan la resistencia esperada  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, los especímenes M-2 y M-3, con 213.98 kg/cm<sup>2</sup> y 214.93 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, pero, el espécimen M-1, es inferior en 1.27 kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo, en promedio la resistencia de diseño es cumplida.

**Gráfico 28.**

**Promedio de la resistencia a la compresión, Diseño patrón**



**Interpretación.** A los 7 días, el hormigón con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia media de 155.92 kg/cm<sup>2</sup>, equivale al 74.25% de la resistencia esperada  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 183.51 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 87.38% de la resistencia de diseño, mientras que a los 28 días la resistencia esperada se supera en un 1.21%, con un valor de 212.55 kg/cm<sup>2</sup>.

**b. Diseño 1, con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 26.**

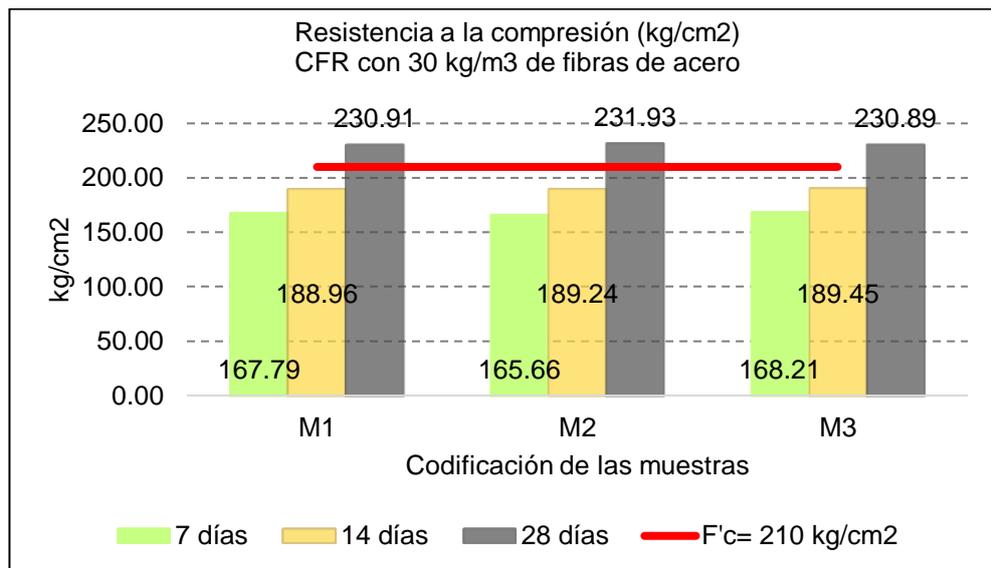
**Resistencia a la compresión para el D1 – 30 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	167.79	188.96	230.91
M2	165.66	189.24	231.93
M3	168.21	189.45	230.89
Promedio	167.22	189.22	231.24
Desviación estándar	1.37	0.25	0.59
Coeficiente de variación	0.82%	0.13%	0.26%

**Interpretación.** Las muestras con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas en compresión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.034, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados.

**Gráfico 29.**

**Resistencia a la compresión, D1**

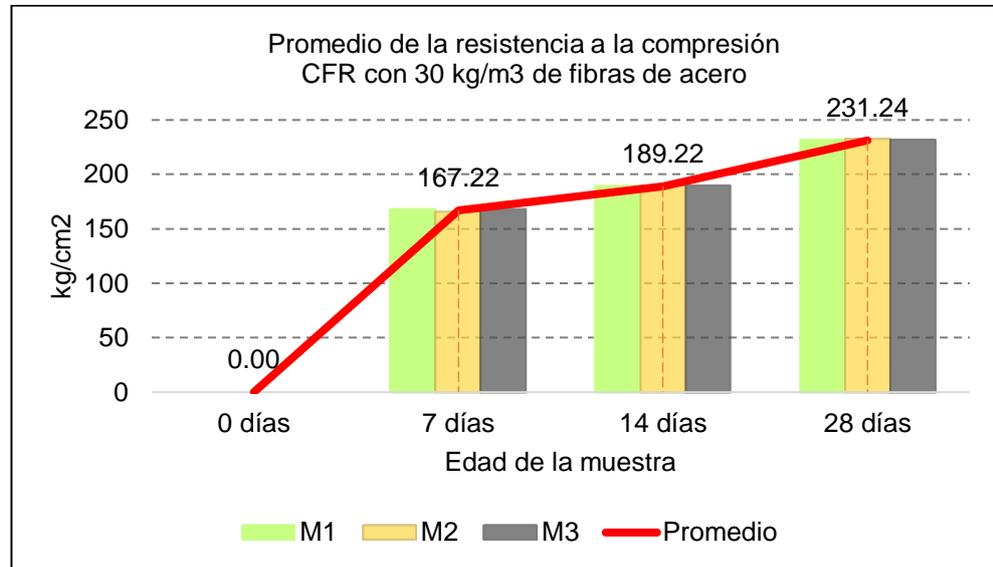


**Interpretación.** Todas las muestras de concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, ensayadas a los 28 días, superan la resistencia deseada  $f'c=$

210 kg/cm<sup>2</sup>, con 230.91 kg/cm<sup>2</sup>, 231.93 kg/cm<sup>2</sup> y 230.89 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Gráfico 30.**

**Promedio de la resistencia a la compresión, D1**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia promedio de 167.22 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 79.63% de la resistencia esperada  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 189.22 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 90.10% de la resistencia de diseño, mientras que a los 28 días la resistencia esperada es superada en 10.12%, con un valor de 231.24 kg/cm<sup>2</sup>.

c. Diseño 2, con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero

Tabla 27.

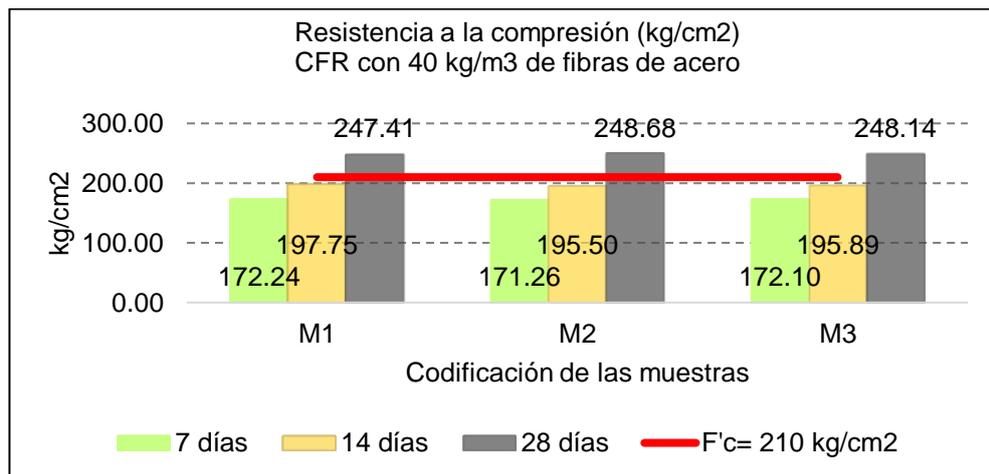
**Resistencia a la compresión para el D2 – 40 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	172.24	197.75	247.41
M2	171.26	195.50	248.68
M3	172.10	195.89	248.14
Promedio	171.87	196.38	248.08
Desviación estándar	0.53	1.20	0.64
Coficiente de variación	0.31%	0.61%	0.26%

**Interpretación.** Las muestras con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.034, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados.

**Gráfico 31.**

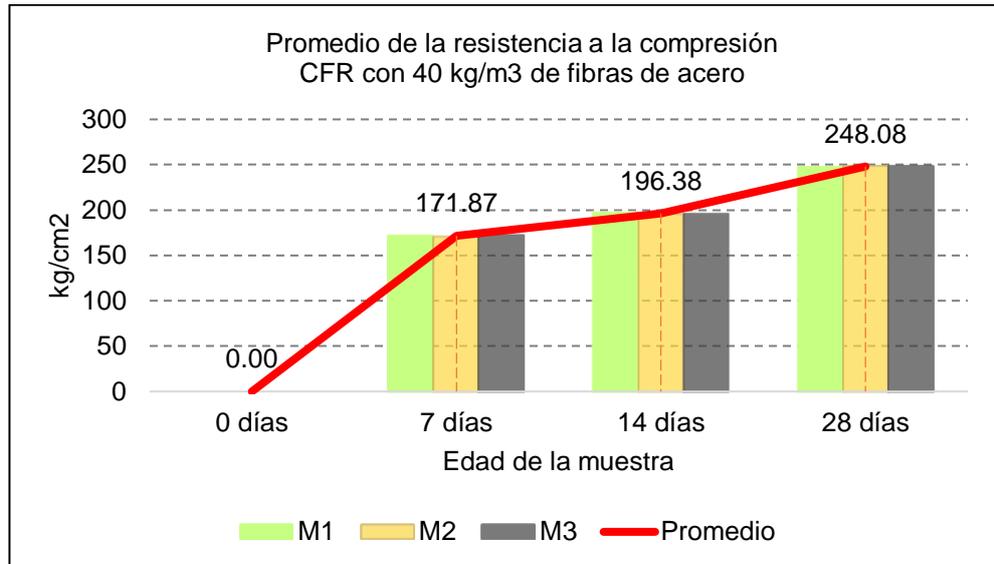
**Resistencia a la compresión, D2**



**Interpretación.** Todas las muestras de concreto con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, ensayadas a los 28 días, superan la resistencia esperada  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con 247.41 kg/cm<sup>2</sup>, 248.68 kg/cm<sup>2</sup> y 248.14 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Gráfico 32.**

**Promedio de la resistencia a la compresión, D2**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia promedio de 171.87 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 81.84% de la resistencia esperada  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 196.38 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 93.51% de la resistencia de diseño, mientras que a los 28 días la resistencia esperada es superada en 18.13%, con un valor de 248.08 kg/cm<sup>2</sup>.

d. Diseño 3, con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero

Tabla 28.

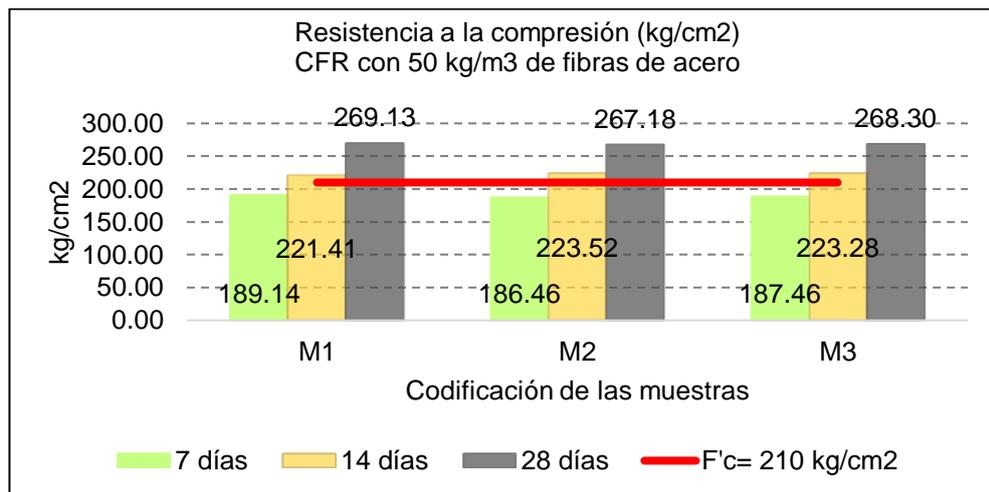
**Resistencia a la compresión para el D3 – 50 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	189.14	221.41	269.13
M2	186.46	223.52	267.18
M3	187.46	223.28	268.30
Promedio	187.69	222.74	268.20
Desviación estándar	1.35	1.16	0.98
Coficiente de variación	0.72%	0.52%	0.36%

**Interpretación.** Las muestras con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas a compresión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.034, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados.

**Gráfico 33.**

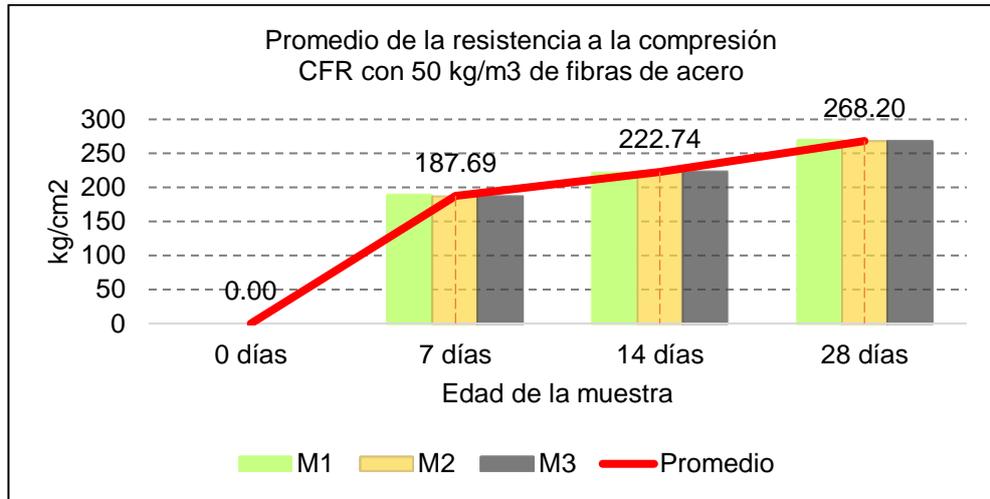
**Resistencia a la compresión, D3**



**Interpretación.** Todas las muestras de concreto con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, ensayadas a los 28 días, superan la resistencia deseada  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con 269.13 kg/cm<sup>2</sup>, 267.18 kg/cm<sup>2</sup> y 268.30 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente.

**Gráfico 34.**

**Promedio de la resistencia a la compresión, D3**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia promedio de 187.69 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 89.37% de la resistencia esperada  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 222.74 kg/cm<sup>2</sup>, superando a una edad temprana en 6.07% a la resistencia de diseño, tal como, a los 28 días la resistencia esperada es superada en 27.72%, con un valor de 268.20 kg/cm<sup>2</sup>, 58.20 kg/cm<sup>2</sup> por encima de la resistencia solicitada para un concreto estructural.

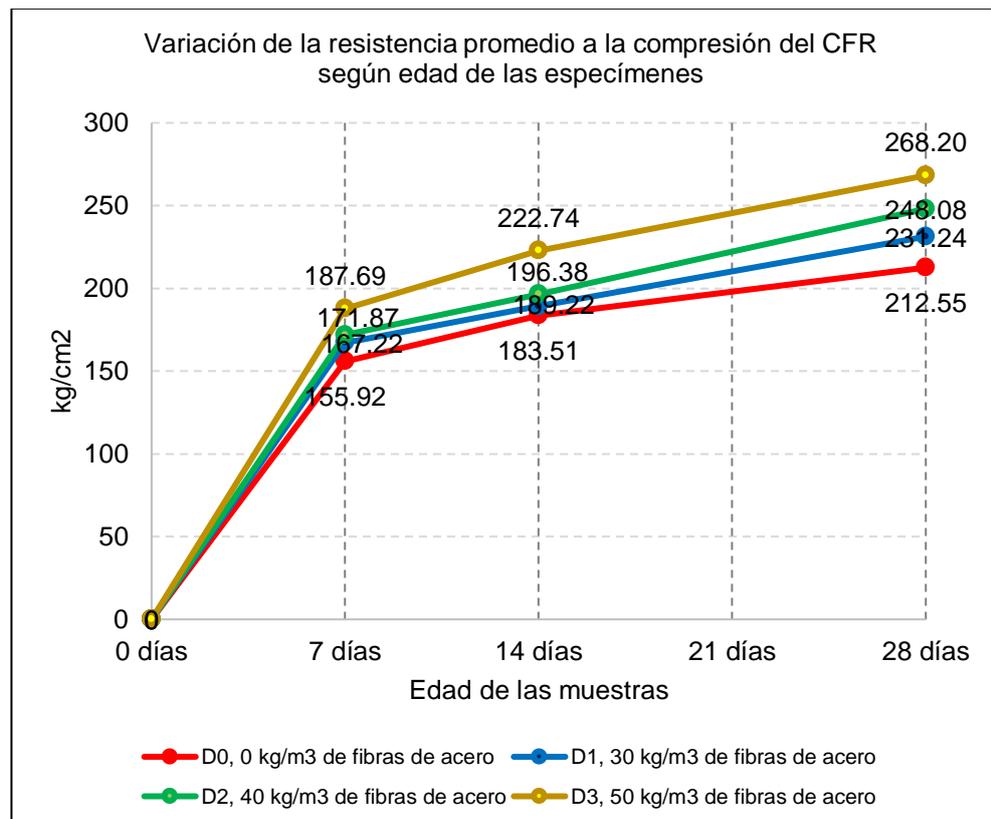
**e. Resumen de resultados de la resistencia a la compresión**

En el Gráfico 35, se observa que la variación en las resistencias promedio a la compresión del concreto sin fibras y con fibras, según la edad de los especímenes, se llega a identificar que, para todos los casos, la resistencia aumenta conforme al paso de los días, alcanzando un notorio incremento en las resistencias de los 0 días a los 7 días. Pero, de los 7 días a los 28 días, para el concreto sin fibras de acero (D0, 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero) se puede aseverar que el incremento es gradual incrementándose a los 14 días respecto a los 7 días en 27.58 kg/cm<sup>2</sup> y a

los 28 días respecto a los 14 días en 29.04 kg/cm<sup>2</sup>, en cambio, el incremento de los 7 a los 28 días para el concreto fibroreforzado no es gradual, sino es casi el doble del primer incremento, es decir en concretos con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras el incremento en 14 días es de 22 kg/cm<sup>2</sup>, pero en 28 días es 42.03 kg/cm<sup>2</sup>, los mismo sucede para el concreto con 40 kg/cm<sup>2</sup> y 50 kg/cm<sup>2</sup>, variando en 14 días en 24.51 kg/cm<sup>2</sup> y 35.05 kg/cm<sup>2</sup> correspondientemente, mientras que en 28 días varia respectivamente en 51.70 kg/cm<sup>2</sup> y 45.47 kg/cm<sup>2</sup>. A partir de estos resultado se induce que el porcentaje óptimo de adición de fibras se encuentra entre 30 kg/m<sup>3</sup> y 40 kg/m<sup>3</sup>.

**Gráfico 35.**

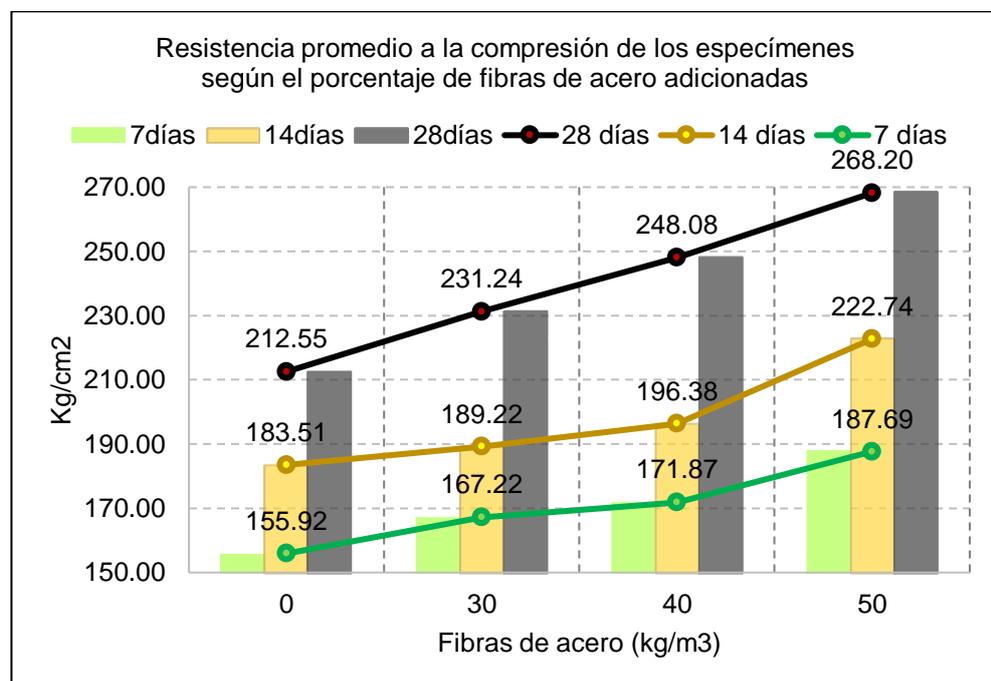
**Variación de la resistencia promedio a la compresión del CFR según edad de los especímenes**



El Gráfico 35, muestra la resistencia promedio a la compresión de las muestras aumenta según el porcentaje de fibras de acero adicionadas. A los 7 días la resistencia a la compresión se llega a incrementar en 31.76 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento del 20.37% de la resistencia del concreto sin fibras. En 14 días la resistencia a la compresión tiene un aumento de 39.23 kg/cm<sup>2</sup> entre el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> y el concreto con 50 kg/m<sup>3</sup>, representando un aumento del 21.38% de la resistencia a la compresión del concreto. En 28 días, se consigue el mayor incremento en la resistencia alcanzando un aumento de 55.66 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 26.19% respecto a un concreto convencional y el 27.72% respecto a la resistencia esperada  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>. Por tanto, al añadir fibras de acero incrementa positivamente la fuerza de la presión del concreto.

**Gráfico 36.**

**Resistencia promedio a la compresión de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas**



#### 4.1.7. Resistencia a la flexión del CFR

Se han puesto a prueba especímenes a flexión del concreto agregando fibras de acero en cantidades de 0 kg/m<sup>3</sup> (Diseño patrón), 30 kg/m<sup>3</sup> (D1), 40 kg/m<sup>3</sup> (D2) y 50 kg/m<sup>3</sup> (D3), para obtener los siguientes resultados:

##### a. Diseño patrón con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero

Tabla 29.

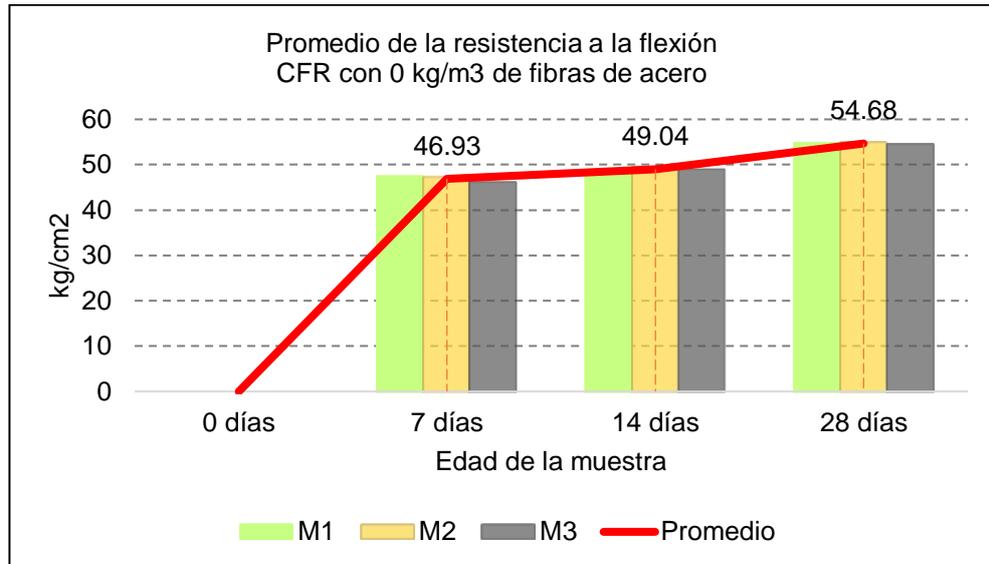
##### *Resistencia a la flexión para el diseño patrón*

Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	47.43	48.72	54.58
M2	47.32	49.55	55.01
M3	46.06	48.87	54.44
Promedio	46.93	49.04	54.68
Desviación estándar	0.76	0.44	0.30
Coficiente de variación	1.62%	0.90%	0.55%

**Interpretación.** Las muestras analizadas a flexión dentro de los 7, 14 y 28 días muestran un CV. dentro del rango de la NTP 339.078, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la flexión alcanzadas por los componentes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 1.37 kg/cm<sup>2</sup>, 0.83 kg/cm<sup>2</sup> y 0.58 kg/cm<sup>2</sup>, correspondientemente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si las magnitudes de la fuerza a la flexión de todos los especímenes sometidos al ensayo, se representarán en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la flexión.

**Gráfico 37.**

**Promedio de la resistencia a la flexión, Diseño patrón**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la flexión promedio de 46.93 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 85.84% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 49.04 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 89.70% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la flexión es 54.68 kg/cm<sup>2</sup>.

**b. Diseño 1, con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 30.**

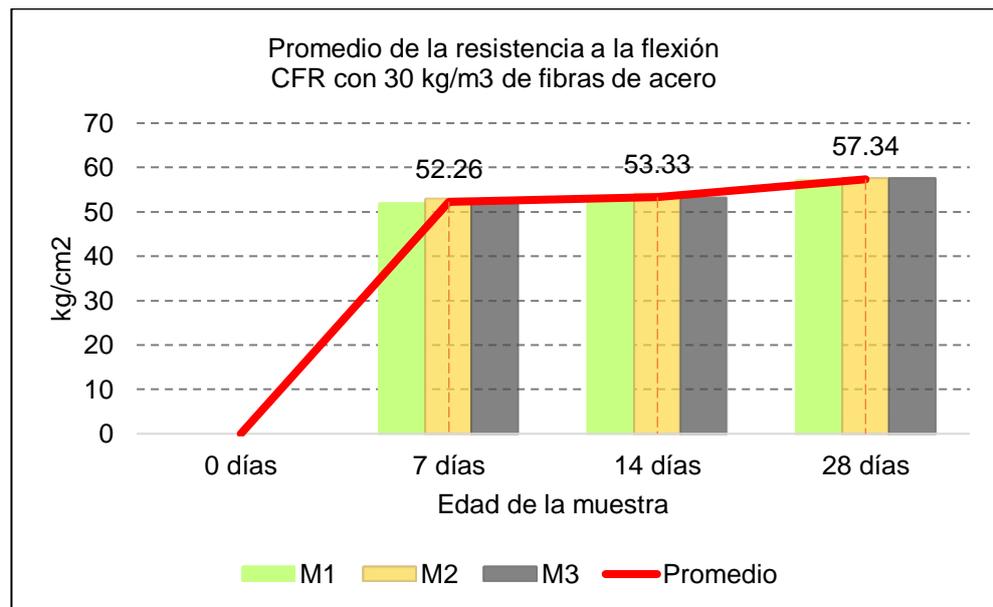
**Resistencia a la flexión para el D1 – 30 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	51.89	52.84	57.09
M2	52.95	54.01	57.48
M3	51.93	53.13	57.46
Promedio	52.26	53.33	57.34
Desviación estándar	0.60	0.61	0.22
Coefficiente de variación	1.16%	1.14%	0.38%

**Interpretación.** Las muestras con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas a flexión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.078, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la flexión alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 1.07 kg/cm<sup>2</sup>, 1.17 kg/cm<sup>2</sup> y 0.39 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la flexión de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la flexión.

**Gráfico 38.**

**Promedio de la resistencia a la flexión, D1**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la flexión promedio de 52.26 kg/cm<sup>2</sup>,

equivalente al 91.13% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 53.33 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 93.00% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la flexión es 57.34 kg/cm<sup>2</sup>.

**c. Diseño 2, con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 31.**

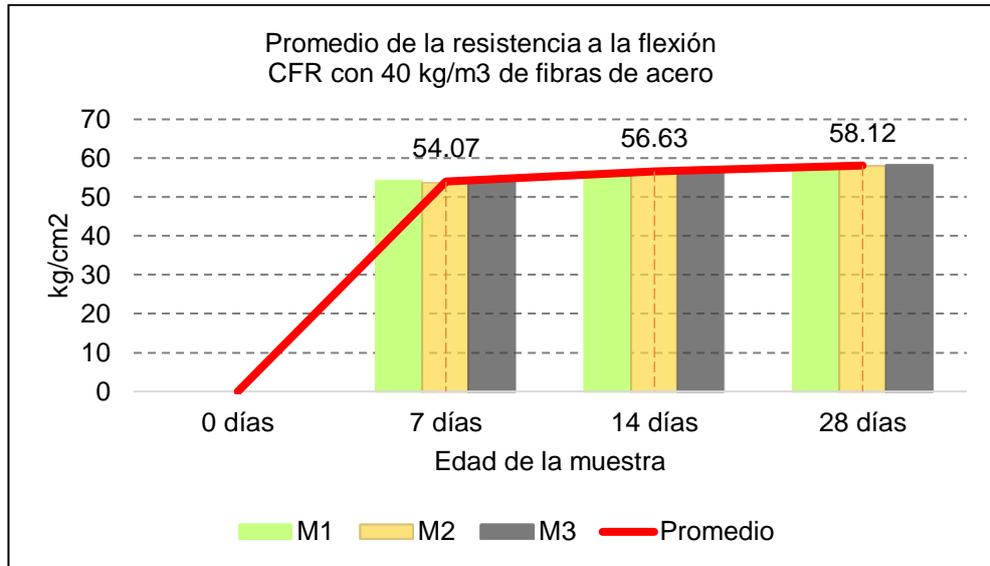
***Resistencia a la flexión para el D2 – 40 kg/m<sup>3</sup>***

<b>Resistencia a la flexión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M1	54.36	56.75	58.29
M2	53.79	57.01	57.92
M3	54.06	56.12	58.16
Promedio	54.07	56.63	58.12
Desviación estándar	0.29	0.46	0.19
Coefficiente de variación	0.53%	0.81%	0.32%

**Interpretación.** Las muestras con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas a flexión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.078, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la flexión alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 0.57 kg/cm<sup>2</sup>, 0.90 kg/cm<sup>2</sup> y 0.37 kg/cm<sup>2</sup>, correspondientemente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por lo que, si los valores de la resistencia a la flexión de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la flexión.

**Gráfico 39.**

**Promedio de la resistencia a la flexión, D2**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la flexión promedio de 54.07 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 93.02% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 56.63 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 97.42% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la flexión es 58.12 kg/cm<sup>2</sup>

**d. Diseño 3, con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 32.**

**Resistencia a la flexión para el D3 – 50 kg/m<sup>3</sup>**

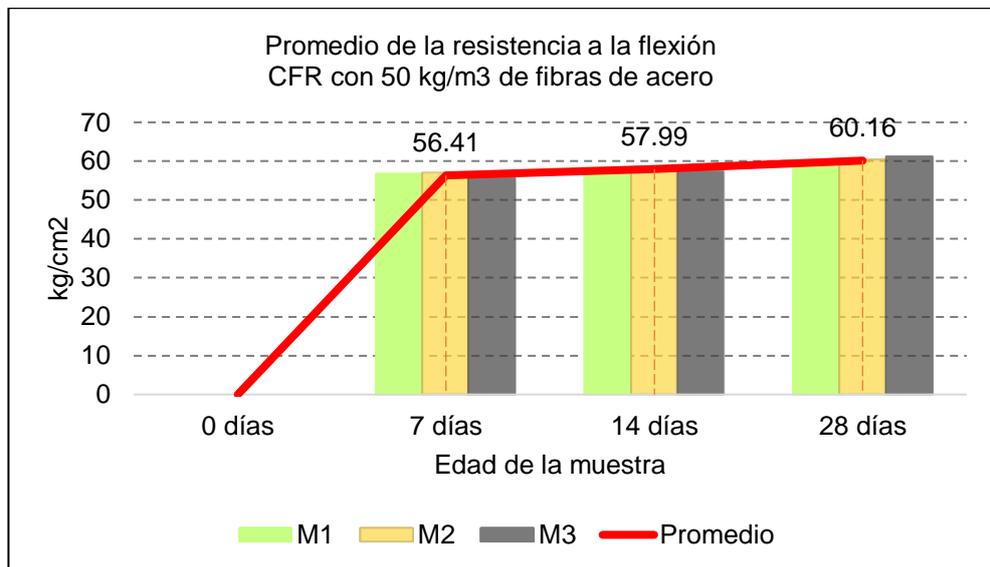
Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	56.75	58.19	59.19
M2	57.01	58.44	60.35
M3	55.47	57.34	60.95
Promedio	56.41	57.99	60.16
Desviación estándar	0.82	0.58	0.89
Coeficiente de variación	1.46%	0.99%	1.49%

**Interpretación.** Las muestras con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero ensayadas a flexión a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la

NTP 339.078, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la flexión alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 1.54 kg/cm<sup>2</sup>, 1.10 kg/cm<sup>2</sup>, y 1.76 kg/cm<sup>2</sup>, de manera respectiva, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la flexión de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la flexión.

**Gráfico 40.**

**Promedio de la resistencia a la flexión, D3**



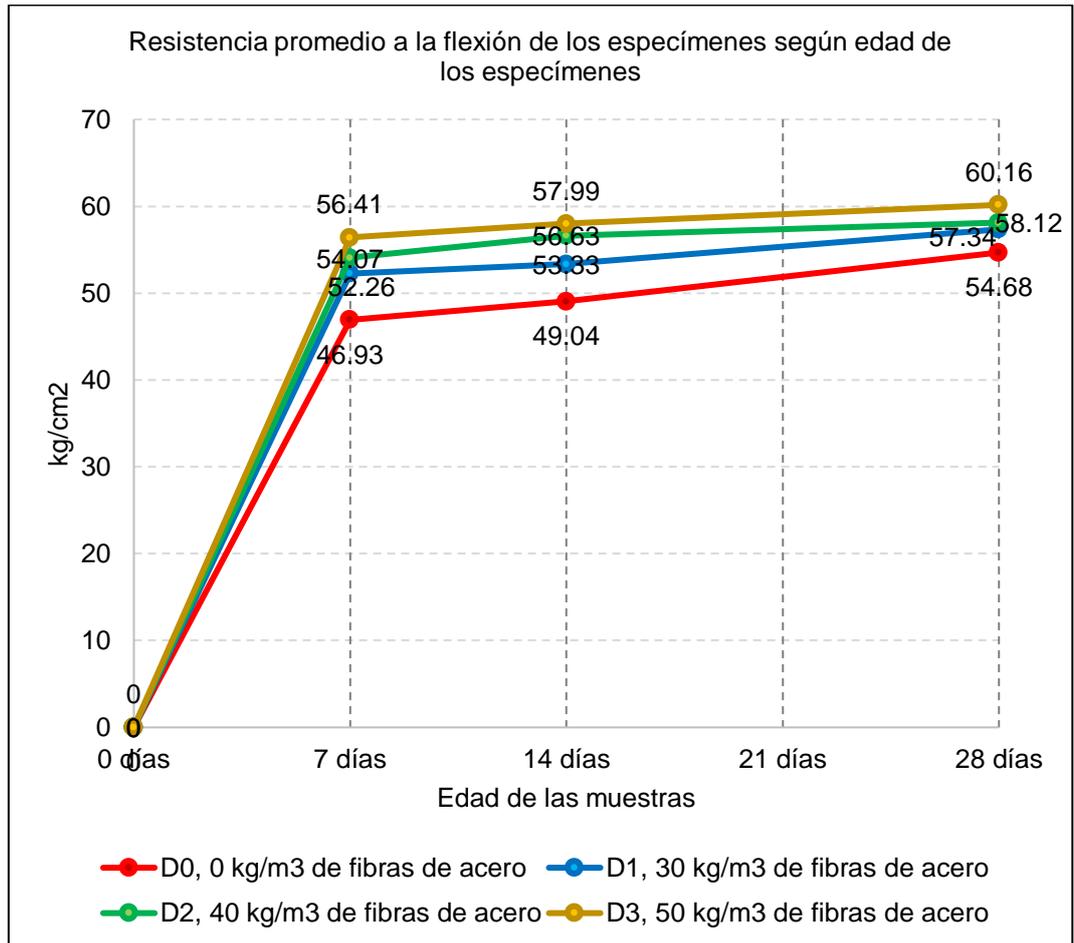
**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la flexión promedio de 56.41 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 93.77% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 57.99 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 96.39%

de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la flexión es 60.16 kg/cm<sup>2</sup>.

**e. Resumen de resultados de la resistencia a la flexión**

**Gráfico 41.**

**Variación de la resistencia promedio a la flexión del CFR según edad de los especímenes**

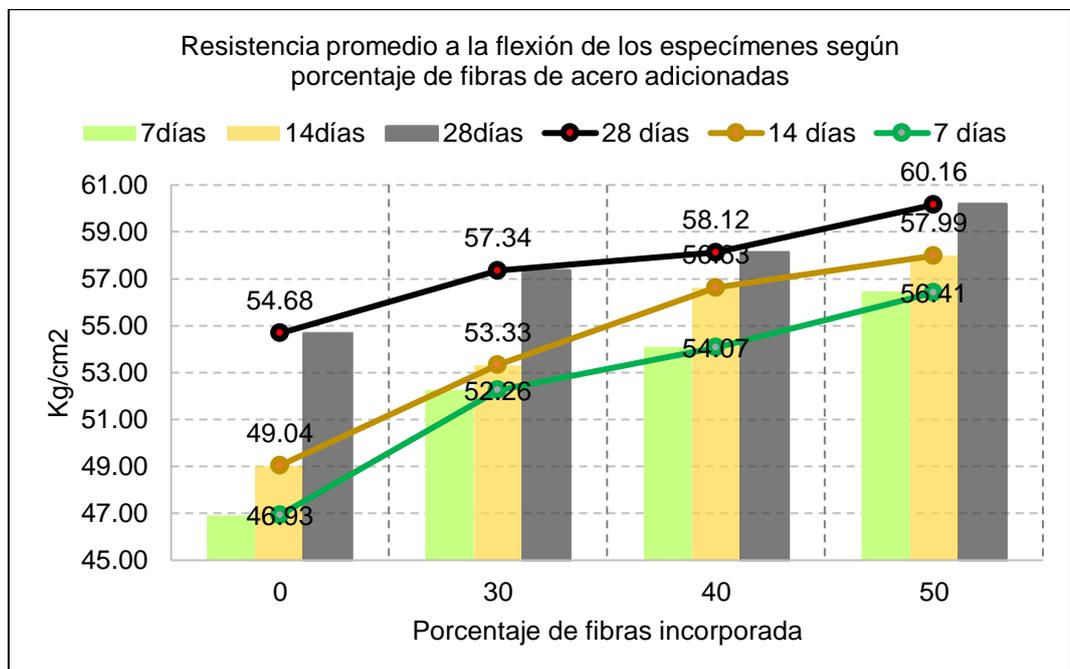


En el Gráfico 41, se observa la variación de las resistencias promedio a la flexión del concreto sin fibras y con fibras, según la edad de los especímenes, se llega a identificar que, para todos los casos, la resistencia aumenta conforme al paso de los días, alcanzando un notorio incremento en las resistencias de los 0 días a los 7 días. Pero, de los 7 días a los 28 días, para el concreto sin fibras de acero (D0, 0 kg/m<sup>3</sup> de

fibras de acero) y para el concreto fibroreforzado el incremento es gradual aumentando en el doble del primer incremento, es decir para un concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero el incremento a los 14 días es de 2.11 kg/cm<sup>2</sup>, pero a los 28 días es 5.63 kg/cm<sup>2</sup>, lo mismo sucede para el concreto con 30 y 50 kg/cm<sup>2</sup>, variando a los 14 días en 1.07 kg/cm<sup>2</sup> y 1.58 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, mientras que a los 28 días varia respectivamente en 4.01 kg/cm<sup>2</sup> y 2.17 kg/cm<sup>2</sup>, no obstante, esta relación no se cumple para el concreto fibroreforzado con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, donde el incremento a los 14 días es de 2.56 kg/cm<sup>2</sup> superando a los demás rangos de incremento, pero a los 28 días el incremento es menor a comparación del resto de concretos con un aumento de 1.50 kg/cm<sup>2</sup>. Ante tales resultados, se infiere que el promedio óptimo de adición de fibras de acero es menor a 40 kg/m<sup>3</sup>.

**Gráfico 42.**

**Resistencia promedio a la flexión de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas**



En el Gráfico 42, la resistencia promedio a la flexión de los especímenes aumenta según el porcentaje de fibras de acero adicionadas. A los 7 días la resistencia a la flexión se llega a incrementar en 9.48 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento del 20.19% de la resistencia del concreto sin fibras. A los 14 días la tenacidad a la flexión tiene un aumento de 8.94 kg/cm<sup>2</sup> entre el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> y el concreto con 50 kg/m<sup>3</sup>, representando un aumento del 18.24% de la resistencia a la flexión del concreto. A los 28 días, se consigue el menor incremento en la resistencia a la flexión alcanzando un aumento de 5.48 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 10.03% respecto a un concreto convencional, por tanto, el aumento de la resistencia a la flexión es menor con el pasar de los días, pero aumenta significativamente al incorporar fibras de acero al concreto.

#### **4.1.8. Resistencia a la tracción indirecta del CFR**

Se han ensayo especímenes a tracción indirecta del concreto adicionando fibras de acero en cantidades de 0 kg/m<sup>3</sup> (Diseño patrón), 30 kg/m<sup>3</sup> (D1), 40 kg/m<sup>3</sup> (D2) y 50 kg/m<sup>3</sup> (D3), para obtener los siguientes resultados:

##### **a. Diseño patrón con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 33.**

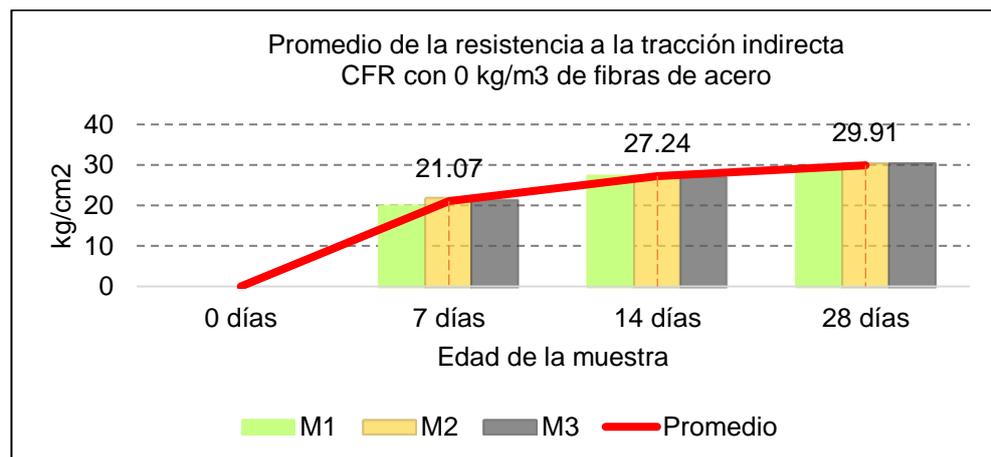
#### **Resistencia a la tracción indirecta para el diseño patrón**

<b>Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M1	20.07	27.41	29.30
M2	21.82	27.36	30.21
M3	21.31	26.96	30.24
Promedio	21.07	27.24	29.91
Desviación estándar	0.90	0.25	0.53
Coeficiente de variación	4.27%	0.92%	1.78%

**Interpretación.** Los especímenes ensayados a tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días muestran un CV. dentro del rango de la NTP 339.084, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la tracción alcanzadas por las muestras (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 1.75 kg/cm<sup>2</sup>, 0.46 kg/cm<sup>2</sup> y 0.94 kg/cm<sup>2</sup>, correspondientemente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la tracción de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la tracción.

**Gráfico 43.**

**Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, Diseño patrón**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la tracción promedio de 21.07 kg/cm<sup>2</sup> equivalente al 70.42% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 27.24 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 91.07% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la tracción indirecta es 29.91 kg/cm<sup>2</sup>.

b. Diseño 1, con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero

Tabla 34.

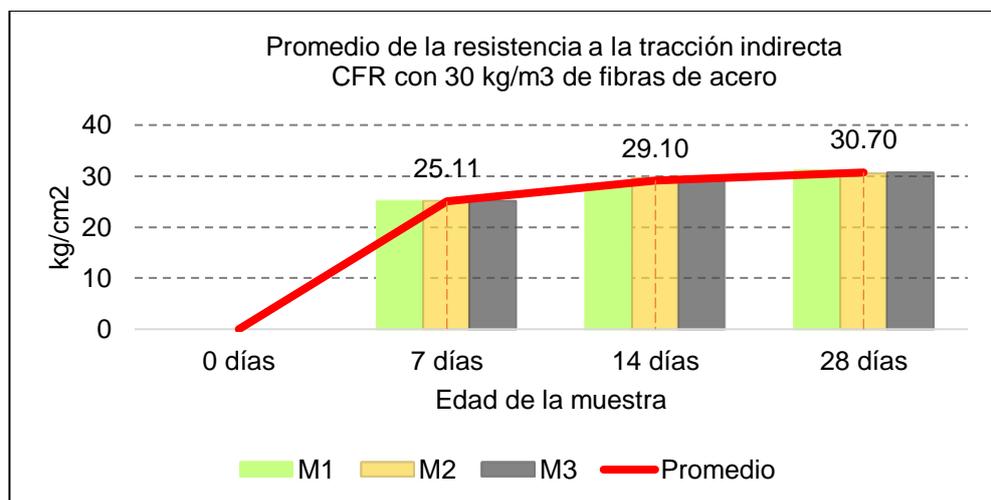
**Resistencia a la tracción indirecta para el D1 – 30 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	25.14	28.32	31.10
M2	25.11	29.51	30.43
M3	25.08	29.48	30.57
Promedio	25.11	29.10	30.70
Desviación estándar	0.03	0.68	0.35
Coefficiente de variación	0.12%	2.33%	1.15%

**Interpretación.** Las resistencias a la tracción alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 0.06 kg/cm<sup>2</sup>, 1.19 kg/cm<sup>2</sup> y 0.67 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la tracción de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la tracción.

**Gráfico 44.**

**Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D1**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 30 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la tracción promedio de 25.11 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 81.78% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 29.10 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 94.79% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la tracción indirecta es 30.70 kg/cm<sup>2</sup>.

**c. Diseño 2, con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 35.**

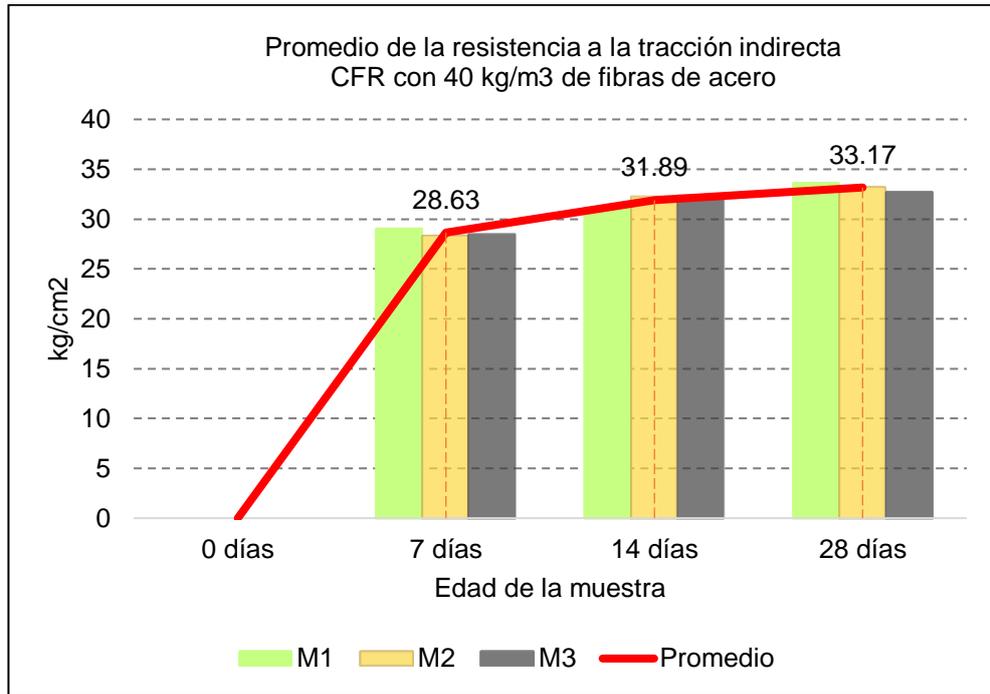
***Resistencia a la tracción indirecta para el D2 – 40 kg/m<sup>3</sup>***

<b>Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M1	29.08	31.14	33.62
M2	28.31	32.20	33.16
M3	28.50	32.32	32.72
Promedio	28.63	31.89	33.17
Desviación estándar	0.40	0.65	0.45
Coefficiente de variación	1.40%	2.04%	1.37%

**Interpretación.** Los especímenes ensayados a tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días presentan un CV. dentro del rango de la NTP 339.084, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la tracción alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, 1.18 kg/cm<sup>2</sup> y 0.91 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la tracción de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la tracción.

**Gráfico 45.**

**Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D2**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la tracción promedio de 28.63 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 86.32% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la resistencia promedio equivale a 31.89 kg/cm<sup>2</sup>, que representa el 96.15% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la tracción es 33.17 kg/cm<sup>2</sup>.

**d. Diseño 3, con 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero**

**Tabla 36.**

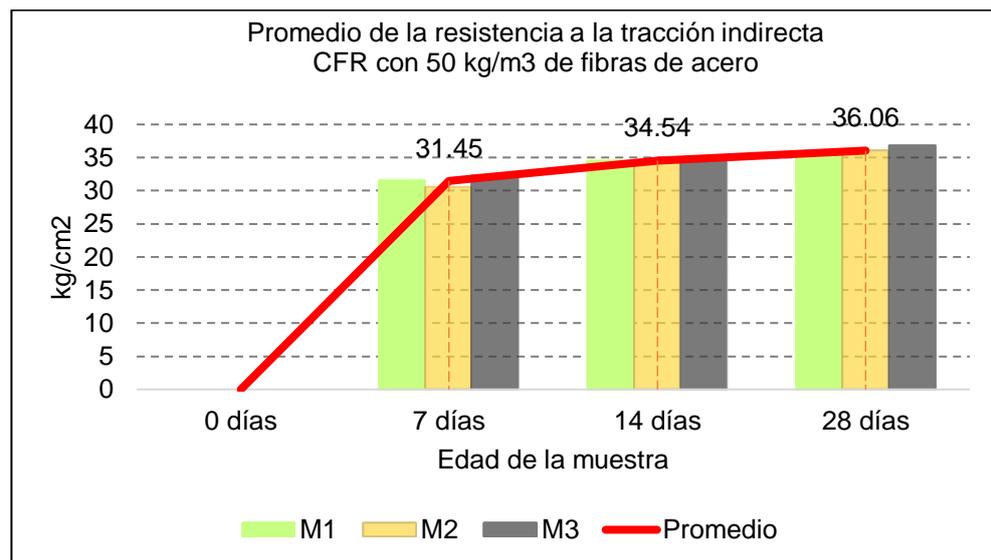
**Resistencia a la tracción indirecta para el D3 – 50 kg/m<sup>3</sup>**

Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm <sup>2</sup> )	7 días	14 días	28 días
M1	31.57	34.52	35.40
M2	30.49	34.20	36.00
M3	32.29	34.91	36.76
Promedio	31.45	34.54	36.06
Desviación estándar	0.91	0.36	0.68
Coefficiente de variación	2.89%	1.03%	1.90%

**Interpretación.** Los especímenes experimentados a tracción indirecta a los 7, 14 y 28 días muestran un CV. dentro del rango de la NTP 339.084, por tanto, los resultados son confiables y pueden ser analizados. Las resistencias a la tracción alcanzadas por los especímenes (M1, M2 y M3) a los 7, 14 y 28 días tienen una variación máxima de 1.81 kg/cm<sup>2</sup>, 0.71 kg/cm<sup>2</sup> y 1.36 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente, entre el máximo y mínimo valor alcanzado. Se puede notar que estas diferencias son mínimas, por tanto, si los valores de la resistencia a la tracción de todos los especímenes ensayados, se representarían en un gráfico de líneas estos se superpondrían unos a otros, dejando notar una sola línea, por ello, se ha graficado solo los promedios de las resistencias a la tracción.

**Gráfico 46.**

**Promedio de la resistencia a la tracción indirecta, D3**



**Interpretación.** A los 7 días, el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, alcanza una resistencia a la tracción promedio de 31.45 kg/cm<sup>2</sup>, equivalente al 87.23% de la resistencia a los 28 días. A los 14 días, la

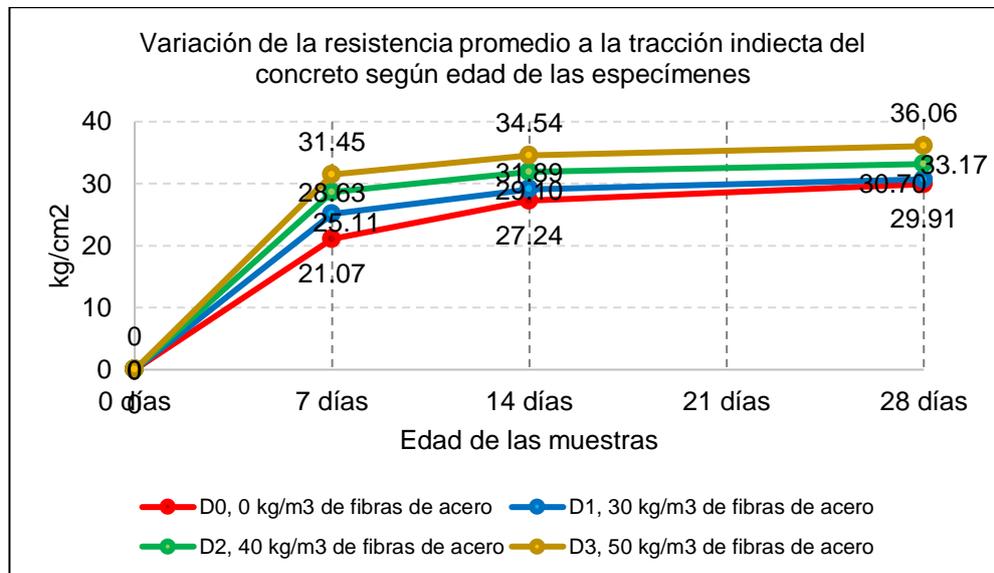
resistencia promedio equivale a  $34.54 \text{ kg/cm}^2$ , que representa el 95.80% de la resistencia final. Por último, a los 28 días la resistencia promedio a la flexión es  $36.06 \text{ kg/cm}^2$ .

**e. Resumen de resultados de la resistencia a la tracción indirecto**

En el Gráfico 47, se observa la variación de las resistencias promedio a la tracción indirecta del concreto sin fibras y con fibras, según la edad de los especímenes, se llega a identificar que, para todos los casos, la resistencia aumenta conforme al paso de los días, alcanzando un notorio incremento en las resistencias de los 0 días a los 7 días. Pero, de los 7 días a los 28 días, para el concreto sin fibras de acero ( $D0, 0 \text{ kg/m}^3$  de fibras de acero) y para el concreto fibroreforzado el incremento es gradual presentando un mayor aumento a los 14 días y un aumento menor a los 28 días, es decir para un concreto con  $0 \text{ kg/m}^3$  de fibras de acero el incremento a los 14 días es de  $6.18 \text{ kg/cm}^2$  pero a los 28 días es  $2.67 \text{ kg/cm}^2$ , lo mismo sucede para el concreto con 30, 40 y  $50 \text{ kg/cm}^2$ , variando a los 14 días en  $3.99 \text{ kg/cm}^2$ ,  $3.26 \text{ kg/cm}^2$  y  $3.09 \text{ kg/cm}^2$  correspondientemente, mientras que a los 28 días varía respectivamente en  $1.60 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1.28 \text{ kg/cm}^2$  y  $1.51 \text{ kg/cm}^2$ . Ante tales resultados, se determina que la resistencia a la tracción del concreto si aumento al adicionar fibras de acero, pero que según pasa el tiempo este incremento va decreciendo.

**Gráfico 47.**

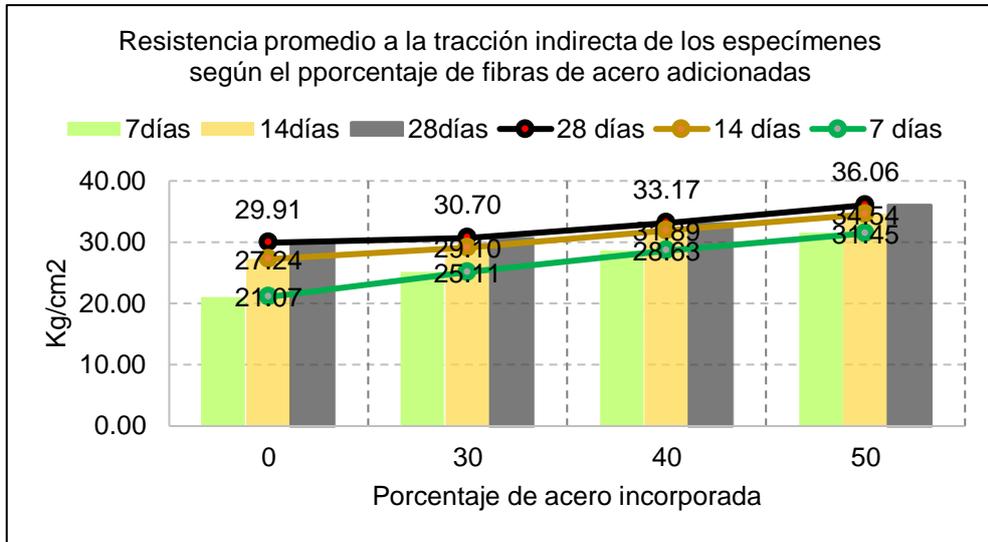
**Variación de la resistencia promedio a la tracción indirecta del CFR según edad de los especímenes**



En el Gráfico 48, la resistencia promedio a la tracción indirecta de los especímenes aumenta según el porcentaje de fibras de acero adicionadas. A los 7 días la resistencia a la tracción se llega a incrementar en 10.38 kg/cm<sup>2</sup>, representando un incremento del 49.29% de la resistencia del concreto sin fibras. A los 14 días la resistencia a la tracción tiene un aumento de 7.30 kg/cm<sup>2</sup> entre el concreto con 0 kg/m<sup>3</sup> y el concreto con 50 kg/m<sup>3</sup>, representando un aumento del 26.78% de la resistencia a la tracción del concreto. A los 28 días, se consigue el menor incremento en la resistencia a la tracción alcanzando un aumento de 6.14 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 20.53% respecto a un concreto convencional, por tanto, el aumento de la resistencia a la tracción es menor con el pasar de los días, pero aumenta significativamente al incorporar fibras de acero al concreto.

**Gráfico 48.**

**Resistencia promedio a la tracción indirecta de los especímenes según el porcentaje de fibras de acero adicionadas**

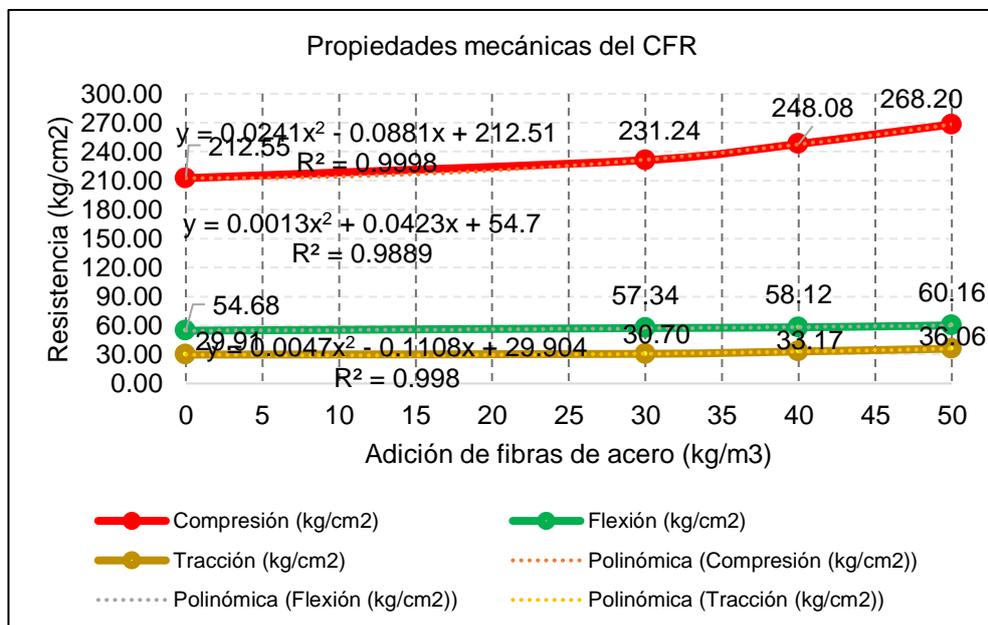


**4.1.9. Comparación técnica del CFR**

Se ha comparado técnicamente el concreto adicionado fibras de acero y el concreto convencional, diseñados para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Gráfico 49.**

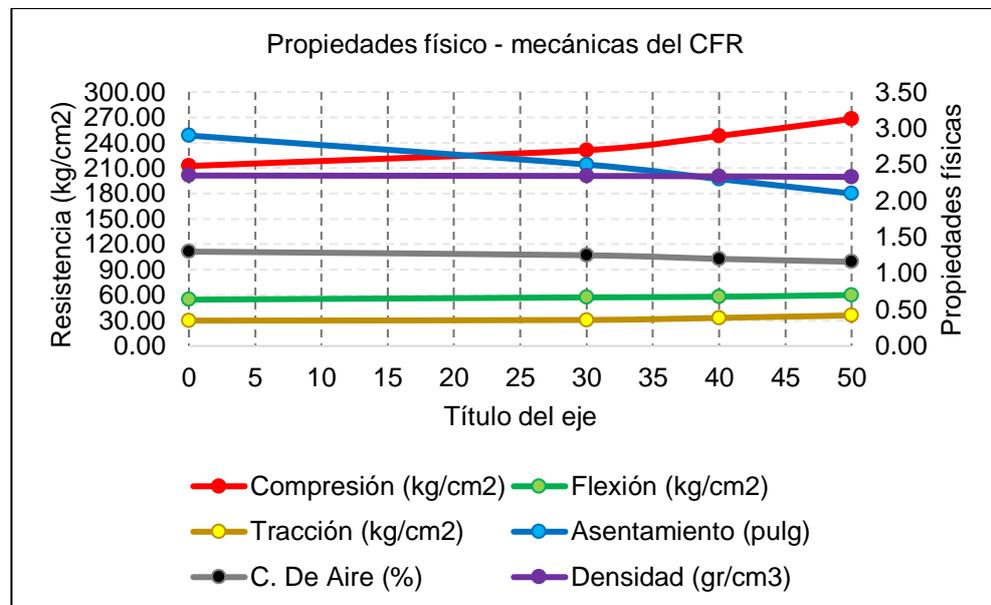
**Propiedades mecánicas del CFR**



En el Gráfico 49, podemos observar que las propiedades mecánicas, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y resistencia a la tracción, se ajustan a modelos cuadráticos, con factores de correlación de 0.9998, 0.9889 y 0.998, respectivamente. Por tanto, se puede estimar las propiedades mecánicas para cualquier cantidad de añadidura de fibras de acero reemplazando este valor al “x” en las ecuaciones cuadráticas.

**Gráfico 50.**

**Propiedades físicas y mecánicas del CFR**

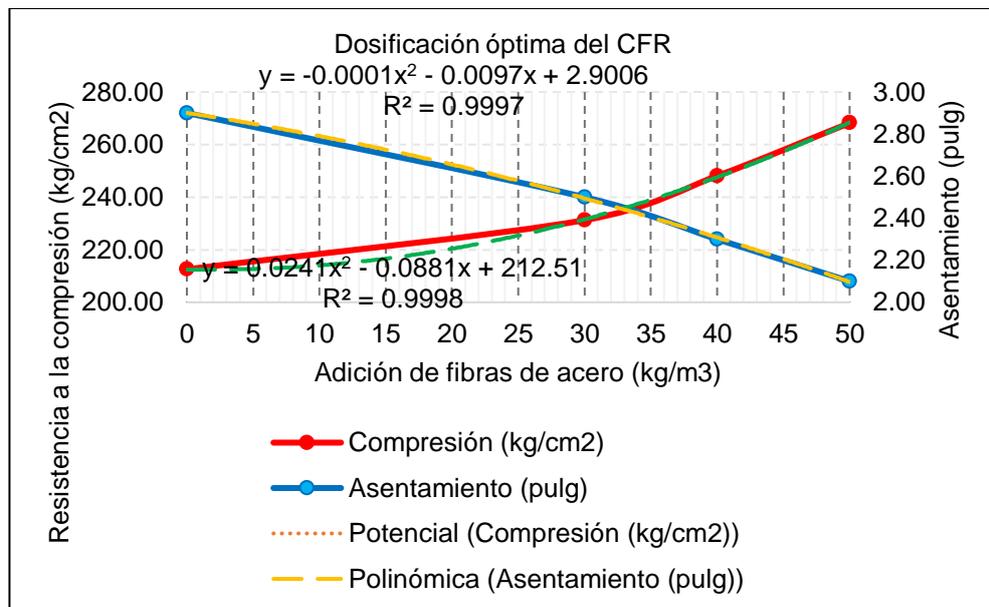


En el Gráfico 50, se muestran las características mecánicas y físicas del concreto convencional y el concreto fibroreforzado, en el que podemos visualizar que a mayor porcentaje de adición de fibras de acero mayor resistencia a la compresión, flexión y tracción adquiere el concreto, sin embargo, también se observa que mientras mayor sea la cantidad de fibras de acero disminuye el asentamiento, el contenido de aire y la densidad.

Considerando que la disminución del contenido de aire y densidad no representa un aspecto negativo para el concreto, se ha representado en el Gráfico 51, el asentamiento, ya que al disminuir condiciona la trabajabilidad del concreto, pero para estimar una medida óptima de afiliación de fibras de acero, también se ha considerado propicio relacionarlo con la resistencia a la compresión, por ser la propiedad mecánica de mayor relevancia.

**Gráfico 51.**

**Propiedades físicas y mecánicas del CFR**



En el Gráfico 51, se ha generado las líneas de tendencia para el asentamiento y para la resistencia a la compresión, obteniendo factores de correlación de 0.9997 y 0.9998 respectivamente, por tanto, los modelos cuadráticos se ajustan a los valores estimados. La intersección de ambas curvas, representa el porcentaje óptimo técnicamente, ya que ha sido demostrado que las características físicas y mecánicas mejoran con la suma de fibras de acero, sin embargo, en el gráfico la intersección se manifiesta entre las cantidades de 30 kg/m<sup>3</sup> y 35 kg/m<sup>3</sup>, por ello, para

tener la certeza de estimar un valor exacto, se ha remplazado los valores de “x” cantidad de fibras de acero para obtener “y1” asentamiento y “y2” resistencia a la compresión mostrándose en la tabla siguiente:

**Tabla 37.**

***Asentamiento y resistencia a la compresión estimada para CFR***

<b>Adición (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Asentamiento (pulg)</b>
30.00	231.56	2.52
30.50	232.24	2.51
31.00	232.94	2.50
31.50	233.65	2.50
32.00	234.37	2.49
32.50	235.10	2.48
33.00	235.85	2.47
<b>33.50</b>	<b>236.60</b>	<b>2.46</b>
34.00	237.37	2.46
34.50	238.16	2.45
35.00	238.95	2.44

Según los valores estimados en la Tabla 37, se considera como cantidad óptima de adición de fibras de acero, técnicamente a 33.50 kg/m<sup>3</sup>, sin embargo, este valor debe ser validado mediante la comparación económica, por ello, dicho procedimiento ha sido realizado en los siguientes acápite.

**4.1.10. Comparación económica del CFR**

Se ha comparado económicamente el concreto adicionado fibras de acero y el concreto convencional, diseñados para  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la producción del concreto convencional se requerirá mano de obra, materiales, equipos y/o herramientas, mismos insumos que se requerirán para la elaboración del concreto fibroreforzado.
- Sólo varía la cantidad de materiales solicitados, por ello, el cálculo estimado solo ha sido realizado tomando en cuenta la cantidad de

materiales necesarios para elaborar 1 m<sup>3</sup> de concreto sea convencional o fibroreforzado.

**Tabla 38.**

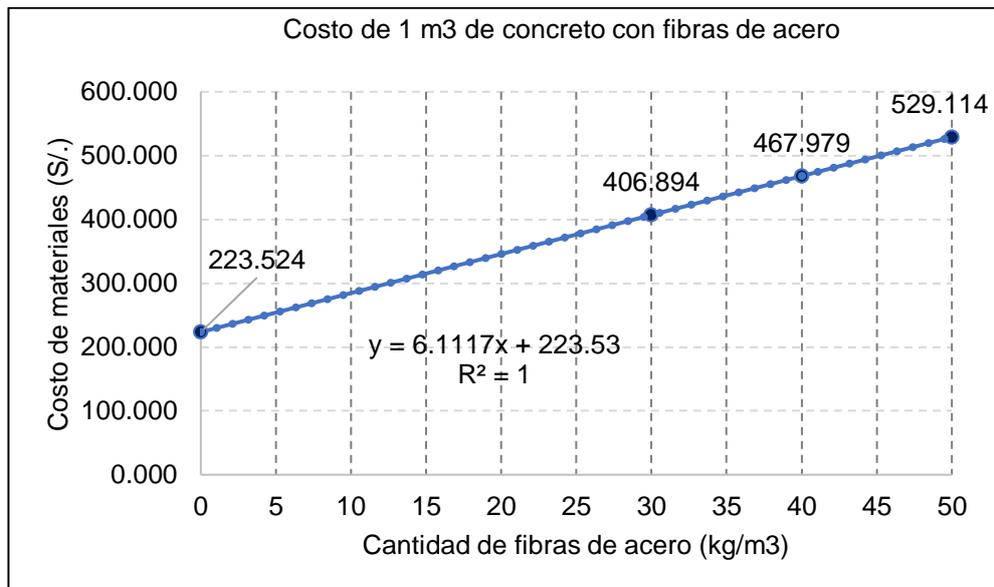
***Estimación del costo de materiales para 1 m<sup>3</sup> de concreto***

<b>Tipo</b>	<b>Representación</b>	<b>Und.</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P.U. (S/)</b>	<b>subtotal (S/)</b>	<b>Total (S/.)</b>
<b>0 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero</b>	Piedra chancada 1"	m3	0.410	65.000	26.650	<b>223.524</b>
	Arena fina	m3	0.275	50.000	13.750	
	Agua	m3	0.199	1.000	0.199	
	Cemento Portland Tipo IP	bol	8.130	22.500	182.925	
	Fibra de acero	saco	0.000	122.400	0.000	
<b>30 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero</b>	Piedra chancada 1"	m3	0.408	65.000	26.520	<b>406.894</b>
	Arena fina	m3	0.273	50.000	13.650	
	Agua	m3	0.199	1.000	0.199	
	Cemento Portland Tipo IP	bol	8.130	22.500	182.925	
	Fibra de acero	saco	1.500	122.400	183.600	
<b>40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero</b>	Piedra chancada 1"	m3	0.407	65.000	26.455	<b>467.979</b>
	Arena fina	m3	0.272	50.000	13.600	
	Agua	m3	0.199	1.000	0.199	
	Cemento Portland Tipo IP	bol	8.130	22.500	182.925	
	Fibra de acero	saco	2.000	122.400	244.800	
<b>50 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero</b>	Piedra chancada 1"	m3	0.406	65.000	26.390	<b>529.114</b>
	Arena fina	m3	0.272	50.000	13.600	
	Agua	m3	0.199	1.000	0.199	
	Cemento Portland Tipo IP	bol	8.130	22.500	182.925	
	Fibra de acero	saco	2.500	122.400	306.000	

El concreto convencional, no tiene como parte de su composición a las fibras de acero, por ello, su costo solo involucra la cantidad de materiales calculados en el diseño de mezclas, el mismo que asciende a 223.524 soles. En cambio, para la elaboración de concreto fibroreforzado, se suma al precio del concreto convencional la cantidad de fibras de acero solicitadas en "sacos", colocando las cantidades ajustadas de agregados (fino y grueso). Para un concreto con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>, el costo de los materiales por 1m<sup>3</sup> concreto se incrementa en 82.04%, 109.36% y 136.71% respecto al concreto convencional, respectivamente.

**Gráfico 52.**

**Costo de los materiales para 1 m3 de concreto con fibras de acero**



El costo de los materiales por 1m<sup>3</sup> de concreto, se incrementa conforme a la adición de fibras de acero, para obtener un concreto con 50 kg/m<sup>3</sup>de fibras de acero el precio se llega a incrementar en S/. 305.90, más que un concreto convencional. No obstante, estos resultados solo nos permiten verificar que económicamente el precio del concreto va en aumento, pero no nos permiten comparar concretamente si se está consiguiendo un ahorro económico, debido a que las resistencias conseguidas son mayores entonces la proporción de material a comparar debería ser de un concreto de mayor resistencia, no obstante, nos permite conocer el costo económico que demandaría adicionar fibras de acero al concreto convencional en la ciudad de Chota.

## 4.2. Discusión de resultados

### 4.2.1. Propiedades físico – mecánicas de los agregados

Se han analizado las propiedades físico – mecánicas de los agregados de la cantera Conchán (AF) y la cantera Cangana (AG), con el objetivo de verificar si estas cumplen con las especificaciones técnicas de la norma NTP 400.037, llegando a deducir que el agregado fino cumple con los estándares de calidad dispuestos en la normativa peruana para su uso en la elaboración de concretos normales, mientras que el agregado grueso cumple parcialmente estas características, es decir algunas de sus propiedades no se encuentran dentro del rango de estandarización, sin embargo, su uso está limitado a los resultados obtenidos en los ensayos mecánicos en el concreto, en otras palabras si en los ensayos al concreto elaborado con este agregado, alcanza la resistencia estándar, este puede ser utilizado en obra.

**Tabla 39.**

### ***Propiedades físico – mecánicas de los agregados de la cantera Conchán y Cangana, Chota***

Propiedades físico – mecánicas	NTP 400.037		Presente estudio	
	AF	AG	AF	AG
Humedad (%)			0.98	0.59
Absorción (%)	0.20 a 3.50	0.20 a 3.50	1.25	1.06
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	2300 a 2900	2300 a 2900	2658	2616.13
Módulo de fineza	2.3<MF<3.1	6<MF<9	2.145	7.432
TMN				1”
Peso unitario suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1400 a 1600	1500 a 1600	1422.92	1334.46
Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1500 a 1700	1600 a 1900	1543.35	1450.05
Partículas menores al tamiz #200	Máx. 5	Máx. 1%	4.55	0.88
Abrasión		Máx. 50%		26.08

Tabla 40.

*Propiedades físico – mecánicas de los agregados de otras canteras de agregado fino y grueso del Perú*

Propiedades físico – mecánicas	Autores												
	NTP 400.037 (MVCS, 2020)	Nacionales						Regionales					
		Farfán et al. (2016)		Sotil y Zegarra (2015)		Uribe (2017)		Ortiz (2015)		Vásquez (2015)			
		AF	AG	AF	AG	AF	AG	AF	AG	AF	AG		
<b>Humedad (%)</b>			1.26	2.86	1.08	0.17	1.20	0.75	4.61	1.47	4.97	0.66	
<b>Absorción (%)</b>	0.20 a 3.50	0.20 a 3.50	0.4	6.5	0.85	0.61	1.14	0.80			1.15	0.99	
<b>Peso específico (kg/m<sup>3</sup>)</b>	2300 a 2900	2300 a 2900	2700	2680	2663	2654	2681	2754	2610	2540	2560	2640	
<b>Módulo de fineza</b>	2.3<MF<3.1	6<MF<9			2.69		3.10		3.24	6.89	3.45	6.85	
<b>TMN</b>						¾"		¾"					
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1400 a 1600	1500 a 1600					1517	1426	1632	1551.10	1632.47	1460.03	
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>	1500 a 1700	1600 a 1900					1796	1549	1764	1668.20	1715.92	1558.37	
<b>Partículas menores al tamiz #200</b>	Máx. 5	Máx. 1%							3.67		4.89	1.82	
<b>Abrasión</b>										34.55		31.80	

Al comparar los datos de los pruebas de laboratorio al agregado fino de la cantera Conchán, con los resultados de otros investigadores, podemos determinar que el agregado fino analizado por Uribe (2017), Ortiz (2015) y Vásquez (2015) supera al módulo de finura normado en la NTP 400.037 ( $2.3 < MF < 3.1$ ), en cambio la arena de la cantera “Conchán”, tiene un módulo de finura inferior en 0.155, al solicitado por la normatividad; si bien se considera que la arena gruesa influirá positivamente en la resistencia del concreto, y por ello, se recomienda su uso en grandes construcciones, esta al sobrepasar el límite normado ocasionara cambios en las características físicas del concreto como trabajabilidad y cantidad de vacíos, disminuyendo el primero y aumentando el segundo; la arena más fina generalmente se usa para soportar cargas livianas, pero considerando que la arena de la cantera “Conchán” cumple con todos los demás requisitos normativos, situación contraria al agregado fino analizado por otros autores (Uribe, 2017, Ortiz, 2015 y Vásquez, 2015), su uso puede ser aceptado según los resultados de la resistencia del concreto.

Al comparar los datos de los estudios de laboratorio del agregado grueso de la cantera Cangana, con los resultados de otros investigadores, se determina que el AG analizado por Ortiz (2015) presenta mejores características de peso unitario suelto y compactado que la piedra chancada de la cantera Cangana, sin embargo, este material tiene mejores características que el agregado analizado por Vásquez (2015), y similares resultados con otros investigadores (Fanfan et al., 2016, Sotil y Zegarra, 2015, Uribe, 2017). Los agregados estudiados por distintos autores Tabla 40, no llegan a cumplir en su totalidad con los estándares normativos, sino parcialmente, tal como el

agregado grueso de la cantera Conchán, y aun así son utilizados en la elaboración de concreto demostrando que si pueden alcanzar las resistencias de diseño.

#### **4.2.2. Diseño de mezcla del CFR**

Se ha realizado el diseño de mezcla para un concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, con una relación A/C= 0.558, obteniendo las siguientes cantidades de materiales en kg/m<sup>3</sup>:

**Tabla 41.**

***Cantidad de materiales en kg para un metro cubico de concreto con fibras de acero, Chota***

	<b>Cemento (kg)</b>	<b>A.G. (kg)</b>	<b>A.F. (kg)</b>	<b>Agua (lts)</b>	<b>Fibra de acero (kg)</b>
Diseño Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	345.63	1072.77	729.59	198.31	0
Diseño - 30 kg/m <sup>3</sup>	345.63	1066.71	725.47	198.28	30
Diseño - 40 kg/m <sup>3</sup>	345.63	1064.69	724.09	198.27	40
Diseño - 50 kg/m <sup>3</sup>	345.63	1062.67	722.72	198.26	50

La cantidad de cemento se mantiene aún adicionando fibras de acero en la mezcla de concreto, mientras que las cantidades de agregados fino y grueso, disminuyen según la cantidad de adición, tal como en otras investigaciones.

**Tabla 42.**

***Investigaciones de las cantidades de materiales en kg para un metro cubico de concreto con fibras de acero***

<b>Proporción para 1 m3 de concreto</b>	<b>Farfán et al. (2019)</b>	<b>Sotil y Zegarra (2015)</b>	<b>Uribe (2017)</b>			
Relación a/c	0.65		0.45	0.45	0.45	0.45
Diseño f'c (kg/cm2)	210.00	210.00	285.00	285.00	285.00	285.00
Cemento (kg)	363.18	396.90	439.00	438.00	437.30	437.80
Agregado grueso (kg)	801.66	882.60	790.20	788.80	787.20	788.10
Agregado fino (kg)	940.64	877.50	965.80	954.10	962.10	963.20
Agua (lts)	236.09	214.70	197.50	197.30	196.80	197.10
Fibras de acero (kg/m3)	(G2) Sika® Fiber (G3) Winrand FF3	FF3 – 20 kg FF4 – 25 kg	0 kg de Winrand® FF1	20 kg	25 kg	35 kg

En el estudio actual para un diseño  $f'c = 210$  kg/cm se requiere menor cantidad de cemento en comparación con otras investigaciones (Farfán et al., 2019, Sotil y Zegarra, 2015, Uribe, 2017), pero necesita mayor cantidad de agregado grueso, que las proporciones diseñadas por los mismos autores, todo lo contrario, sucede con el agregado fino, que se necesita en menor cantidad que el concreto fibroreforzado por otros estudios. El agua efectiva necesaria para el diseño  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> del concreto fibroreforzado analizado en el presente estudio, es similar al agua necesaria para un concreto  $f'c = 250$  kg/cm<sup>2</sup> (Uribe, 2017). Esta diferencia entre la cantidad de materiales de diseños  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> realizados por diferentes autores, es debido a que presentan distintas características físico – mecánicas de los agregados, además de que

algunos autores solo adicionan las fibras de acero y no realizan una corrección de volumen de la proporción adicionada (Farfán et al., 2019, Sotil y Zegarra, 2015), mientras que otros autores, como Uribe (2017), realiza el mismo cálculo de estimación desarrollado en la presente investigación, por tanto, la cantidad de materiales varía según la cantidad de fibras de acero adicionadas, con la única diferencia que en el estudio de Uribe (2017) también disminuye la cantidad de cemento y en la investigación actual, los Kg de cemento se mantienen a pesar de la variación en la cantidad de fibras de acero.

#### **4.2.3. Propiedades físico – mecánicas del CFR**

Se han evaluado las propiedades físico – mecánicas del concreto adicionando fibras de acero en cantidades de 0 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 43.**

#### **Propiedades físicas del CFR, Chota**

Diseño	Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Asentamiento (pulg)	Temperatura (°C)	C. De Aire	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )
D. Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	0	2.90	23.80	1.30%	2.35
D1 - 30 kg/m <sup>3</sup>	30	2.50	23.60	1.25%	2.34
D2 - 40 kg/m <sup>3</sup>	40	2.30	23.53	1.20%	2.34
D3 - 50 kg/m <sup>3</sup>	50	2.10	23.40	1.16%	2.33

Al adicionar fibras de acero (kg/m<sup>3</sup>) en el concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, la mezcla va disminuyendo su asentamiento, tal como en otras investigaciones (Farfán et al., 2019, Sotil y Zegarra, 2015, Ortiz, 2015, Vásquez, 2015, Valencia y Quintana, 2016) esto representa una disminución en la trabajabilidad y manejabilidad del

concreto fibroreforzado, ocasionando la pérdida de homogeneidad del concreto por exudación o segregación al mezclar, transportar, colocar, compactar y terminar el concreto en la obra.

La temperatura en el concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, disminuye según la cantidad de adición de fibras de acero (kg/m<sup>3</sup>), en cambio en otras investigaciones, como la de Sotil y Zegarra (2015), la temperatura va en aumento, difiriendo los resultados encontrados en el presente estudio, esta condición se debe a la diferencia de características de las fibras de acero utilizadas pues son de distintas marcas, no obstante, es preferible generar una disminución de temperatura, que se acerque a la temperatura ideal de 15 °C o que al menos se mantenga alejada de la temperatura máxima 30 °C (Sotil y Zegarra, 2015), por tanto, los resultados de la actual investigación son más favorables que otros análisis realizados por investigadores internacionales, nacionales y regionales respecto a la adición de fibras de acero en el concreto.

El contenido de aire (%) en el concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, presenta una ligera disminución según la adición de fibras de acero, por cada aumento de 10 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, el contenido de aire disminuye en 0.5%; esta condición se replica en otras investigaciones (Sotil y Zegarra, 2015), donde el contenido de aire disminuye en 0.2% por cada aumento de 5 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, por tanto, podemos mencionar que sin importar el tipo de fibra utilizada (Para el estudio Fibra de acero Sika® Fiber Cho y para el antecedente FF3 y FF4) los porcentajes de disminución del contenido de aire (%) son equivalentes, esto garantiza la mejora de las propiedades mecánicas del concreto.

**Tabla 44.**

***Propiedades físicas del concreto con fibras de acero estudiado por investigadores internacionales, nacionales y regionales***

<b>Autores</b>	<b>Propiedades en estado no endurecido</b>	<b>Asentamiento (pulg)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Contenido de aire (%)</b>
<b>Farfán et al. (2019)</b>	G1 (sin fibra)	3.5		
	G2 – 25 kg/m <sup>3</sup>	2.5		
	G3 – 30 kg/m <sup>3</sup>	2.23		
<b>Sotil y Zegarra (2015)</b>	Sin fibras	5.5	27.00	1.1
	FF3 – 20 kg/m <sup>3</sup>	4.5	27.30	0.9
	FF4 – 20 kg/m <sup>3</sup>	4.5	27.10	0.8
	FF3 – 25 kg/m <sup>3</sup>	4.0	27.20	1.0
	FF4 – 25 kg/m <sup>3</sup>	4.5	27.50	0.9
<b>Ortiz (2015)</b>	Sin fibras	3.82		
	30 kg/m <sup>3</sup>	3.46		
	50 kg/m <sup>3</sup>	3.11		
	70 kg/m <sup>3</sup>	2.48		
<b>Vásquez (2015)</b>	Sin fibra	8.72		
	C° más Sikament	10.03		
	20 kg/m <sup>3</sup>	8.43		
	30 kg/m <sup>3</sup>	7.62		
	40 kg/m <sup>3</sup>	6.83		
<b>Valencia y Quintana (2016)</b>	Sin fibras	3.30		
	Con 12%	2.70		
	Con 14%	2.80		

**Tabla 45.**

***Resistencia a la compresión del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota***

<b>Diseño</b>	<b>Fibras de acero (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</b>		
		<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
D. Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	0	155.92	183.51	212.55
D1 - 30 kg/m <sup>3</sup>	30	167.22	189.22	231.24
D2 - 40 kg/m <sup>3</sup>	40	171.87	196.38	248.08
D3 - 50 kg/m <sup>3</sup>	50	187.69	222.74	268.20

**Tabla 46.****Resistencia a la flexión del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota**

Diseño	Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
		7 días	14 días	28 días
D. Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	0	46.93	49.04	54.68
D1 - 30 kg/m <sup>3</sup>	30	52.26	53.33	57.34
D2 - 40 kg/m <sup>3</sup>	40	54.07	56.63	58.12
D3 - 50 kg/m <sup>3</sup>	50	56.41	57.99	60.16

**Tabla 47.****Resistencia a la tracción del CFR a los 7, 14 y 28 días, Chota**

Diseño	Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a la tracción (kg/cm <sup>2</sup> )		
		7 días	14 días	28 días
D. Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	0	21.07	27.24	29.91
D1 - 30 kg/m <sup>3</sup>	30	25.11	29.10	30.70
D2 - 40 kg/m <sup>3</sup>	40	28.63	31.89	33.17
D3 - 50 kg/m <sup>3</sup>	50	31.45	34.54	36.06

El concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, presenta un incremento de la resistencia a la compresión, flexión y tracción, según se aumenta la cantidad de adición de fibras de acero, tal como sucede en otros estudios (Farfán et al., 2019, Sotil y Zegarra, 2015, Uribe, 2017, Cusquiván y Sáenz, 2016, Ortiz, 2015, Vásquez, 2015). El incremento de las propiedades mecánicas garantiza la resistencia del concreto en estructuras principales. Además, puede remplazar a diseños de concreto mayores al  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (Vásquez, 2015).

**Tabla 48.**

***Propiedades mecánicas del concreto con fibras de acero estudiado por investigadores internacionales, nacionales y regionales***

Autores	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )		
		Compresión	Flexión	Tracción
<b>Farfán et al. (2019)</b>	G1 (sin fibra)	210.00		
	G2 (25 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero)	212.39		
	G3 (30 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero)	193.24		
<b>Sotil y Zegarra (2015)</b>	Sin fibra	283.22	37.22	
	FF3 – 20 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	293.75	43.44	
	FF3 – 25 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	320.79	47.62	
	FF4 – 20 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	284.45	44.87	
	FF4 – 25 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	294.20	56.80	
<b>Uribe (2017)</b>	Sin fibra	369	47.50	39
	FF1 – 20 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	350	55.00	42
	FF1 – 25 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	381	60.00	46.50
	FF1 – 35 kg/m <sup>3</sup> fibra de acero	412	69.00	51.50
<b>Cusquiván y Sáenz (2016)</b>	Sin fibra		34.97	
	Sika Fiber – 0.8% de fibras		37.78	
	Sika Fiber – 1.0% de fibras		39.88	
	Sika Fiber – 1.2% de fibras		37.89	
<b>Ortiz (2015)</b>	Sin fibra	279.21	41.40	
	30 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	293.17	61.11	
	50 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	295.96	77.78	
	70 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	316.90	90.28	
<b>Vásquez (2015)</b>	Sin fibra	464.50	47.40	31.51
	C° más Sikament	629.02	65.04	40.96
	20 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	624.19	74.52	48.52
	30 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	629.36	85.56	52.19
	40 kg/m <sup>3</sup> de fibra de acero	622.57	81.31	51.50
<b>Valencia y Quintana (2016)</b>	C° sin adición de fibra de acero	266.37		
	Con 12% de fibra de acero	288.99		
	Con 14% de fibra de acero	302.74		

**Tabla 49.**

***Resumen de las propiedades físicas y mecánicas del concreto fibroreforzado, Chota***

Diseño	En estado no endurecido				Resistencia a los 28 días		
	Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Asentamiento (pulg)	C. De Aire (%)	Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
D. Patrón - 0 kg/m <sup>3</sup>	0	2.90	1.30	2.35	212.55	54.68	29.91
D1 - 30 kg/m <sup>3</sup>	30	2.50	1.25	2.34	231.24	57.34	30.70
D2 - 40 kg/m <sup>3</sup>	40	2.30	1.20	2.34	248.08	58.12	33.17
D3 - 50 kg/m <sup>3</sup>	50	2.10	1.16	2.33	268.20	60.16	36.06

#### 4.2.4. Comparación técnica – económica

Para la comparación técnica – económica se han considerado cantidades de adición de fibras de acero de 0 kg/m<sup>3</sup>, 30 kg/m<sup>3</sup>, 33.5 kg/m<sup>3</sup>, 35 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup>. Las resistencias a la compresión, flexión y tracción para concretos con cantidades de fibras de acero que no se hayan realizado ensayos, han sido estimados mediante las ecuaciones cuadráticas calculadas en el Gráfico 49, para especímenes de 28 días de edad. Además, la estimación del costo de materiales para concretos con cantidades de fibras de acero que no hayan sido determinados en la Tabla 38, han sido estimados mediante la ecuación lineal del Gráfico 55.

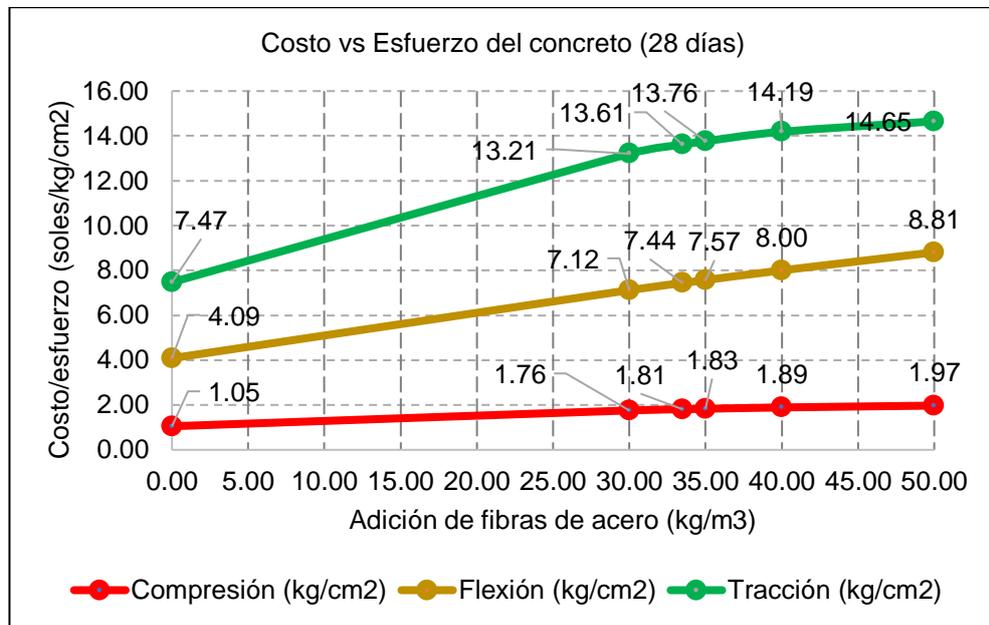
**Tabla 50.**

#### ***Estimación de costos y esfuerzos a los 28 días, del CFR***

Fibras de acero (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencias			Costo de los materiales (S./) por unidad cúbica de concreto
	Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	
0.00	212.51	54.70	29.90	223.53
30.00	231.56	57.14	30.81	406.88
33.50	236.60	57.58	31.47	428.27
35.00	238.95	57.77	31.78	437.44
40.00	247.55	58.47	32.99	468.00
50.00	268.36	60.07	36.11	529.12

**Gráfico 53.**

**Costo vs esfuerzo a la compresión, flexión y tracción de los diferentes tipos de concreto analizados**



Según el Gráfico 53, el costo del concreto aumenta según el incremento de la adición de fibras de acero (kg/m<sup>3</sup>), así mismo también aumenta la resistencia a la compresión, flexión y tracción, pero este incremento no justifica el gasto realizado, considerando que el concreto convencional (0 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero) presenta un menor valor costo/esfuerzo que los concretos fibroreforzados. Ante tales resultados, es necesario aseverar que la incorporación de fibras de acero para estructuras menores que soliciten resistencias mínimas no es necesario, ni recomendable económicamente, pero para estructuras que requieren mayores resistencias como pavimentos rígidos (Sotil y Zegarra, 2015), se presenta como una opción rentable (Vásquez, 2015), por tanto, el promedio óptimo ensayado de adición de fibras de acero es 30 kg/m<sup>3</sup>

#### 4.2.5. Propuesta de diseño de pavimento rígido con concreto fibroreforzado

La avenida en estudio es MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA.

En donde la fecha del estudio de tráfico es: 18/01/2021 al 24/01/2021 de los cuales

se ha obtenido los siguientes datos:

**Figura 39.**

#### Conteo Vehicular

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	
	CAMIONETAS	Pick Up	145	183	204	199	194	226	269	1,420
		Panel	78	58	52	82	97	97	114	578
		Rural Combi	166	185	155	213	160	232	289	1,400
	Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	10	19	26	26	15	10	13	119
		>=3 E	51	35	22	44	25	10	6	193
	CAMIÓN	2 E	38	32	23	45	31	60	36	265
		3 E	37	22	22	38	15	26	15	175
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44
		2S1/2S2	3	2	-	-	-	-	1	6
	SEMI TRAYLER	2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	-	35
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>TOTAL</b>		<b>725</b>	<b>775</b>	<b>677</b>	<b>834</b>	<b>676</b>	<b>836</b>	<b>955</b>	<b>5,478</b>

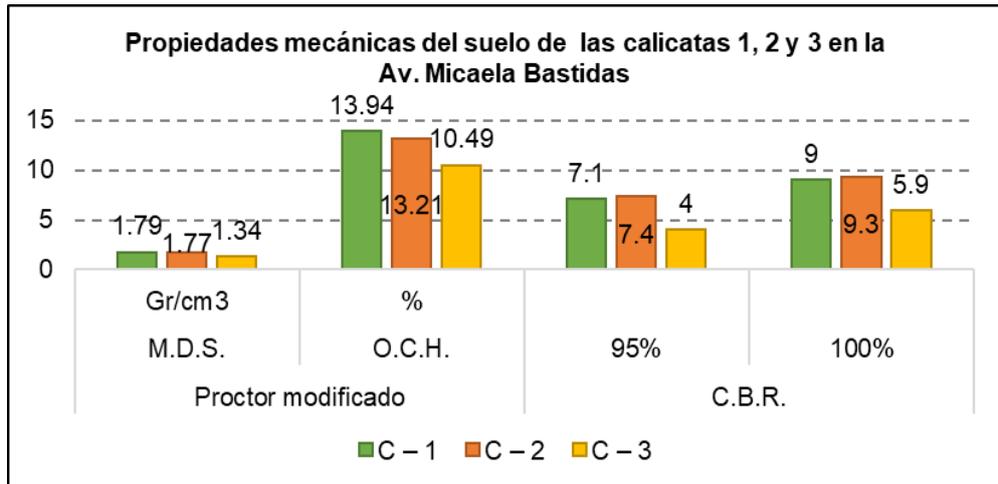
**Figura 40.**

#### Cálculo de ESSAL

Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE día carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE	
Vehículos ligeros	Auto	135	0.0009	1.00	0.12	0.5	1.00	0.0600	21.1305	462.76	
	Station	39	0.0009	1.00	0.03	0.5	1.00	0.0150	21.1305	115.69	
	Camionetas	Pick Up	208	0.0009	1.00	0.18	0.5	1.00	0.0900	21.1305	694.14
		Panel	85	0.0009	1.00	0.07	0.5	1.00	0.0350	21.1305	269.94
		Rural Combi	205	0.0009	1.00	0.18	0.5	1.00	0.0900	21.1305	694.14
	Micro	9	0.0009	1.00	0.01	0.5	1.00	0.0050	21.1305	38.56	
Vehículos pesados	Bus	2 E	19	3.5290	1.00	67.05	0.5	1.00	33.5250	22.6596	277276.68
		>=3 E	31	3.0709	1.00	95.2	0.5	1.00	47.6000	22.6596	393687.40
	Camión	2 E	42	3.5290	1.00	148.22	0.5	1.00	74.1100	22.6596	612944.81
		3 E	28	3.4064	1.00	95.38	0.5	1.00	47.6900	22.6596	394431.76
		4 E	7	4.9582	1.00	34.71	0.5	1.00	17.3550	22.6596	143538.76
	Semi trailer	2S1/2S2	1	5.7851	1.00	5.79	0.5	1.00	2.8950	22.6596	23943.80
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>= 3S3	6	5.6625	1.00	33.97	0.5	1.00	16.9850	22.6596	140478.58
	Trayler	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
	<b>IMDA</b>		<b>815</b>							<b>TP6</b>	<b>1988577.02</b>
					<b>TOTAL</b>						

**Figura 41.**

**Propiedades mecánicas del suelo en la Av. Micaela Bastidas**

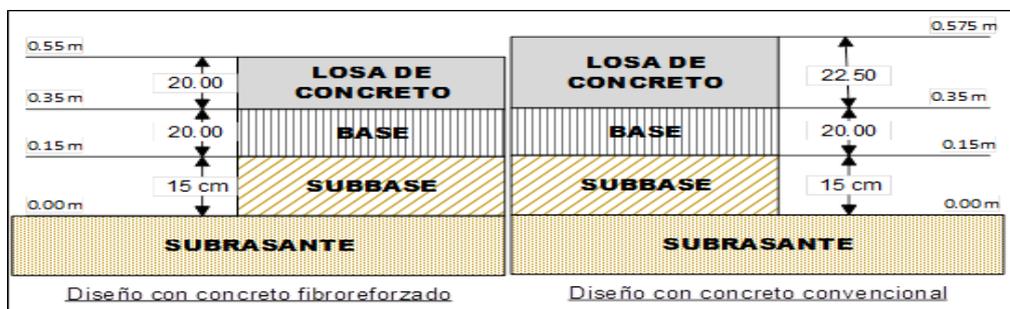


Nota: (Irigoín, 2020)

La propiedad mecánica del suelo que se utiliza para el diseño del pavimento rígido es el valor CBR, en el mismo que la calicata 3, presenta los valores más bajos con 4.0% al 95% y 5.9% al 100%, clasificando como una subrasante que oscila de insuficiente a regular, siendo estas las condiciones más críticas para el diseño del pavimento rígido. (Irigoín, 2020)

**Figura 42.**

**Comparación de diseño propuesto y diseño de Irigoín (2020).**



Como propuesta de aplicación se ha planteado el diseño del pavimento rígido de la Av. Micaela Bastidas, utilizando como base los resultados de mecánica de suelos dados en la investigación de Irigoín (2020) y utilizando para la losa concreto fibroreforzado con 30kg/cm3 de acero.

El estudio de tráfico se realizó del 18 de enero del 2021 al 24 de enero del 2021, determinando que el día con mayor tránsito vehicular es el día domingo con un número de 995 vehículos, los cuales forman un valor ESSAL de 1988577.01

Se puede apreciar también en la figura 42 que al comparar con el diseño fibroreforzado  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y el diseño de Irigoín (2020), se verifica que la dimensión es menor en 2.50 cm.

Irigoín (2020) determinó que las causas principales del deterioro prematuro del pavimento rígido en la Av. Micaela Bastidas eran la mala calidad de los materiales utilizados durante la construcción, la baja capacidad portante del suelo y el incremento del tráfico vehicular en la avenida cuando fue cerrada la Av. Perú, por tanto, estimó que el pavimento rígido no debería haber tenido un espesor de losa de 20 cm sino de 22.50 cm o hasta 25 cm, no obstante, al realizar el diseño del pavimento de la misma avenida en la presente investigación, con concreto fibroreforzado se determinó que el espesor de losa sería de 20 cm y lograría solventar las solicitaciones de la carga vehicular, por tanto el uso de concreto fibroreforzado en la Av. Micaela Bastidas garantiza una mejor efectividad del pavimento en el control de fisuras, y una mayor resistencia estructural.

## CAPÍTULO V.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

La investigación “Evaluación del concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana, Chota” tuvo como conclusiones:

- 1) Las fibras SikaFiber® Cho 65/35 NB tienen forma de alambre, su dosificación recomendada oscila de 15 a 50 kg/m<sup>3</sup>, presenta un peso determinado de 7812.50 kg/m<sup>3</sup> y resistencia a la tensión de 1300 Mpa
- 2) El agregado fino cumple con el huso granulométrico, pero el agregado grueso se encuentra fuera del rango que estipula la NTP, a pesar de ello, según el examen de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados estos son apropiados para ser establecidos en la elaboración de concreto.
- 3) El uso de fibras de acero genera una disminución en la temperatura, contenido de aire y densidad de las mezclas de concreto fibroreforzado, siendo positivo para el concreto, pero, la utilización de fibras de acero también reduce la trabajabilidad y manejabilidad de la mezcla, en 13.79%, 20.69% y 27.59% respecto al concreto convencional (2.90 pulg) al incorporar 30 kg/m<sup>3</sup> 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.
- 4) La resistencia a la compresión del concreto fibroreforzado se incrementa en 8.80%, 16.72% y 26.19% respecto al concreto convencional (212.55 kg/cm<sup>2</sup>) para las cantidades de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.

- 5) La resistencia a la flexión del concreto fibroreforzado se incrementa en 4.88%, 6.30% y 10.87% respecto al concreto convencional (54.68 kg/cm<sup>2</sup>) para las cantidades de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.
- 6) La resistencia a la tracción del concreto fibroreforzado se incrementa en 2.63%, 10.87% y 20.53% respecto al concreto convencional (29.91 kg/cm<sup>2</sup>) para las cantidades de 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero.
- 7) Para un concreto con 30 kg/m<sup>3</sup>, 40 kg/m<sup>3</sup> y 50 kg/m<sup>3</sup> de fibras de acero, el costo de los materiales por metro cúbico se incrementa en 82.04%, 109.36% y 136.71% respecto al costo del concreto convencional (S/. 223.52).
- 8) Según el análisis de costo/esfuerzo, la dosificación óptima de adición de fibras de acero para el concreto elaborado con agregados de la ciudad de Chota, es 30 kg/m<sup>3</sup>, porque admite que los materiales se adhieran más en el desarrollo de la resistencia a la compresión, flexión y tracción, además de mantener un costo intermedio del concreto.
- 9) Las fibras de acero favorecen las resistencias a la compresión, tracción y flexión, mejorando sus características físicas y mecánicas del concreto a mayor cantidad de fibras de acero adicionadas.

## 5.2. Recomendaciones

- 1) Se recomienda realizar los ensayos un mínimo de tres veces para poder verificar que los datos obtenidos sean correctos, mediante la estimación del coeficiente de variación (CV), y así obtener un promedio confiable de los resultados parciales.
- 2) Cuando se realiza el secado las muestras para determinar el contenido de humedad de los agregados, es recomendable evitar que haya pérdida de material por calcinación, para ello debemos controlar la temperatura y el que tiempo pasará el material dentro de la estufa, que por lo general es un lapso de 18 a 24 horas cronológicas.
- 3) Cuando se procede a establecer el peso unitario del agregado fino saturado con superficie seca (sss), y se realice la prueba del cono, asegurarse de que el material esté en la condición especificada.
- 4) Es importante conocer qué tipo de fibra se empleará para cada proyecto, debido a que a pesar de utilizar fibras de un mismo tipo (fibras de acero) las diferentes marcas que existen de las mismas generan variación en los resultados aun cuando se utilicen las mismas dosificaciones.
- 5) Se recomienda realizar investigaciones futuras comparando técnica y económicamente un concreto  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  sin adición de fibras con un concreto de diseño  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  adicionando  $50 \text{ kg/m}^3$  de fibras de acero, debido a que con dicha cantidad de adición se obtienen resistencias estructurales mayores a las solicitadas, llegando hasta una resistencia a la compresión de  $268.20 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.

## CAPÍTULO VI.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2017). *Tecnología del Concreto (Teoría y problemas)*. San Marcos.
- ASTM A 820. (2017). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber-Reinforced Concrete*.
- ASTM C191. (2017). *Método de ensayo. Determinación del tiempo de fraguado del cemento hidráulico usando la aguja de Vicat*.
- Asociación de Productores de Cemento. (2019). *Indicadores internacionales del cemento*. ASOCEM, Lima, Perú.
- Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. Editorial Shalom.
- Blanco, A. (2008). *Durabilidad del hormigón con fibras de acero*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa: Guía práctica*. 1ª ed. Barcelona: CEAC.
- Carrilo J Aperador, W. y Gonzáles G. (2013). Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. *Ingeniería Investigación y tecnología*, 435(450).
- Cusquisiván, M.E. y Sáenz, J.P. (2016). *Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- El Peruano. (2018, 22 de septiembre). *S/ 125 millones para obras de saneamiento en Cajamarca*. El Peruano.
- Farfán, M., Pinedo, D.I., Araujo, J. y Orbegoso, J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Gaceta Técnica*, 20(2), 4-13.

- INACAL. (2019). *NTP 334.009. Cementos. Cementos Portland. Requisitos*, 1a ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2019). *NTP 334.002. Cementos. Determinación de la finura del cemento Portland expresada por la superficie específica usando el aparato de permeabilidad al aire*, 5a Ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2018). *NTP 334.064. Cementos. Método de ensayo para determinar el calor de hidratación del cemento Portland. Método por disolución*, 4a Ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2015). *NTP 339.034. Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*, 4ª Ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2019). *NTP 339.047. Concreto. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2017). *NTP 339.078. Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*, 3ª ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2017). *NTP 339.084. Concreto. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica*. Lima, Perú.
- INACAL. (2019). *NTP 339.088. Concreto. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Pórtland. Requisitos*. 3ª Ed. Lima, Perú.
- INACAL. (2019). *NTP 339.047. Concreto. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados*, 3ª Ed. Lima Perú.
- INACAL. (2020). *NTP 400.011. Agregados. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y concretos*. Lima, Perú.

- INACAL. (2018). *NTP 400.012. Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2020). *NTP 400.017.2011 Agregados. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso unitario") y los vacíos en los agregados, 3 Ed.* Lima, Perú.
- INACAL. (2020). *NTP 400.021.2013 Agregados. Método de ensayo para determinar las partículas livianas en los agregados.* Lima, Perú.
- INACAL. (2018). *NTP 400.037.2002 Agregados. Agregados para concreto. Requisitos, 4ª Ed.* Lima, Perú.
- Irigoin, I. (2020). *Evaluación del deterioro prematuro del pavimento rígido de la av. Micaela Bastidas, Chota, 2019.* [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Marmol, P.C. (2010). *Hormigones con fibras de acero - Características mecánicas.* [Tesis de posgrado. Universidad Politécnica de Madrid].
- Loayza, P. (2014). *Efecto de la ceniza de cascara de arroz sobre la resistencia a la compresión del concreto normal.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Melero, P. (2018). *Aplicación del hormigón con fibras a torres eólicas. Estado del arte y marco normativo.* [Tesis de maestría. Universidad de Cantabria].
- Melo, T., Chagas, G., y Toledo, R. (2016). Fresh and hardened-state properties of self-compacting lightweight concrete reinforced with steel fibers. *Construction and Building Materials*, 104(1), 284-292
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). *PDU Plan de desarrollo urbano – Chota.* Chota, Cajamarca.
- Neville, A. (1999). *Tecnología del concreto.* México: Soledad Moliné Venanzi.
- Neville, A.M. y Brooks, J.J. (1998). *Tecnología del Concreto.* Editorial Trillas. México D.F.

- Ñaupas, Y. y Sosa, M. (2019). *Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en Los Olivos, Lima – Perú*. [Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres].
- Orbe, A., Rojí, E., Cuadrado, J. y Losada, R. (2015). Estudio para la optimización de la composición de un HACFRA (hormigón autocompactante reforzado con fibras de acero) estructural. *Informes de la construcción*, 537(1).
- Ortiz, S.L. 2015. *Determinación de la influencia de la fibra de acero en el esfuerzo a flexión del concreto para un "f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>"*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Pasquel, E. (2011). *Tópicos de Tecnología del concreto en el Perú*. Colegio de Ingenieros del Perú.
- Quiroz, M.V. y Salamanca, L.E. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje en la asignatura de "tecnología del hormigón"*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Simón – Bolivia].
- Ramos, H. (2012). *Aplicación de Fibras Estructurales a los Pilotes tipo CPI 8*. [Tesis de postgrado, Universidad Politécnica de Catalunya].
- Rivva, E. (2007). *Diseño de Mezclas*. Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Sotil, A.J. y Zegarra, J.E. (2015). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® FF3 y concreto reforzado con fibras de acero wirand® FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
- Tarazona, J.L. (2002). *Estudio del comportamiento del concreto de mediana a alta resistencia, con la incorporación de fibras de acero y cemento portland tipo I andino*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ingeniería].

- Uribe, W. (2017). *Influencia de las fibras de acero Wirand®FF1, en las características físicas y mecánicas del concreto f'c 28 Mpa, en el distrito de Lima, 2017*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
- Vásquez, I. (2015). *Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup> de la Universidad Nacional de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca].
- Valencia, P. y Quintana, C. (2016). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia].

## CAPÍTULO VII. ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

**Estudiante:** Cleider Vásquez Oblitas

**Título del Proyecto:** Evaluación del concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana, Chota.

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnicas e instrumentos
¿Cuáles son los resultados de la evaluación del concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana, Chota?	<b>Objetivo General</b> Evaluar el concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana a fin de mejorar sus propiedades físico – mecánicas del concreto.	H1: El concreto adicionando fibras de acero con agregado fino de la cantera Conchán y piedra chancada de la cantera la Cangana, mejorará sus propiedades físico - mecánicas del concreto.	<b>Técnicas</b> Ensayos en agregados Experimentación Comparación
	<b>Objetivos Específicos</b> Analizar las propiedades físico - mecánicas de los agregados para los diferentes diseños de mezcla de concreto.  Realizar ensayos de control de calidad del diseño de mezcla del concreto según parámetros establecidos en la NTP a fin de obtener una proporción óptima de fibras de acero para un concreto con mejores propiedades físico - mecánicas.  Evaluar las propiedades físico – mecánico del concreto adicionando fibras de acero de 30 kg/m <sup>3</sup> , 40 kg/m <sup>3</sup> y 50 kg/m <sup>3</sup> , con el fin de comparar con un concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .  Comparar técnica y económicamente el concreto adicionado fibras de acero y el concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> , a fin de conocer los parámetros de variación.		<b>Instrumentos</b> Formatos de ensayos en agregados Formatos de ensayos en concreto Hoja de comparación

*Anexo 2. Panel fotográfico*

**Fotografía 1. Obtención de coordenadas de cantera de agregado fino.**



**Fotografía 2. Obtención de coordenadas de cantera de agregado grueso.**



**Fotografía 3. Cuarteo de agregado grueso.**



**Fotografía 4. Cuarteo de agregado fino.**



**Fotografía 5. Granulometría de agregado grueso.**



**Fotografía 6. Granulometría de agregado fino.**



**Fotografía 7. Ensayo de peso específico del agregado fino.**



**Fotografía 8. Ensayo de porcentaje que pasa el tamiz N° 200.**



**Fotografía 9. Elaboración de la mezcla de concreto**



**Fotografía 10. Adición de fibras de acero a la mezcla**



**Fotografía 11. Prueba de asentamiento en la mezcla de concreto**



**Fotografía 12. Ensayo de contenido de aire en el concrete**



**Fotografía 13. Especímenes cilíndricos y prismáticos de concreto**



**Fotografía 14. Curado de los especímenes de concreto**



Fotografía 15. Ensayo de resistencia a la compresión



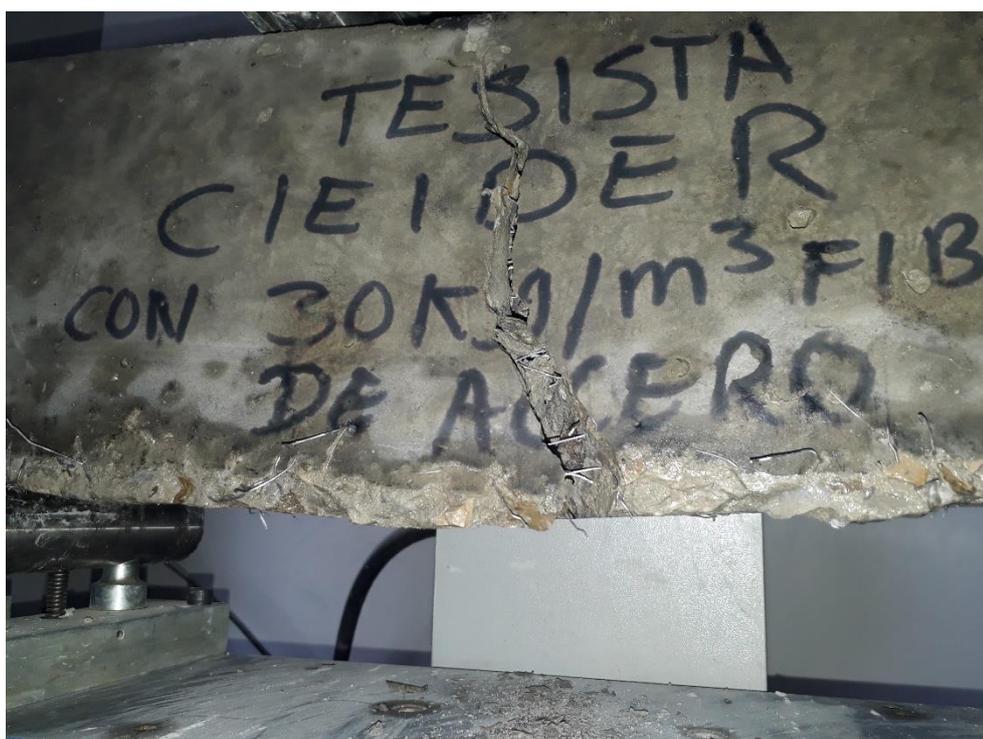
Fotografía 16. Especímenes después del ensayo a compresión



Fotografía 17. Ensayo de resistencia a la flexión



Fotografía 18. Especímenes después del ensayo a flexión



Fotografía 19. Ensayo de resistencia a la tracción



Fotografía 20. Especímenes después del ensayo a tracción



**Fotografía 21. Registro de datos de trafico**



**Fotografía 22. Registro de datos de trafico de Av. Micaela Bastidas**



Ficha técnica 1. Fibra de acero

# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## SikaFiber® CHO 65/35 NB

FIBRA DE ACERO PEGADAS PARA REFUERZO DEL CONCRETO NORMAL Y CONCRETO PROYECTADO

### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto tradicional y concreto proyectado (shotcrete) especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 65/35 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

### USOS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones y especialmente concreto proyectado (shotcrete) reduciendo tiempo y costos asociados al tradicional reforzamiento con mallas de acero; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto. En concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (trafico alto, medio y ligero) en losas y ciementos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puentes, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 65 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

### CERTIFICADOS / NORMAS

Sika® Fiber CHO 65/35 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono, EN 14889-1

 <b>1020</b>
<b>HIC Corporation</b> 260-3, Jaingjae-ro, Hallin-myeon, Gimhae-si Gyeongsangnam, -do, <b>Kore</b> 11 th West, Side Road, Nan-Pu Development Area Tang Shan City, <b>China</b>
<b>13</b> <b>1020-CPR-010023618</b>
<b>EN 14889-1</b> Fibras de acero para uso estructural en hormigones (concreto), mortero y pastas.  Grupo 1: Alambre estirado en frio  Longitud: 35 mm  Diámetro: 0.64 mm  Forma: Deformado  Resistencia a la tracción: 1300 N/mm <sup>2</sup>  Consistencia con 19 kg/m <sup>3</sup> de fibras: tiempo Vebe 12 s.  Efecto en la resistencia del hormigón (concreto): 19 kg/m <sup>3</sup> para obtener 1.5 N/mm <sup>2</sup> a CMOD = 0,5 mm y 1 N/mm <sup>2</sup> a CMOD = 3,5 mm.

Hoja De Datos Del Producto  
 SikaFiber® CHO 65/35 NB  
 Marzo 2018, Versión 01.02  
 021408011000000019

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Sacos de papel x 20 kg.
<b>Vida Útil</b>	No tiene caducidad mientras se respeten las condiciones de almacenamiento.
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Los sacos de Sika® Fiber CHO 65/35 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
<b>Dimensiones</b>	LONGITUD: 35 mm con extremos conformados. DIÁMETRO DE LA FIBRA: 0.54 mm RELACIÓN LONGITUD/ DIÁMETRO: 65

## INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Tensión</b>	RESISTENCIA A TRACCIÓN: Mínimo 1,300 MPa
<b>Elongación de Rotura</b>	ELONGACIÓN DE ROTURA: 4% máx.
<b>Dosificación Recomendada</b>	Normalmente entre 15 - 50 kg. de Sika® Fiber CHO 65/35 NB por m3 de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Sika® Fiber CHO 65/35 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:

- En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso.
- En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg. de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
- En la mezcladora de concreto, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras y mezclar por 30 segundos por cada pie cúbico a menos que se observe una distribución homogénea en menor tiempo.

## DOCUMENTOS ADICIONALES

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE

SikaFiber®CHO65/35NB :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



## LIMITACIONES

### NOTAS

No agregue Sika® Fiber CHO 65/35 NB al mezclador antes de los áridos. Las bolsas con papel hidrosolubles pueden agregarse directamente al concreto.

## RESTRICCIONES LOCALES

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Keep out of reach of children. Avoid direct contact with eyes and skin. Protect yourself by wearing safety gloves and goggles.

## Ficha técnica 2. Cemento Pacasmayo Tipo I



**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 Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 23 de Febrero del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.1	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.60	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm <sup>2</sup> /g	3740	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	30.1 (307)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	36.9 (376)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm <sup>2</sup> )	43.2 (441)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	158	Mínimo 45
Fraguado Final	min	272	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-01-2018 al 31-01-2018.  
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Diciembre 2017.  
 (\*) Requisito opcional.

Ing. Dennis R. Rodas Lavado  
 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 4. Documentación

Documento 1. Certificado de laboratorio de materiales

 **Universidad Nacional Autónoma de Chota**  
Facultad de Ciencias de la Ingeniería – Laboratorio de Hidráulica.  
*"Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad"* 

---

**INFORME N° 002-2019-UNACH-EPIC/FCI/LH.E.M/JMCS.**

**AL:** **Ing. Luis Alberto Ballena Rentería.**  
Coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería.  
Universidad Nacional Autónoma de Chota.

**Del:** **Bach. José Miguel Cieza Silva.**  
Técnico de los Laboratorios de Hidráulica, estructuras y materiales.  
Universidad Nacional Autónoma de Chota.

**Asunto:** Asistencia de tesista en el laboratorio de Materiales de la  
Construcción.

**Fecha:** Colpa Matara, 15 de julio del 2019.

---

Es grato dirigirme a usted, para expresarle mi más cordial saludo a la vez informarle Que el estudiante y la misma ves Tesista: VÁSQUEZ OBLITAS, Cleider con DNI N° 74394582 y código SUNEDU 2014050158, alumno de la facultad de ciencias de la ingeniería, escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota ha registrado su asistencia en el laboratorio de Ensayo de los Materiales en el periodo: Mayo de 2019 – Julio de 2019, desarrollando los ensayos correspondientes al análisis las propiedades físico-mecánicas de las agregados de la tesis Titulada: **"EVALUACIÓN DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO CON AGREGADO FINO DE LA CANTERA CONCHÁN Y PIEDRA CHANCADA DE LA CANTERA LA CANGANA, CHOTA"**, aprobada mediante resolución N° 033-2018-FCI/UNACH, cuyos resultados se obtuvieron en este laboratorio.

Atentamente,



---

José Miguel Cieza Silva  
Encargado del Laboratorio de Ensayo de Materiales.

---

Campus Universitario: Cólpatatara

*Anexo 5. Resultados de los ensayos a agregados*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



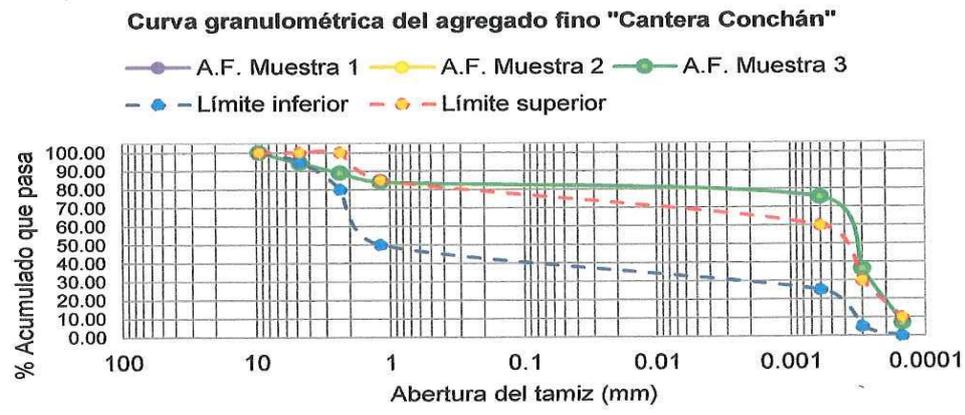
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Análisis Granulométrico del Agregado Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-Chota- Cajamarca
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	1000.00 gr
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-136
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>	0.00
<b>FECHA:</b>	23/08/2019

N° Tamiz	Abertura del Tamiz	Masa Retenida	Porcentaje Retenido	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa Acumulado
3/8"	0.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
# 4	4.75 mm	56.33 gr	5.63%	5.63%	94.37%
# 8	0.36 mm	54.10 gr	5.41%	11.04%	88.96%
# 16	1.18 mm	50.73 gr	5.07%	16.12%	83.88%
# 30	0.00 um	86.53 gr	8.65%	24.77%	75.23%
# 50	300.00 um	390.93 gr	39.09%	63.86%	36.14%
# 100	150.00 um	292.07 gr	29.21%	93.07%	6.93%
Fondo	-----	69.30 gr	6.93%	100.00%	0.00%
Total, Final (Peso después del tamizado)		1000.00 gr	100.00%	-----	-----
TMN:		# 4	MF:	2.145	



**OBSERVACIONES:** El análisis granulométrico del agregado fino cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.012 en la malla #8, #16 y #100.

**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES  
 Resp. Laboratorio

*[Firma]*  
**Asesoría Técnica Civil**  
 REG. CIP 176824

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad**  
**Total Evaporable del Agregado Fino por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-Chota- Cajamarca		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo:5000.00 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-566		
<b>FECHA:</b>	02/12/2019		
<b>Descripción</b>		<b>Datos y Resultados</b>	
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del recipiente	256.20 gr	223.20 gr	210.40 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	5256.20 gr	5223.20 gr	5210.40 gr
Peso del recipiente + muestra seca	5211.20 gr	5174.40 gr	5158.80 gr
Peso de la muestra húmeda	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de la muestra seca	4955.00 gr	4951.20 gr	4948.40 gr
Peso del agua	45.00 gr	48.80 gr	51.60 gr
Contenido de humedad	0.91%	0.99%	1.04%
Contenido de humedad (Promedio)	0.98%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Sili**  
ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**



  
**Claudia Emilia Benavidez Núñez**  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176524

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 µm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-chota- Cajamarca
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 2000.00 gr
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-117
<b>FECHA:</b>	04/06/2019

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	159.70 gr	150.90 gr	159.70 gr
Peso del recipiente + muestra	1259.70 gr	1250.90 gr	1259.70 gr
Peso seco de la muestra	2000.00 gr	2000.00 gr	2000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	2070.10 gr	2056.50 gr	2068.90 gr
Peso seco de la muestra ensayada	1912.40 gr	1905.60 gr	1909.20 gr
Material que pasa la malla # 200	87.60 gr	94.40 gr	90.80 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	4.38%	4.72%	4.54%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	4.55%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
  
**Alex Ricardo Cleza Sily**  
**ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Resp. Laboratorio**


  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP 176324**

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-chota- Cajamarca		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo:500.00 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018) ASTM C-128		
<b>FECHA:</b>	18/06/2019		
<b>Descripción</b>		<b>Datos y Resultados</b>	
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la fiola (500 ml)	182.80 gr	182.80 gr	182.80 gr
Peso de la fiola llenado con agua hasta la marca de calibración (B)	680.40 gr	680.40 gr	680.40 gr
Peso de la fiola lleno de la muestra y de agua hasta la marca de calibración (C)	999.60 gr	994.70 gr	989.90 gr
Peso de la tara	150.20 gr	150.30 gr	150.20 gr
Peso final de la muestra + tara	644.00 gr	644.11 gr	644.00 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	493.80 gr	493.81 gr	493.80 gr
Densidad del agua	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>	0.999 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Seca en el horno)	2.73 gr/cm <sup>3</sup>	2.66 gr/cm <sup>3</sup>	2.59 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Saturada superficialmente seca)	2.76 gr/cm <sup>3</sup>	2.69 gr/cm <sup>3</sup>	2.62 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente	2.82 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>	2.68 gr/cm <sup>3</sup>
Densidad (Seca en el horno) Promedio	2.66 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad (Saturada superficialmente seca) Promedio	2.69 gr/cm <sup>3</sup>		
Densidad aparente (Promedio)	2.75 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.



**Alex Ricardo Cleza Silva**  
**ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Resp. Laboratorio**



*[Firma]*  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP. 176324**

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción  
del Agregado Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-chota- Cajamarca		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo:500.00gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.022: 2013 (Revisada 2018) ASTM C-128		
<b>FECHA:</b>	21/06/ 2019		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso de la muestra de saturado superficialmente seca (S)	500.00 gr	500.00 gr	500.00 gr
Peso de la tara	150.20 gr	150.30 gr	150.20 gr
Peso final de la muestra + tara	644.00 gr	644.11 gr	644.00 gr
Peso de la muestra seca en el horno (A)	493.80 gr	493.81 gr	493.80 gr
Absorción (Ab)	1.26%	1.25%	1.26%
Absorción (Ab) promedio	1.25%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
**ENCARGADO DE LABORATORIO**  
**DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Resp. Laboratorio**



  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP 176824**

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por  
Unidad de Volumen o Densidad (“Peso Unitario”) del Agregado  
Fino**

<b>ORIGEN:</b>	Distrito de Conchan-chota- Cajamarca		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016) ASTM C-29		
<b>FECHA:</b>	05/07/2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	5.65 kg	5.64 kg	5.70 kg
Volumen del molde	0.00283 m3	0.00283 m3	0.00283 m3
Peso del material	4.01 kg	4.00 kg	4.06 kg
Densidad de masa	1418.58 kg/m3	1414.62 kg/m3	1435.57 kg/m3
Densidad de masa (Promedio)	1422.92 kg/m3		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	1.65 kg	1.65 kg	1.65 kg
Peso del molde + material	6.01 kg	6.01 kg	6.01 kg
Volumen del molde	0.00283 m3	0.00283 m3	0.00283 m3
Peso del material	4.36 kg	4.36 kg	4.36 kg
Densidad de masa	1544.56 kg/m3	1542.83 kg/m3	1542.65 kg/m3
Densidad de masa (Promedio)	1543.35 kg/m3		

**OBSERVACIONES:** En estos ensayos se tomó el promedio.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**Alex Ricardo Cleza Sily**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
**Resp. Laboratorio**

**Claudia Esthela Benavidez Wlnez**  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP. 176824  
**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



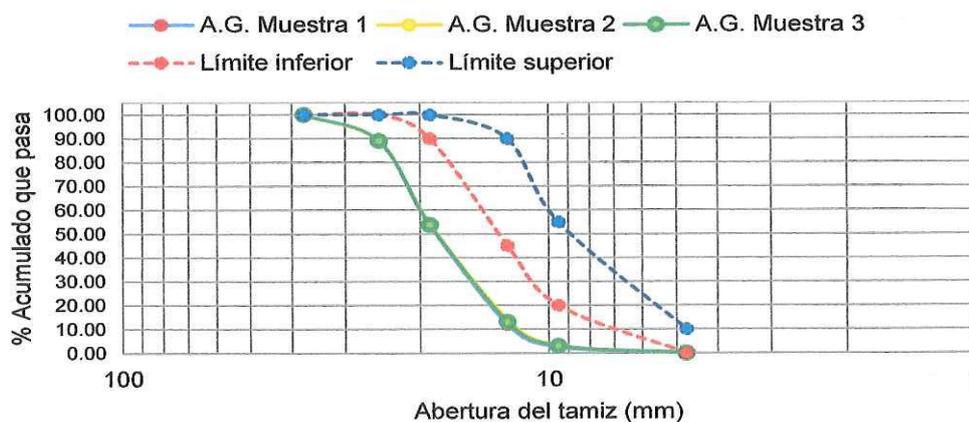
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Análisis Granulométrico del Agregado Grueso**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana.				
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	12000.50 gr				
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas				
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.012: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-136				
<b>PÉRDIDA DE LA MUESTRA EN PORCENTAJE (%):</b>	0.004				
<b>FECHA:</b>	02/05/ 2019				
<b>N° Tamiz</b>	<b>Abertura del Tamiz</b>	<b>Masa Retenida</b>	<b>Porcentaje Retenido</b>	<b>Porcentaje Retenido Acumulado</b>	<b>Porcentaje Que Pasa Acumulado</b>
2"	50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1 1/2"	37.50 mm	0.00 gr	0.00%	0.00%	100.00%
1"	25.00 mm	1324.57 gr	11.04%	11.04%	88.96%
3/4"	19.00 mm	4226.77 gr	35.22%	46.26%	53.74%
1/2"	12.50 mm	4882.27 gr	40.69%	86.95%	13.05%
#3/8	9.50 mm	1207.33 gr	10.06%	97.01%	2.99%
#4	4.75 mm	351.73 gr	2.93%	99.94%	0.06%
Fondo	-----	7.33 gr	0.06%	100.00%	0.00%
<b>Total, Final (Peso después del tamizado)</b>		12000.00 gr	100.00%	-----	-----
<b>TMN:</b>		1"	<b>MF:</b>		7.432

**Curva granulométrica del agregado grueso "Cantera Cangana"**



**OBSERVACIONES:** El análisis granulométrico del agregado grueso no cumple con los parámetros establecidos en la NTP 400.012 en la malla 1" y #4.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
 Alex Ricardo Cieza Sili  
 ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Claudia Emilia Benavides Núñez  
 ASOCIACIÓN CIVIL  
 REG. SUP. 17016

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para el Contenido de Humedad  
 Total Evaporable del Agregado Grueso por secado**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo: 5000.00 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 339.185: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-566		
<b>FECHA:</b>	03/05/2019		
<b>Descripción</b>		<b>Datos y Resultados</b>	
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del recipiente	127.00 gr	153.00 gr	115.00 gr
Peso del recipiente + muestra húmeda	5127.00 gr	5153.00 gr	5115.00 gr
Peso del recipiente + muestra seca	5099.60 gr	5134.60 gr	5073.40 gr
Peso de la muestra húmeda	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de la muestra seca	4972.60 gr	4981.60 gr	4958.40 gr
Peso del agua	27.40 gr	18.40 gr	41.60 gr
Contenido de humedad	0.55%	0.37%	0.84%
Contenido de humedad (Promedio)	0.59%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
*Alex Ricardo Cieza Silva*  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**


*Cleider Vásquez Oblitas*  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 176824

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar Materiales más Finos que Pasan por el Tamiz Normalizado 75 µm (N.º 200) por Lavado en el Agregado Grueso**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo. 3000.00 gr
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.018: 2013 (Revisada 2018), ASTM C-117
<b>FECHA:</b>	23/05/2019

Descripción	Datos y Resultados		
	01	02	03
Muestra			
Peso del recipiente	278.20 gr	285.40 gr	279.20 gr
Peso del recipiente + muestra	3278.20 gr	3285.40 gr	3279.20 gr
Peso seco de la muestra	3000.00 gr	3000.00 gr	3000.00 gr
Peso del recipiente + muestra lavada seca	3264.20 gr	3267.30 gr	3255.70 gr
Peso seco de la muestra ensayada	2986.00 gr	2981.90 gr	2976.50 gr
Material que pasa la malla # 200	14.00 gr	18.10 gr	23.50 gr
Porcentaje que pasa la malla # 200	0.47%	0.60%	0.78%
Porcentaje promedio que pasa la malla # 200	0.62%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**



  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad, la Densidad Relativa (Peso Específico) del Agregado Grueso**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo: 5000.00 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2013 (Revisada 2018) ASTM C-127		
<b>FECHA:</b>	05/06/2019		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del recipiente	525.00 gr	528.00 gr	523.00 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5525.00 gr	5528.00 gr	5523.00 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5575.90 gr	5575.90 gr	5590.80 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5050.90 gr	5047.90 gr	5067.80 gr
Peso en el agua de la muestra saturada	3145.80 gr	3146.70 gr	3147.40 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5517.40 gr	5521.40 gr	5514.40 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4992.40 gr	4993.40 gr	4991.40 gr
Densidad del agua	998.766 gr/cm <sup>3</sup>	998.766 gr/cm <sup>3</sup>	998.766 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem)	2621.30 gr/cm <sup>3</sup>	2626.67 gr/cm <sup>3</sup>	2600.41 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2647.98 gr/cm <sup>3</sup>	2651.84 gr/cm <sup>3</sup>	2635.67 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente (Pea)	2693.25 gr/cm <sup>3</sup>	2694.56 gr/cm <sup>3</sup>	2695.58 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa (pem) Promedio	2616.13 gr/cm <sup>3</sup>		
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS) Promedio	2645.16 gr/cm <sup>3</sup>		
Peso específico aparente (Pea) Promedio	2694.47 gr/cm <sup>3</sup>		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cleza Sily**  
 ENCARGADO DEL LABORATORIO DE MATERIALES

 **Cleider Vásquez Oblitas**  
 Asesor

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Absorción  
del Agregado Grueso**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana		
<b>PESO DE LA MUESTRA:</b>	Para cada Ensayo 5000.00 gr		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.021: 2013 (Revisada 2018) ASTM C-127		
<b>FECHA:</b>	17/06/2019		
<b>Descripción</b>		<b>Datos y Resultados</b>	
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del recipiente	525.00 gr	528.00 gr	523.00 gr
Peso de la muestra inicial + recipiente	5525.00 gr	5528.00 gr	5523.00 gr
Peso de la muestra seca en el aire	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de la muestra con superficie seca + recipiente	5575.90 gr	5568.40 gr	5590.80 gr
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire	5050.90 gr	5040.40 gr	5067.80 gr
Peso final de la muestra + recipiente	5517.40 gr	5521.40 gr	5514.40 gr
Peso final de la muestra después de la estufa	4992.40 gr	4993.40 gr	4991.40 gr
Absorción (Ab)	1.02%	0.81%	1.36%
Absorción (Ab) Promedio	1.06%		

**OBSERVACIONES:** En este ensayo se tomó el promedio.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**



**Claudia Emilia Benavides Huanca**  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Masa por  
 Unidad de Volumen o Densidad ("Peso Unitario") del Agregado  
 Grueso**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.017: 2011 (Revisada 2016) ASTM C-29		
<b>FECHA:</b>	02/07/ 2019		
<b>Peso Unitario Suelto</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.74 kg	4.74 kg	4.74 kg
Peso del molde + material	17.15 kg	17.16 kg	17.16 kg
Volumen del molde	0.00930 m <sup>3</sup>	0.00930 m <sup>3</sup>	0.00930 m <sup>3</sup>
Peso del material	12.41 kg	12.42 kg	12.41 kg
Densidad de masa	1333.92 kg/m <sup>3</sup>	1335.00 kg/m <sup>3</sup>	1334.46 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1334.46 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Peso Unitario Variado</b>			
Descripción	Datos y Resultados		
Muestra	01	02	03
Peso del molde	4.74 kg	4.74 kg	4.74 kg
Peso del molde + material	18.22 kg	18.24 kg	18.23 kg
Volumen del molde	0.00930 m <sup>3</sup>	0.00930 m <sup>3</sup>	0.00930 m <sup>3</sup>
Peso del material	13.48 kg	13.50 kg	13.49 kg
Densidad de masa	1448.98 kg/m <sup>3</sup>	1451.13 kg/m <sup>3</sup>	1450.05 kg/m <sup>3</sup>
Densidad de masa (Promedio)	1450.05 kg/m <sup>3</sup>		
<b>OBSERVACIONES:</b> En estos ensayos se tomó el promedio.			
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Alex Ricardo Cleza Siles ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio			
 Claudia Esthela Benavides Vázquez INGENIERA CIVIL REG. CIP 176024 Asesor			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Resistencia  
a la Degradación en el Agregado Grueso por Abrasión e  
Impacto en la Máquina de Los Ángeles**

<b>ORIGEN:</b>	Sector La Cangana		
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMA TÉCNICA:</b>	NTP 400.019: 2014 (Revisada 2019), ASTM C-131		
<b>FECHA:</b>	07/09/ 2019		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Muestra</b>	<b>01</b>	<b>02</b>	<b>03</b>
Peso del recipiente	923.40 gr	464.80 gr	923.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 1"	2173.40 gr	1714.80 gr	2173.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/4"	2173.40 gr	1714.80 gr	2173.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 1/2"	2173.40 gr	1714.80 gr	2173.50 gr
Peso del recipiente + muestra de 3/8"	2173.40 gr	1714.80 gr	2173.50 gr
Peso del recipiente + muestra inicial (Después del secado)	5923.40 gr	5464.80 gr	5923.50 gr
Muestra inicial (Después del secado)	5000.00 gr	5000.00 gr	5000.00 gr
Peso de muestra seca que no pasa el tamiz #12, después del labado + recipiente	4631.90 gr	4159.90 gr	4608.40 gr
Peso de muestra seca que pasa el tamiz #12, después del labado.	1291.50 gr	1304.90 gr	1315.10 gr
<b>Pérdida</b>	25.83%	26.10%	26.30%
<b>Pérdida (Promedio)</b>	26.08%		

**OBSERVACIONES:** En estos ensayos se tomó el promedio.

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**



  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 476824

**Asesor**

*Anexo 6. Diseño de mezclas*



**DISEÑO DE MEZCLAS  
USANDO EL MÉTODO ACI**

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
CANTERA DE AGREGADO FINO: CANTERA CONCHÁN  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA (CANTERA LA CANGANA)

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f'c$ )=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar ( $\sigma$ )=	84 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f'cr$ )=	294 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> ):	2657.55	Tamaño máximo nominal (pulg):	1"
Absorción (%):	1.01%	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	2616.13
Contenido de humedad (%):	0.98%	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ):	1450.05
Módulo de finura (%):	2.14	Absorción (%):	1.06%
		Contenido de humedad (%):	0.59%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	998.77	Tipo de cemento portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	3080

DISEÑO DE MEZCLA		
Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	3" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:	193 lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total:	1.50%	
Relación Agua/ Cemento	0.5584	
Factor cemento:	Factor cemento=	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Factor cemento=	8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
Peso del agregado grueso	Peso A.G.	1066.52 kg
Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:	Cemento:	0.112 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.408 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.728 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.272 m <sup>3</sup>
Peso del agregado fino	Peso A.F.	722.52 kg
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	345.63 Kg
	AF	722.52 Kg
	AG	1066.52 Kg
	Agua	193.00 Kg
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	729.59 kg
	Agregado grueso	1072.77 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	-0.23 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso	-5.09 m <sup>3</sup>
Agua efectiva	Agua	198.31 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup>	Cemento:	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño:	198.31 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco:	729.59 kg/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco:	1072.77 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento	Cemento:	42.50 kg/bolsa
	Agua de diseño:	24.39 lt/bolsa
	Agregado fino seco:	89.71 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	131.91 kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	2.111 Lata
	Agregado grueso seco:	3.104 Lata
	Agua de diseño:	24.39 lt/bolsa

Ingeniero especialista  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Tesista

Asesor



**Claudia Emilia Benavides Núñez**  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824



**DISEÑO DE MEZCLAS ADICIONANDO 30 KG/M3 DE FIBRAS DE ACERO  
 USANDO EL MÉTODO ACI**

**RESPONSABLE:** CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
**CANTERA DE AGREGADO FINO:** CANTERA CONCHÁN  
**CANTERA DE AGREGADO GRUESO:** PIEDRA CHANCADA (CANTERA LA CANGANA)

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto (f'c)=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar (σ)=	84 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto (f <sub>cr</sub> )=	294 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> ):	2657.55	Tamaño máximo nominal (pulg):	1"
Absorción (%):	1.01%	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	2616.13
Contenido de humedad (%):	0.98%	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ):	1450.05
Módulo de finura (%):	2.14	Absorción (%):	1.06%
		Contenido de humedad (%):	0.59%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	998.77	Tipo de cemento portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	3080
FIBRAS DE ACERO		Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	7812.5

DISEÑO DE MEZCLA		
Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	3" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:	193 l/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total:	1.50%	
Relación Agua/ Cemento	0.5584	
Factor cemento:	Factor cemento=	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Factor cemento=	8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
Peso del agregado grueso	Peso A.G.	1066.52 kg
Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:	Cemento:	0.112 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.408 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.728 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.272 m <sup>3</sup>
Cálculo de los volúmenes de los elementos adicionando fibras de acero	Cemento:	0.112 kg
	Agua:	0.193 Kg
	Aire:	0.015 Kg
	AG	0.405 Kg
	Suma de volúmenes:	0.726 Kg
	A.F.	0.270 kg
	Fibras de acero	0.0038 kg
Peso del agregado fino	Peso A.F.	718.43 kg
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	345.63 Kg
	AF	718.43 Kg
	AG	1060.49 Kg
	Agua	193.00 Kg
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	725.47 kg
	Agregado grueso	1066.71 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	-0.23 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso	-5.06 m <sup>3</sup>
Agua efectiva	Agua	198.28 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup>	Cemento:	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño:	198.28 l/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco:	725.47 kg/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco:	1066.71 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento	Cemento:	42.50 kg/bolsa
	Agua de diseño:	24.38 l/bolsa
	Agregado fino seco:	89.21 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	131.17 kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	2.099 Lata
	Agregado grueso seco:	3.086 Lata
	Agua de diseño:	24.38 l/bolsa
	Fibras de acero	30.00 Kg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

*[Firma]*  
 Tesista

Asesor



*[Firma]*  
**Claudia Emilia Benavidez Núñez**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



**DISEÑO DE MEZCLAS ADICIONANDO 40 KG/M3 DE FIBRAS DE ACERO  
USANDO EL MÉTODO ACI**

**RESPONSABLE:** CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
**CANTERA DE AGREGADO FINO:** CANTERA CONCHÁN  
**CANTERA DE AGREGADO GRUESO:** PIEDRA CHANCADA (CANTERA LA CANGANA)

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f_c$ )=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar ( $\sigma$ )=	84 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f_{cr}$ )=	294 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> ):	2657.55	Tamaño máximo nominal (pulg):	1"
Absorción (%):	1.01%	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	2616.13
Contenido de humedad (%):	0.98%	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ):	1450.05
Módulo de finura (%):	2.14	Absorción (%):	1.06%
		Contenido de humedad (%):	0.59%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	998.77	Tipo de cemento portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	3080
FIBRAS DE ACERO		Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	7812.5

DISEÑO DE MEZCLA		
<b>Selección del asentamiento:</b>	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	3" a 4"
<b>Tipo de concreto a diseñar:</b>	Concreto sin aire incorporado	
<b>Volumen unitario de agua:</b>	193 l/m <sup>3</sup>	
<b>Contenido de aire total:</b>	1.50%	
<b>Relación Agua/ Cemento</b>	0.5584	
<b>Factor cemento:</b>	Factor cemento=	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Factor cemento=	8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
<b>Peso del agregado grueso</b>	Peso A.G.	1066.52 kg
<b>Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:</b>	Cemento:	0.112 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.408 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.728 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.2718740299 m <sup>3</sup>
<b>Cálculo de los volúmenes de los elementos adicionando fibras de acero</b>	Cemento:	0.112 kg
	Agua:	0.193 Kg
	Aire:	0.015 Kg
	AG	0.405 Kg
	Suma de volúmenes:	0.725 Kg
	A.F.	0.270 kg
	Fibras de acero	0.0051 kg
<b>Peso del agregado fino</b>	Peso A.F.	717.07 kg
<b>Presentación del diseño en estado seco</b>	Cemento:	345.63 Kg
	AF	717.07 Kg
	AG	1058.48 Kg
	Agua	193.00 Kg
<b>Corrección por humedad de los agregados</b>	Agregado fino	724.09 kg
	Agregado grueso	1064.69 kg
<b>Aporte de agua a la mezcla</b>	Agregado fino	-0.23 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso	-5.05 m <sup>3</sup>
<b>Agua efectiva</b>	Agua	198.27 lts
<b>Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m<sup>3</sup></b>	Cemento:	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño:	198.27 l/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco:	724.09 kg/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco:	1064.69 kg/m <sup>3</sup>
<b>Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento</b>	Cemento:	42.50 kg/bolsa
	Agua de diseño:	24.38 l/bolsa
	Agregado fino seco:	89.04 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	130.92 kg/bolsa
<b>Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado</b>	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	2.095 Lata
	Agregado grueso seco:	3.080 Lata
	Agua de diseño:	24.38 l/bolsa
	Fibras de acero	40.00 Kg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

*[Firma]*  
Tesisista

Asesor



*[Firma]*  
**Claudia Emilia Benavidez Nariñez**  
INGENIERA CIVIL  
REG CIP 178824



**DISEÑO DE MEZCLAS ADICIONANDO 50 KG/M3 DE FIBRAS DE ACERO  
 USANDO EL MÉTODO ACI**

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 CANTERA DE AGREGADO FINO: CANTERA CONCHÁN  
 CANTERA DE AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA (CANTERA LA CANGANA)

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f'_c$ )=	210 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar ( $\sigma$ )=	84 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f_{cr}$ )=	294 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> ):	2657.55	Tamaño máximo nominal (pulg):	1"
Absorción (%):	1.01%	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	2616.13
Contenido de humedad (%):	0.98%	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ):	1450.05
Módulo de finura (%):	2.14	Absorción (%):	1.06%
		Contenido de humedad (%):	0.59%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	998.77	Tipo de cemento portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	3080
FIBRAS DE ACERO		Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	7812.5

DISEÑO DE MEZCLA		
Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	3" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:	193 lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total:	1.50%	
Relación Agua/ Cemento	0.5584	
Factor cemento:	Factor cemento=	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Factor cemento=	8.13 bolsas/m <sup>3</sup>
Peso del agregado grueso	Peso A.G.	1066.52 kg
Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:	Cemento:	0.112 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.408 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.728 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.272 m <sup>3</sup>
Cálculo de los volúmenes de los elementos adicionando fibras de acero	Cemento:	0.112 kg
	Agua:	0.193 Kg
	Aire:	0.015 Kg
	AG	0.404 Kg
	Suma de volúmenes:	0.724 Kg
	A.F.	0.269 kg
	Fibras de acero	0.0064 kg
Peso del agregado fino	Peso A.F.	715.71 kg
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	345.63 Kg
	AF	715.71 Kg
	AG	1056.47 Kg
	Agua	193.00 Kg
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	722.72 kg
	Agregado grueso	1062.67 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	-0.23 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso	-5.04 m <sup>3</sup>
Agua efectiva	Agua	198.26 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup>	Cemento:	345.63 kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño:	198.26 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco:	722.72 kg/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco:	1062.67 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento	Cemento:	42.50 kg/bolsa
	Agua de diseño:	24.38 lt/bolsa
	Agregado fino seco:	88.87 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	130.67 kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	2.091 Lata
	Agregado grueso seco:	3.075 Lata
	Agua de diseño:	24.38 lt/bolsa
	Fibras de acero	50.00 Kg

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES

*[Firma]*  
 Testista

Asesor

*[Firma]*  
 Claudia Emilia Benavidez Núñez  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 175824

*Anexo 7. Resultados de los ensayos a compresión del concreto*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.40 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	181.46 cm <sup>2</sup>
Volumen	5301.44 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5516.34 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1256.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	27102.00 kgf	27708.85 kgf	28597.84 kgf
Resistencia	153.37 kgf/cm <sup>2</sup>	156.80 kgf/cm <sup>2</sup>	157.60 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	155.92 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Altura	30.70 cm	30.80 cm	30.70 cm
Diámetro	15.70 cm	15.80 cm	15.70 cm
Área	193.59 cm <sup>2</sup>	196.07 cm <sup>2</sup>	193.59 cm <sup>2</sup>
Volumen	5943.30 cm <sup>3</sup>	6038.86 cm <sup>3</sup>	5943.30 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1397.00 kg	1388.00 kg	1396.00 kg
Carga	32482.00 kgf	32480.00 kgf	32564.24 kgf
Resistencia	167.79 kgf/cm <sup>2</sup>	165.66 kgf/cm <sup>2</sup>	168.21 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	167.22 kgf/cm <sup>2</sup>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cleza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
**Resp. Laboratorio**

  
**Asesor**  
INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL  
REG. CIP 176824

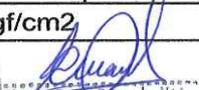
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	14/01/2020	14/01/2020	14/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5301.44 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5319.11 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1264.00 kg	1266.00 kg	1266.00 kg
Carga	32482.00 kgf	30265.00 kgf	30412.58 kgf
Resistencia	172.24 kgf/cm <sup>2</sup>	171.26 kgf/cm <sup>2</sup>	172.10 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	171.87 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Fecha de ruptura	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Altura	30.00 cm	30.20 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	14.80 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	172.03 cm <sup>2</sup>
Volumen	5301.44 cm <sup>3</sup>	5336.78 cm <sup>3</sup>	5161.01 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1397.00 kg	1388.00 kg	1396.00 kg
Carga	33423.80 kgf	32950.00 kgf	32249.00 kgf
Resistencia	189.14 kgf/cm <sup>2</sup>	186.46 kgf/cm <sup>2</sup>	187.46 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	187.69 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cleza Silva</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio			
  <b>Cleider Vásquez Oblitas</b> Asesor			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Altura	30.20 cm	30.20 cm	30.00 cm
Diámetro	15.10 cm	15.10 cm	15.00 cm
Área	179.08 cm <sup>2</sup>	179.08 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5408.17 cm <sup>3</sup>	5408.17 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1270.00 kg	1259.00 kg	1272.00 kg
Carga	32785.00 kgf	32689.00 kgf	32675.00 kgf
Resistencia	183.08 kgf/cm <sup>2</sup>	182.54 kgf/cm <sup>2</sup>	184.90 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	183.51 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Altura	30.00 cm	30.20 cm	30.70 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.70 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	179.08 cm <sup>2</sup>	193.59 cm <sup>2</sup>
Volumen	5301.44 cm <sup>3</sup>	5408.17 cm <sup>3</sup>	5943.30 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1252.00 kg	1271.00 kg	1349.00 kg
Carga	33392.00 kgf	33889.00 kgf	36676.15 kgf
Resistencia	188.96 kgf/cm <sup>2</sup>	189.24 kgf/cm <sup>2</sup>	189.45 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	189.22 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cleza Sili</b> ENCARGADO DE LABORATORIO <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Asesor</b> REG. CIP 176824			

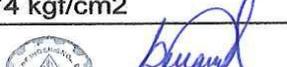
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	21/01/2020	21/01/2020	21/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Altura	30.20 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5336.78 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1268.00 kg	1253.00 kg	1258.00 kg
Carga	32482.00 kgf	34548.00 kgf	34616.62 kgf
Resistencia	197.75 kgf/cm <sup>2</sup>	195.50 kgf/cm <sup>2</sup>	195.89 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	196.38 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Fecha de ruptura	30/01/2020	30/01/2020	30/01/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.20 cm
Diámetro	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	179.08 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5372.36 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5336.78 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1397.00 kg	1388.00 kg	1396.00 kg
Carga	39649.80 kgf	39499.00 kgf	39457.00 kgf
Resistencia	221.41 kgf/cm <sup>2</sup>	223.52 kgf/cm <sup>2</sup>	223.28 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	222.74 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cieza Siv</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <b>Resp. Laboratorio</b>			
  <b>Cleider Vásquez Oblitas</b> <b>Ingeniero Civil</b> <b>Asesor</b> <small>REG. CIP 378524</small>			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Altura	30.20 cm	30.20 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	179.08 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5336.78 cm <sup>3</sup>	5408.17 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1275.00 kg	1270.00 kg	1272.00 kg
Carga	36886.00 kgf	38319.25 kgf	37982.00 kgf
Resistencia	208.73 kgf/cm <sup>2</sup>	213.98 kgf/cm <sup>2</sup>	214.93 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	212.55 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Altura	30.20 cm	30.00 cm	30.10 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	181.46 cm <sup>2</sup>
Volumen	5336.78 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5461.90 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1281.00 kg	1265.00 kg	1280.00 kg
Carga	40805.00 kgf	40986.00 kgf	41896.93 kgf
Resistencia	230.91 kgf/cm <sup>2</sup>	231.93 kgf/cm <sup>2</sup>	230.89 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	231.24 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cieza Silva</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Asesor</b> NIP 176324			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a compresión en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.604: 2002 (Revisada 2015) NTP 339.034: 2015		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	07/01/2020	07/01/2020	07/01/2020
Fecha de ruptura	04/02/2020	04/02/2020	04/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.10 cm
Diámetro	14.60 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	167.42 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5022.46 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5319.11 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1216.00 kg	1266.00 kg	1266.00 kg
Carga	41420.00 kgf	43945.00 kgf	43849.96 kgf
Resistencia	247.41 kgf/cm <sup>2</sup>	248.68 kgf/cm <sup>2</sup>	248.14 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	248.08 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Fecha de ruptura	13/02/2020	13/02/2020	13/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Altura	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>	176.71 cm <sup>2</sup>
Volumen	5301.44 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>	5301.44 cm <sup>3</sup>
Peso de la muestra	1278.00 kg	1388.00 kg	1396.00 kg
Carga	47560.00 kgf	47214.00 kgf	47412.00 kgf
Resistencia	269.13 kgf/cm <sup>2</sup>	267.18 kgf/cm <sup>2</sup>	268.30 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	268.20 kgf/cm <sup>2</sup>		
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <b>Alex Ricardo Cieza S.</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio			
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Cleider Vásquez Oblitas INGENIERA CIVIL REG. CIP 176524 <b>Asesor</b>			

*Anexo 8. Resultados de los ensayos a flexión del concreto*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a flexión en probetas prismáticas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	09/01/2020	09/01/2020	09/01/2020
Fecha de ruptura	16/01/2020	16/01/2020	16/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	228.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.36 kg	34.84 kg	34.40 kg
Carga	3557.00 kgf	3549.00 kgf	3547.00 kgf
Esfuerzo de rotura	47.43 kgf/cm <sup>2</sup>	47.32 kgf/cm <sup>2</sup>	46.06 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	46.93 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	20/01/2020	20/01/2020	20/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.20 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	228.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>	228.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.84 kg	36.14 kg	24.80 kg
Carga	3996.00 kgf	3998.00 kgf	3999.00 kgf
Esfuerzo de rotura	51.89 kgf/cm <sup>2</sup>	52.95 kgf/cm <sup>2</sup>	51.93 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	52.26 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cleza Si</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Asesor</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP 176824			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>		
	<b>Ensayo a flexión en probetas prismáticas</b>		
<b>ENSAYADO POR:</b>		Cleider Vásquez Oblitas	
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>		NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78	
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>		40 kg/m3	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	20/01/2020	20/01/2020	20/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.10 cm	15.00 cm	15.10 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	226.50 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	228.01 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4104.00 kgf	4034.00 kgf	4136.00 kgf
Esfuerzo de rotura	54.36 kgf/cm <sup>2</sup>	53.79 kgf/cm <sup>2</sup>	54.06 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	54.07 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>		50 kg/m3	
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	20/01/2020	20/01/2020	20/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4256.00 kgf	4276.00 kgf	4216.00 kgf
Esfuerzo de rotura	56.75 kgf/cm <sup>2</sup>	57.01 kgf/cm <sup>2</sup>	55.47 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	56.41 kgf/cm <sup>2</sup>		
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA Alex Ricardo Cieza Si ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Resp. Laboratorio		 Cleider Vásquez Oblitas INGENIERO CIVIL Asesor 176824	

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a flexión en probetas prismáticas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	09/01/2020	09/01/2020	09/01/2020
Fecha de ruptura	23/01/2020	23/01/2020	23/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.36 kg	34.84 kg	34.40 kg
Carga	3654.00 kgf	3716.00 kgf	3714.00 kgf
Esfuerzo de rotura	48.72 kgf/cm <sup>2</sup>	49.55 kgf/cm <sup>2</sup>	48.87 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	49.04 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	27/01/2020	27/01/2020	27/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.10 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	226.50 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>	228.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.84 kg	36.14 kg	24.80 kg
Carga	4016.00 kgf	4078.00 kgf	4092.00 kgf
Esfuerzo de rotura	52.84 kgf/cm <sup>2</sup>	54.01 kgf/cm <sup>2</sup>	53.13 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	53.33 kgf/cm <sup>2</sup>		
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA <b>Alex Ricardo Cleza Sili</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIAL Resp. Laboratorio	 Asesor Cleider Vásquez Oblitas INGENIERO CIVIL N° 176524		

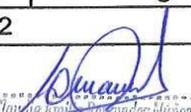
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a flexión en probetas prismáticas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m3		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	27/01/2020	27/01/2020	27/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4256.00 kgf	4276.00 kgf	4265.00 kgf
Esfuerzo de rotura	56.75 kgf/cm <sup>2</sup>	57.01 kgf/cm <sup>2</sup>	56.12 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	56.63 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m3		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	27/01/2020	27/01/2020	27/01/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4364.00 kgf	4383.00 kgf	4358.00 kgf
Esfuerzo de rotura	58.19 kgf/cm <sup>2</sup>	58.44 kgf/cm <sup>2</sup>	57.34 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	57.99 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>Alex Ricardo Cleza Sily</b> ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Cleider Vásquez Oblitas</b> INGENIERO CIVIL REG. CIP 176324 <b>Asesor</b>			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a flexión en probetas prismáticas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78

<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>		0 kg/m3	
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	09/01/2020	09/01/2020	09/01/2020
Fecha de ruptura	06/02/2020	06/02/2020	06/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.10 cm	15.00 cm	15.10 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	226.50 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.36 kg	34.84 kg	34.40 kg
Carga	4121.00 kgf	4126.00 kgf	4110.00 kgf
Esfuerzo de rotura	54.58 kgf/cm <sup>2</sup>	55.01 kgf/cm <sup>2</sup>	54.44 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	54.68 kgf/cm <sup>2</sup>		

<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>		30 kg/m3	
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	10/02/2020	10/02/2020	10/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.10 cm	15.10 cm
Peralte de la Viga	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	226.50 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	34.84 kg	36.14 kg	24.80 kg
Carga	4339.00 kgf	4340.00 kgf	4338.00 kgf
Esfuerzo de rotura	57.09 kgf/cm <sup>2</sup>	57.48 kgf/cm <sup>2</sup>	57.46 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	57.34 kgf/cm <sup>2</sup>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
 ENCARGADO DE LABORATORIO  
 DE ENSAYO DE MATERIALES  
**Resp. Laboratorio**

**Asesor**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP 176624

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a flexión en probetas prismáticas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 339.079: 2012 (Revisada 2017), ASTM C-78		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m3		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	10/02/2020	10/02/2020	10/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.10 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	226.50 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	226.50 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4401.00 kgf	4344.00 kgf	4420.00 kgf
Esfuerzo de rotura	58.29 kgf/cm <sup>2</sup>	57.92 kgf/cm <sup>2</sup>	58.16 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	58.12 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m3		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	13/01/2020	13/01/2020	13/01/2020
Fecha de ruptura	10/02/2020	10/02/2020	10/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Luz de la Viga	45.00 cm	45.00 cm	45.00 cm
Ancho de Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Peralte de la Viga	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>	225.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	3434.00 kg	1258.00 kg	1267.00 kg
Carga	4439.00 kgf	4526.00 kgf	4571.00 kgf
Esfuerzo de rotura	59.19 kgf/cm <sup>2</sup>	60.35 kgf/cm <sup>2</sup>	60.95 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	60.16 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA</b> <b>Alex Ricardo Cieza Silly</b> <b>ENCARGADO DE LABORATORIO</b> <b>DE ENSAYO DE MATERIALES</b> <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Asesor</b> <small>INGENIERO EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CIVIL</small> <small>REG. CIP 176824</small>			

*Anexo 9. Resultados de los ensayos a tracción del concreto*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	05/02/2020	05/02/2020	05/02/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Longitud	30.80 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.70 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	483.56 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	14.04 kg	12.59 kg	12.84 kg
Carga	15245.00 kgf	15423.00 kgf	15164.00 kgf
Esfuerzo de rotura	20.07 kgf/cm <sup>2</sup>	21.82 kgf/cm <sup>2</sup>	21.31 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	21.07 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	05/02/2020	05/02/2020	05/02/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.10 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.51 kg	12.62 kg	12.60 kg
Carga	17768.00 kgf	17749.00 kgf	17845.00 kgf
Esfuerzo de rotura	25.14 kgf/cm <sup>2</sup>	25.11 kgf/cm <sup>2</sup>	25.08 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	25.11 kgf/cm <sup>2</sup>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

**Alex Ricardo Cieza Sily**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

**Resp. Laboratorio**



**Asesor**  
Cleider Vásquez Oblitas

REG. CIP 176824

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	05/02/2020	05/02/2020	05/02/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.71 kg	12.71 kg	12.80 kg
Carga	20555.00 kgf	20011.00 kgf	20145.00 kgf
Esfuerzo de rotura	29.08 kgf/cm <sup>2</sup>	28.31 kgf/cm <sup>2</sup>	28.50 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	28.63 kgf/cm <sup>2</sup>		

<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	30/01/2020	30/01/2020	30/01/2020
Fecha de ruptura	06/02/2020	06/02/2020	06/02/2020
Edad	07 días	07 días	07 días
Longitud	30.00 cm	30.80 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.70 cm	15.10 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	483.56 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.18 kg	12.16 kg	12.84 kg
Carga	22319.00 kgf	23157.00 kgf	22978.00 kgf
Esfuerzo de rotura	31.57 kgf/cm <sup>2</sup>	30.49 kgf/cm <sup>2</sup>	32.29 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	31.45 kgf/cm <sup>2</sup>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Sily**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES  
**Resp. Laboratorio**

  
**Asesor**  
176324

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



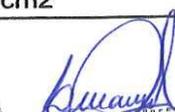
**Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Longitud	30.30 cm	30.20 cm	30.00 cm
Diámetro	15.20 cm	15.10 cm	15.00 cm
Área	460.56 cm <sup>2</sup>	456.02 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.70 kg	12.59 kg	12.84 kg
Carga	19833.00 kgf	19601.00 kgf	19054.00 kgf
Esfuerzo de rotura	27.41 kgf/cm <sup>2</sup>	27.36 kgf/cm <sup>2</sup>	26.96 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	27.24 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.10 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.51 kg	12.62 kg	12.60 kg
Carga	20018.00 kgf	20998.00 kgf	20975.00 kgf
Esfuerzo de rotura	28.32 kgf/cm <sup>2</sup>	29.51 kgf/cm <sup>2</sup>	29.48 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	29.10 kgf/cm <sup>2</sup>		


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**Alex Ricardo Cieza Sili**  
**ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

**Resp. Laboratorio**



  
**Cleider Vásquez Oblitas**  
**INGENIERA CIVIL**  
**REG. CIP 176324**

**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas
----------------------	-------------------------

<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)
-------------------------	-----------------------------------

<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>
------------------------------------	----------------------

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	12/02/2020	12/02/2020	12/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.00 cm	15.00 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.64 kg	12.71 kg	12.80 kg
Carga	22013.00 kgf	22764.00 kgf	22845.00 kgf
Esfuerzo de rotura	31.14 kgf/cm <sup>2</sup>	32.20 kgf/cm <sup>2</sup>	32.32 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	31.89 kgf/cm <sup>2</sup>		

<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>
------------------------------------	----------------------

Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	30/01/2020	30/01/2020	30/01/2020
Fecha de ruptura	13/02/2020	13/02/2020	13/02/2020
Edad	14 días	14 días	14 días
Longitud	30.20 cm	30.30 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Área	453.00 cm <sup>2</sup>	457.53 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.18 kg	12.16 kg	12.84 kg
Carga	24561.00 kgf	24578.00 kgf	24675.00 kgf
Esfuerzo de rotura	34.52 kgf/cm <sup>2</sup>	34.20 kgf/cm <sup>2</sup>	34.91 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	34.54 kgf/cm <sup>2</sup>		

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA  
**Alex Ricardo Cieza Silva**  
ENCARGADO DE LABORATORIO  
DE ENSAYO DE MATERIALES

Resp. Laboratorio

Cleider Vásquez Oblitas  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP 176024  
**Asesor**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**



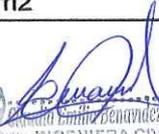
**LABORATORIO DE MATERIALES**  
**INFORME DE ENSAYO**



**Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas**

<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	0 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Longitud	30.20 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.20 cm	15.00 cm	15.20 cm
Área	459.04 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>	456.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.70 kg	12.68 kg	12.66 kg
Carga	21127.00 kgf	21354.00 kgf	21657.00 kgf
Esfuerzo de rotura	29.30 kgf/cm <sup>2</sup>	30.21 kgf/cm <sup>2</sup>	30.24 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	29.91 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	30 kg/m <sup>3</sup>		
<b>Descripción</b>	<b>Datos y Resultados</b>		
<b>Probeta N°</b>	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Longitud	30.00 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.10 cm
Área	450.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>	453.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.51 kg	12.62 kg	12.60 kg
Carga	21984.00 kgf	21653.00 kgf	21754.00 kgf
Esfuerzo de rotura	31.10 kgf/cm <sup>2</sup>	30.43 kgf/cm <sup>2</sup>	30.57 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	30.70 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA</b> <b>Alex Ricardo Cleza Silyz</b> <b>ENCARGADO DE LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b> <hr/> <b>Resp. Laboratorio</b>			
 <b>Asesor</b> <small>INGENIERO CIVIL</small> <small>6524</small>			

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**

	<b>LABORATORIO DE MATERIALES</b> <b>INFORME DE ENSAYO</b>		
<b>Ensayo a tracción indirecta en probetas cilíndricas</b>			
<b>ENSAYADO POR:</b>	Cleider Vásquez Oblitas		
<b>NORMAS TÉCNICAS:</b>	NTP 399.084: 2012 (Revisada 2017)		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	40 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	29/01/2020	29/01/2020	29/01/2020
Fecha de ruptura	26/02/2020	26/02/2020	26/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Longitud	30.10 cm	30.00 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.20 cm	15.00 cm
Área	451.50 cm <sup>2</sup>	456.00 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.64 kg	12.71 kg	12.80 kg
Carga	23845.00 kgf	23754.00 kgf	23125.00 kgf
Esfuerzo de rotura	33.62 kgf/cm <sup>2</sup>	33.16 kgf/cm <sup>2</sup>	32.72 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	33.17 kgf/cm <sup>2</sup>		
<b>ADICIÓN DE FIBRAS DE ACERO:</b>	50 kg/m <sup>3</sup>		
Descripción	Datos y Resultados		
Probeta N°	1	2	3
Fecha de fabricación	30/01/2020	30/01/2020	30/01/2020
Fecha de ruptura	27/02/2020	27/02/2020	27/02/2020
Edad	28 días	28 días	28 días
Longitud	30.20 cm	30.30 cm	30.00 cm
Diámetro	15.00 cm	15.10 cm	15.00 cm
Área	453.00 cm <sup>2</sup>	457.53 cm <sup>2</sup>	450.00 cm <sup>2</sup>
Peso de la muestra	12.18 kg	12.16 kg	12.84 kg
Carga	25190.00 kgf	25874.00 kgf	25987.00 kgf
Esfuerzo de rotura	35.40 kgf/cm <sup>2</sup>	36.00 kgf/cm <sup>2</sup>	36.76 kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia (Promedio)	36.06 kgf/cm <sup>2</sup>		
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA</b> <b>Alex Ricardo Cleza Silva</b> <b>ENCARGADO DE LABORATORIO</b> <b>DE ENSAYO DE MATERIALES</b> <b>Resp. Laboratorio</b>	  <b>Asesor</b>		

*Anexo 10. Resultados de propuesta de diseño de pavimento rígido con concreto  
fibroreforzado*



**DISEÑO DE MEZCLAS ADICIONANDO 30 KG/M3 DE FIBRAS DE ACERO  
USANDO EL MÉTODO ACI**

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
CANTERA DE AGREGADO FINO: CANTERA CONCHÁN  
CANTERA DE AGREGADO GRUESO: PIEDRA CHANCADA (CANTERA LA CANGANA)

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la compresión especificada del concreto ( $f_c$ )=	250 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar ( $\sigma$ )=	84 kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia promedio a la compresión del concreto ( $f_{cr}$ )=	334 kg/cm <sup>2</sup>

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES			
AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
Peso específico de masa (kg/m <sup>3</sup> ):	2657.55	Tamaño máximo nominal (pulg):	1
Absorción (%):	1.01%	Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	2616.13
Contenido de humedad (%):	0.98%	Peso unitario compactado (kg/m <sup>3</sup> ):	1450.05
Módulo de finura (%):	2.14	Absorción (%):	1.06%
		Contenido de humedad (%):	0.59%
AGUA		CEMENTO	
Peso específico (kg/m <sup>3</sup> )	998.77	Tipo de cemento portland a usar:	Tipo I
		Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	3080
<b>FIBRAS DE ACERO =</b>		Peso específico (kg/m <sup>3</sup> ):	7812.5

DISEÑO DE MEZCLA		
Selección del asentamiento:	Tipo de consistencia:	Plástica
	Asentamiento:	3" a 4"
Tipo de concreto a diseñar:	Concreto sin aire incorporado	
Volumen unitario de agua:	193 lt/m <sup>3</sup>	
Contenido de aire total:	1.50%	
Relación Agua/ Cemento	0.5024	
Factor cemento:	Factor cemento=	384.16 kg/m <sup>3</sup>
	Factor cemento=	9.04 bolsas/m <sup>3</sup>
Peso del agregado grueso	Peso A.G.	1066.52 kg
Cálculo de los volúmenes absolutos de los elementos de la Pasta:	Cemento:	0.125 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.408 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.741 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.259 m <sup>3</sup>
Cálculo de los volúmenes de los elementos adicionando fibras de acero	Cemento:	0.125 m <sup>3</sup>
	Agua:	0.193 m <sup>3</sup>
	Aire:	0.015 m <sup>3</sup>
	AG	0.405 m <sup>3</sup>
	Suma de volúmenes:	0.738 m <sup>3</sup>
	A.F.	0.258 m <sup>3</sup>
	Fibras de acero	0.0038 m <sup>3</sup>
Peso del agregado fino	Peso A.F.	685.31 kg
Presentación del diseño en estado seco	Cemento:	384.16 Kg
	AF	685.31 Kg
	AG	1060.38 Kg
	Agua	193.00 Kg
Corrección por humedad de los agregados	Agregado fino	692.01 kg
	Agregado grueso	1066.60 kg
Aporte de agua a la mezcla	Agregado fino	-0.23 m <sup>3</sup>
	Agregado grueso	-5.06 m <sup>3</sup>
Agua efectiva	Agua	198.28 lts
Cantidad de materiales calculados por el método ACI a ser empleados como valores de diseño por m <sup>3</sup>	Cemento:	384.16 kg/m <sup>3</sup>
	Agua de diseño:	198.28 lt/m <sup>3</sup>
	Agregado fino seco:	692.01 kg/m <sup>3</sup>
	Agregado grueso seco:	1066.60 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de materiales en peso seco que se necesitan en una tanda de una bolsa de cemento	Cemento:	42.50 bolsa
	Agua de diseño:	21.94 lt/bolsa
	Agregado fino seco:	76.56 kg/bolsa
	Agregado grueso seco:	118.00 kg/bolsa
Proporción en peso de los materiales sin ser corregido por humedad del agregado	Cemento:	1.000 bolsa
	Agregado fino seco:	1.801 Lata
	Agregado grueso seco:	2.776 Lata
	Agua de diseño:	21.94 lt/bolsa
	Fibras de acero:	30.00 kg

Tesista  
  
Cleider Vásquez Oblitas  
BACH. INGENIERO CIVIL

Asesor  
  
  
Claudia Emilia Benavides Nuñez  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
 (MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 LUNES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR FECHA: 18/01/2021 UBICACIÓN: CUADRA 3

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						VEHICULOS PESADOS											TOTAL	%									
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER												
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3			3T2	>=3T3							
DIAGRA. VEH.																													
0-1	E																				0	0.0%							
	S																					0	0.0%						
1-2	E																					0	0.0%						
	S																					0	0.0%						
2-3	E																					0	0.0%						
	S																					0	0.0%						
3-4	E	1				2					1										1	8	2.1%						
	S	2		1		2																7	2.0%						
4-5	E	1		4		4																14	3.7%						
	S	1		3	1	3																8	2.3%						
5-6	E	3	2	3		4					4	1									1	18	4.7%						
	S	1		2		4	1															8	2.3%						
6-7	E	3	1	5	1	3		1														17	4.5%						
	S	1	3	7	1	2	1	2			2	1										19	5.5%						
7-8	E	5	2	4	4	4	1	1			1											23	6.1%						
	S	6	2	3	2	8	1				2	2										28	8.1%						
8-9	E	4	1	7	1	2					1	2										21	5.5%						
	S	5	1	7	2	4					1											22	6.4%						
9-10	E	1	2	3	3	8					2	2	1									22	5.8%						
	S	3		2	1	3					3	2	1									15	4.3%						
10-11	E	2		6	5	5	1				1	3									1	24	6.3%						
	S	3	1	4	3	9	2	1			3	2										28	8.1%						
11-12	E	1		5	7	8					1	1										26	6.8%						
	S	8		7	2	9					1	2										30	8.7%						
12-13	E	6		6	2	5					1										1	25	6.6%						
	S	2	1	4	1	3	1															12	3.5%						
13-14	E	3	2	3	2	2																15	3.9%						
	S	1	1	1		4					1	2										13	3.8%						
14-15	E	4			2	6																17	4.5%						
	S	2	2	4	1	2					2	3										14	4.1%						
15-16	E	6		3	5	6	1	2			2	4		1								30	7.9%						
	S	9	2	5	6	4	1	2			4	1									1	38	11.0%						
16-17	E	4	2	6	4	8					1	3	3		1							33	8.7%						
	S	3	3	4	2	7																20	5.8%						
17-18	E	6	1	4	5	4					1	2	3	1							2	29	7.6%						
	S	8		5	1	2					1	2	1									22	6.4%						
18-19	E	4		5	3	5					1	1	1									19	5.0%						
	S	6	1		1	5					1	1										15	4.3%						
19-20	E	4	1	3	4	4	1															19	5.0%						
	S	4	1	5	1	2					1	4										19	5.5%						
20-21	E	2		4	1	5																13	3.4%						
	S	5		7		4																16	4.6%						
21-22	E	1	1		2	2					1	3										10	2.6%						
	S	2		1	1	1					1											8	2.3%						
22-23	E	1	1	1	1	1																5	1.3%						
	S	1		1																		3	0.9%						
23-24	E																					0	0.0%						
	S																					0	0.0%						
Parcial	E	62	16	72	52	88	4				25	19	27	7	2						6		380	102.1%					
	S	73	18	73	26	78	7				10	26	19	10	3	1					1		345	100.0%					
TOTAL AMBOS SENT.		135	34	145	78	166	11				10	51	38	37	10	3					7		725	725					
		0.1862069	0.046896552	0.2	0.10758621	0.22896552	0.0151724				0.0137931	0.070344828	0.05241379	0.05103448	0.013793	0.00413793					0		0	0.0098552	0	0	0	0	100.0%

*Cleider Vasquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 MARTES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 3  
 FECHA: 19/01/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS CAMIONETAS						VEHÍCULOS PESADOS											TOTAL	%			
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
DIAGRA. VEH.																							
0-1	E																					0	0.0%
0-1	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
1-2	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
2-3	S																					0	0.0%
3-4	E	2				1			2	1												6	1.5%
3-4	S	3		1		1			3													8	2.2%
3-4	E	2				1			1													5	1.2%
4-5	E	2				4		1	1													11	3.0%
4-5	S	3	2			5			1	1	1											14	3.4%
4-5	E	1		2		6	1		6							1						11	3.0%
4-5	S	3	1	5	1	3		2	1	3	1					2						22	5.3%
6-7	E	1	3	2	1	2	1	1	1													12	3.3%
6-7	S	8	2	4	2	4	1	1	1	3	1											21	5.1%
7-8	E	6	2	3	2	6	1		1		2											23	6.3%
7-8	S	8	1	4	1	6			1	4	2											28	6.8%
8-9	E	9	1	3	2	4		2	1	1	2					1						26	7.2%
8-9	S	6	2	8	3	12			2	2	1											36	8.7%
9-10	E	4		3	1	3			2	1	1											15	4.1%
9-10	S	2		5	2	8	1		1	1			1									21	5.1%
10-11	E	2	1	6	3	7	2	1	3	1			1									26	7.2%
10-11	S	2		7	1	6			1	3												20	4.9%
11-12	E	2		5	2	7		1	2	1												20	5.5%
11-12	S	4		6	2	5		1	1	2						1						21	5.1%
12-13	E	2	1	8	1	4	1															17	4.7%
12-13	S	6	2	9	2	4			1													26	6.3%
13-14	E	8	1	5	2	2		1	2	1		2										21	5.8%
13-14	S	3		6	2	3		1	2		1											17	4.1%
14-15	E	2	2	4	1	6			3													18	5.0%
14-15	S	11		6	3	5	1	2	2		1											31	7.5%
15-16	E	7	2	5	1	4	1	1	1	1												23	6.3%
15-16	S	8	2	7	4	7		1	1		1	1										31	7.5%
16-17	E	3	3	13	2	9		1		1		1										33	9.1%
16-17	S	10	1	9	5	7		1		2	1					1						37	9.0%
17-18	E	12		8	1	8			2	2	1											34	9.4%
17-18	S	7		7	3	8			1	1	1											27	6.8%
18-19	E	8	1	2	1	5		1			1											19	5.2%
18-19	S	6	1	7	4	4	1		1	1	1											25	6.1%
19-20	E	4	1	5	1	7		1	1							1						21	5.8%
19-20	S	2		4	1	3																10	2.4%
20-21	E	4		7		4																15	4.1%
20-21	S	1	1		2	2		1	2													9	2.2%
21-22	E	1		1	1	1		1		1												7	1.9%
21-22	S	1	1	1	1	1																5	1.2%
22-23	E	1		1	1	1																3	0.8%
22-23	S																					0	0.0%
23-24	E																					0	0.0%
23-24	S																					0	0.0%
Parcial	E	95	16	96	37	95	4	7	17	18	14	7	2	-	-	4	-	-	-	-	-	412	100.0%
Parcial	S	82	18	87	21	90	7	12	18	14	8	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	363	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		177	34	183	58	185	11	19	35	32	22	10	2	-	-	7	-	-	-	-	-	775	
SENT.		0.2283871	0.043870988	0.236129	0.07463871	0.23870968	0.0141935	0.02451613	0.04516129	0.04129032	0.0283871	0.012903	0.00258065	0	0	0.0090323	0	0	0	0	0	100.0%	

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Cristina Emilia Benavides Núñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 MIERCOLES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 3  
 FECHA: 20/01/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS										TOTAL	%				
		CAMIONETAS						BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER						
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2			2T3	3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
0-1	E																				0	0.0%	
	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
3-4	E	1		1					1													3	0.9%
	S			2		2			1		1											6	1.8%
4-5	E	1	1	2		1		1	1													7	2.0%
	S	1	2	1	1	2				2												9	2.8%
5-6	E	1	1	2		2		1	1	2												10	2.8%
	S	1		4		7																12	3.7%
6-7	E	3		5		3		2		1												16	4.6%
	S	2	2	7	1	1	1	1							1							16	4.9%
7-8	E	3	1	3		2		1		1												13	3.7%
	S	7	1	2	2	2	1			1												16	4.9%
8-9	E	3	1	4	1	3				1												18	5.1%
	S	2	2	6		4				2	2											16	4.9%
9-10	E	5	2	7		6																21	6.0%
	S	2	1	4	3	3				2		1										16	4.9%
10-11	E	1		7		5	1	2														16	4.6%
	S	3		9	3	6	2	2	1	1												28	8.8%
11-12	E	1		13	2	8		1		1	1											27	7.7%
	S	3		9	2	9		1		1												25	7.7%
12-13	E	3	1	5	2	4				1												18	5.1%
	S	6	2	7	1	2	1				2											19	5.8%
13-14	E	4	1	7	2			1		1												16	4.6%
	S	1	1	5				1		1												9	2.8%
14-15	E	4		4	2	1				2		1										14	4.0%
	S	1	3	3	1	6																14	4.3%
15-16	E	5		6	7	5	2	3	1	1												30	8.5%
	S	10	1	6		4		2		1	2		1									27	8.3%
16-17	E	2	2	10	4	6	2		1	1												28	8.0%
	S	1	4	7	2	5		1		1	2											23	7.1%
17-18	E	7	1	8		6		1		1										1		26	7.4%
	S	3		9	1	8		1		1												23	7.1%
18-19	E	9		7	3	12		1		1												33	9.4%
	S	5	1	5	1	8				2	1	1		1								25	7.7%
19-20	E	6	1	8	4	5	2			1										1		28	8.0%
	S	4	1	5	1	6		1		1		1										20	6.1%
20-21	E	1	1	4	1	4				1		1										13	3.7%
	S	3		7		2																12	3.7%
21-22	E	2	1		2	3		1		2												11	3.1%
	S	1		1	1	1		1		1												7	2.1%
22-23	E			1	1	1																3	0.9%
	S	1		1						1												3	0.9%
23-24	E																					0	0.0%
	S																					0	0.0%
Parcial	E	62	14	104	32	77	7	15	14	10	12	2	-	-	-	2	-	-	-	-	-	351	100.0%
	S	57	21	100	20	78	5	11	8	13	10	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	323	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		119	35	204	52	155	12	26	22	23	22	4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	674	100.0%
SENT.		0.1757755	0.051698671	0.3013298	0.07680945	0.22895126	0.0177253	0.03840473	0.032496307	0.03397341	0.03249631	0.005908	0	0	0	0.0044313	0	0	0	0	0	100.0%	

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 JUEVES CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 3  
 FECHA: 21/01/2021

Hora	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						BUS		CAMIÓN			VEHICULOS PESADOS				TOTAL	%					
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	SEMI TRAYLER										
DIAGRA. VEH.				Pick Up	Panel	Rural Combi						2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
0-1	E																				0	0.0%	
0-1	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
1-2	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
2-3	S																					0	0.0%
3-4	E			1		2				1					1							6	1.3%
3-4	S	1		2		2				1												6	1.6%
4-5	E	1	1	2		6		1	1													12	2.7%
4-5	S	1	2	1	1	5				2												12	3.1%
5-6	E	2	1	2		6		1		1	4											17	3.8%
5-6	S	1		4		7																12	3.1%
6-7	E	4		5	1	3		2		1	2											18	4.0%
6-7	S	2	2	7	1	2	1	1		3												19	5.0%
7-8	E	6	1	3	4	4		1		1	1											22	4.9%
7-8	S	7	1	2	2	8	1	1		4	2											28	7.3%
8-9	E	3	1	4	1	6				1	2		1									21	4.7%
8-9	S	2	2	6	2	4				2	2				1							20	5.2%
9-10	E	5	2	7	3	10				3	2	1	1									34	7.5%
9-10	S	2	1	4	1	3				2	2	1	1									17	4.4%
10-11	E	1		7	7	7	1	2		3	1											29	6.4%
10-11	S	3		9	3	9	2	2		3	1											32	8.4%
11-12	E	1		7	7	8		1		1	1	2										28	6.2%
11-12	S	3		9	2	9		1		1	1											26	6.8%
12-13	E	3	1	5	2	4				2	2											19	4.2%
12-13	S	2	2	7	1	2	1	1		1												16	4.2%
13-14	E	3	1	7	2	6		1														20	4.4%
13-14	S	1	1	5		7		1	3	1	2											21	5.5%
14-15	E	4		4	2	8				2	2	1										23	5.1%
14-15	S	2	3	3	1	6				2	2											17	4.4%
15-16	E	10		6	7	8	2	3	1	1	3											41	9.1%
15-16	S	11	1	6	6	4		2		1	2	1			1							36	9.4%
16-17	E	2	2	10	4	10	2			1	1	3	1									36	8.0%
16-17	S	1	4	5	2	7		1	2	1	2	1										26	6.8%
17-18	E	8	1	8	5	5		1	1	4	1											34	7.5%
17-18	S	3		9	1	8		1	2	2	1											27	7.0%
18-19	E	9		10	3	7		1		1	1											32	7.1%
18-19	S	5	1	5	1	5				2	1	1										21	5.5%
19-20	E	8	1	8	4	8	2			1	1											33	7.3%
19-20	S	4	1	5	1	6		1	4	1	1											23	6.0%
20-21	E	1	1	4	1	4					1											12	2.7%
20-21	S	4		7		2									1							14	3.7%
21-22	E	1	1		2	3		1		3												11	2.4%
21-22	S	1		1	1	1		1		1												7	1.8%
22-23	E			1	1	1				1												3	0.7%
22-23	S	1		1						1												3	0.8%
23-24	E																					0	0.0%
23-24	S																					0	0.0%
Parcial	E	72	14	101	56	116	7	15	19	21	26	3	-	-	-	1	-	-	-	-	451	100.0%	
Parcial	S	57	21	98	26	97	5	11	25	24	12	4	-	-	-	3	-	-	-	-	383	100.0%	
TOTAL AMBOS SENT.		129	35	199	82	213	12	26	44	45	38	7	-	-	-	4	-	-	-	-	834	100.0%	
		0.1546763	0.041966427	0.2386091	0.09832134	0.25539568	0.0143885	0.03117506	0.052757794	0.05395683	0.04556355	0.008393	0	0	0	0.0047962	0	0	0	0	100.0%		

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Nuñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRAFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01		CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR																UBICACIÓN: CUADRA 3					
FECHA: 22/01/2021																							
Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						BUS			CAMIÓN			VEHÍCULOS PESADOS				TOTAL	%				
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	SEMI TRAYLER										
DIAGRA. VEH.				Pick Up	Panel	Rural Combi						2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3				
0-1	E																				0	0.0%	
0-1	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
1-2	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
2-3	S																					0	0.0%
3-4	E	1		2				1	1	1	1											7	1.8%
3-4	S		1	1		2		1	1													6	2.0%
4-5	E	1		4		1		1	1	1	1											9	2.4%
4-5	S	1	1	1		1																4	1.4%
5-6	E	1	1	3		4		1	1	1	1											12	3.2%
5-6	S	1		1	1	2	1															6	2.0%
6-7	E	2	1	4	1	2		1		1	1	1			1							15	3.9%
6-7	S	1	2	6	1	5	1			1												17	5.7%
7-8	E	2		7	3	2		1	1													16	4.2%
7-8	S	3	1	2	1	5				1	1											14	4.7%
8-9	E	1	1	8	3	9			1	2	1											26	6.8%
8-9	S	3	1	7	3	4		1		1					1							21	7.1%
9-10	E	1		7	4	13			2	2												29	7.6%
9-10	S	2		4	2	2			2													12	4.1%
10-11	E	3	2	1	6	9			1	1	1											24	6.3%
10-11	S	3	1	3	4	3		1	1	3		1										19	6.4%
11-12	E	1	1	2	6	7			1	1	1											20	5.3%
11-12	S	3		5	1	5			1													15	5.1%
12-13	E	2		7	5	7			2	1					1							25	6.6%
12-13	S	2	1	2	2	2	1		1													11	3.7%
13-14	E	3	2	9	3	8			2	2												29	7.6%
13-14	S	1	1	6	4	3		1	2	1												19	6.4%
14-15	E	4		5	4	3				1												17	4.5%
14-15	S	2		6	6	5			1													20	6.8%
15-16	E	3	1	6	6	4		2	1	1					1							25	6.6%
15-16	S	6	1	4	5	3																19	6.4%
16-17	E	3	1	8	3	2			1	1	1											21	5.5%
16-17	S	4		12	3	3			1													22	7.4%
17-18	E	8	1	7	4	3				1	1											25	6.6%
17-18	S	4	1	10	1	6									1							23	7.8%
18-19	E	3		7	8	2				1	1											22	5.8%
18-19	S	6	1	2		8				2	1											20	6.8%
19-20	E	2	1	12	4	2		1	2	1												25	6.6%
19-20	S	5	1	5		3		1	2	1												18	6.1%
20-21	E	3		4		8				1												16	4.2%
20-21	S	2	1	6	2	4																15	5.1%
21-22	E	3	1	3		4		1		1												13	3.4%
21-22	S	2		3	1	3		1	1													11	3.7%
22-23	E	2		1		1																4	1.1%
22-23	S	1		1				1	1													4	1.4%
23-24	E																					0	0.0%
23-24	S																					0	0.0%
Parcial	E	49	13	107	60	91	-	8	14	20	12	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	380	100.0%
Parcial	S	52	14	87	37	69	3	7	11	11	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	286	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		101	27	194	97	160	3	15	25	31	15	3	-	-	-	5	-	-	-	-	-	676	100.0%
SENT.		0.1494083	0.039940828	0.2969822	0.14349112	0.23668639	0.0044379	0.02218935	0.036982249	0.04585799	0.02218935	0.004438	0	0	0	0.0073964	0	0	0	0	0	100.0%	

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL



*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 SÁBADO CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 3  
 FECHA: 23/01/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%				
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER									
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2			>=3T3			
0-1	E																					0	0.0%		
	S																					0	0.0%		
1-2	E																					0	0.0%		
	S																					0	0.0%		
2-3	E																					0	0.0%		
	S																					0	0.0%		
3-4	E	1		2						1	1											6	1.3%		
	S		1	1		2																4	1.1%		
4-5	E	2		3		1				3	2							1				12	2.6%		
	S	1	1	2		5																9	2.4%		
5-6	E	2	2	4		4		1		2	3	1							2			21	4.5%		
	S	2		3	1	6	1															13	3.5%		
6-7	E	3	1	4	1	5		1		1	1	1							1			19	4.1%		
	S	1	2	6	1	5	1			2												18	4.9%		
7-8	E	3	2	7	3	6		1		1	2											25	5.3%		
	S	3	1	7	1	5				3	1											21	5.7%		
8-9	E	4	1	8	3	9				2	2	1										31	6.6%		
	S	3	1	9	3	4				1									1			22	6.0%		
9-10	E	6	2	6	4	6				2	2											28	6.0%		
	S	2		8	2	2				4												20	5.4%		
10-11	E	3		8	6	9				3												29	6.2%		
	S	3	1	13	4	6		1		3												31	8.4%		
11-12	E	4	1	11	6	9				1	1											33	7.1%		
	S	3		8	1	9																21	5.7%		
12-13	E	2		7	5	7				2	1								1			26	5.6%		
	S	2	1	6	2	10	1			1												23	6.3%		
13-14	E	3	2	9	3	8				1												26	5.6%		
	S	1		6	4	8				1	1											22	6.0%		
14-15	E	4		5	4	10				6	2											31	6.6%		
	S	2		6	6	5				2												21	5.7%		
15-16	E	3		6	6	12		2		4									1			34	7.3%		
	S	6		4	5	3				4												22	6.0%		
16-17	E	3	1	7	3	6				2	3											26	5.6%		
	S	4	3	7	3	6				3												26	7.1%		
17-18	E	8	1	7	4	6				1	1											28	6.0%		
	S	4	1	7	1	6				2	1								1			23	6.3%		
18-19	E	9		7	8	6				1	1											32	6.8%		
	S	6	1	2		8				1	1											18	4.9%		
19-20	E	7	1	6	4	9				1												28	6.0%		
	S	5	1	5		9					1											21	5.7%		
20-21	E	3		4		8					1											16	3.4%		
	S	4	1	6	2	4													1			18	4.9%		
21-22	E	3	1	3		4			1		1											13	2.8%		
	S	2		3	1	3			1		1											11	3.0%		
22-23	E	2		1		1																4	0.9%		
	S	1		1					1		1											4	1.1%		
23-24	E																					0	0.0%		
	S																					0	0.0%		
Parcial	E	75	15	116	60	126	-	6		34	21	3	-	-	-					6	-	468	100.0%		
	S	55	15	110	37	106	3	4		4	26	5	-	-	-					3	-	368	100.0%		
TOTAL AMBOS SENT.		130	30	226	97	232	3	10		60	26	3	-	-	-					9	-	836			
		15.55%	3.59%	27.03%	11.60%	27.75%	0.36%	1.20%		1.20%	7.18%	3.11%	0.36%	0.00%	0.00%	0.00%					1.08%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Nuñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRAFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

ESTACIÓN: 01 DOMINGO CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR UBICACIÓN: CUADRA 3  
 FECHA: 24/01/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						BUS		CAMIÓN					VEHÍCULOS PESADOS				TOTAL	%			
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3			3T2	>=3T3	
DIAGRA. VEH.																							
0-1	E																				0	0.0%	
0-1	S																					0	0.0%
1-2	E																					0	0.0%
1-2	S																					0	0.0%
2-3	E																					0	0.0%
2-3	S																					0	0.0%
3-4	E	2																				2	0.4%
3-4	S		1	2		1																4	0.9%
4-5	E	1		2		3																6	1.2%
4-5	S		1	2	1	2																6	1.3%
5-6	E	2	1	5	2	8																18	3.6%
5-6	S	3		1	1	7	1		1													14	3.1%
6-7	E	5	2	4	3	8			2													24	4.8%
6-7	S	1	2	8	3	6																20	4.4%
7-8	E	4	1	7	4	7		1	2	1												27	5.4%
7-8	S	4	5	6	3	10			2	1												31	6.8%
8-9	E	5	2	9	3	7			3	2												32	6.5%
8-9	S	3	3	8	5	8	1		2	1												29	6.3%
9-10	E	6	3	6	6	8	1	2		1												33	6.7%
9-10	S	2		7	4	6			2													21	4.6%
10-11	E	7	4	7	4	10	1	1	1													35	7.1%
10-11	S	3	1	4	5	4	1	1														21	4.6%
11-12	E	5	3	15	7	8			3	1												42	8.5%
11-12	S	6	1	8	3	5			1	1												25	5.4%
12-13	E	4	2	10	8	8			1	1												33	6.7%
12-13	S	7	2	9	1	7			1	1												29	6.3%
13-14	E	3	1	10	4	8	1	1														28	5.6%
13-14	S	5	1	6	6	7			1		1											29	6.3%
14-15	E	2	3	7	4	13			1		1											30	6.0%
14-15	S	4	1	10	5	10		2	2	1												35	7.6%
15-16	E	5	4	10	5	9			1													34	6.9%
15-16	S	1	3	7	2	10																23	5.0%
16-17	E	3	1	10	2	11			1													28	5.6%
16-17	S	2	5	10	3	14				1												35	7.6%
17-18	E	2	4	9	4	9			2		1											31	6.3%
17-18	S	5	2	13	1	8																29	6.3%
18-19	E	4	1	10	2	13																30	6.0%
18-19	S	2	3	12	3	9			1	1	2											33	7.2%
19-20	E	3	2	8	1	10	1															25	5.0%
19-20	S	4	2	6	4	10			1	2	1	1	1									32	7.0%
20-21	E	3	1	5	2	8																19	3.8%
20-21	S	1		6	1	5			2		2											17	3.7%
21-22	E	2	1	3	1	5		1														13	2.6%
21-22	S	3	1	4	1	4		1	1	1	1											17	3.7%
22-23	E	1		2		3																6	1.2%
22-23	S	2	1	1		2		1	1		1											9	2.0%
23-24	E																					0	0.0%
23-24	S																					0	0.0%
Parcial	E	69	36	139	62	156	4	6	2	16	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	496	100.0%
Parcial	S	58	35	130	52	133	3	7	4	20	10	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	459	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		127	71	269	114	289	7	13	6	36	15	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	955	
SENT.		13.30%	7.43%	28.17%	11.94%	30.26%	0.73%	1.36%	0.63%	3.77%	1.57%	0.73%	0.10%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

*Cleider Vásquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Nuñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRAFICO  
(MTC 2021)

RESPONSABLE: CLEIDER VÁSQUEZ OBLITAS  
 UBICACIÓN DE AV.: MICAELA BASTIDAS, CHOTA, CHOTA, CAJAMARCA

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

ESTACIÓN: 01  
 UBICACIÓN: CUADRA 3

Día	Sentido	VEHICULOS LIGEROS						BUS			CAMIÓN				VEHICULOS PESADOS				TOTAL	%		
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	SEMI TRAYLER			TRAYLER						
DIAGRA. VEH.																						
D1	E	62	16	72	52	88	4	-	25	19	27	7	2	-	-	6	-	-	-	-	380	6.9%
	S	73	18	73	26	78	7	10	26	19	10	3	1	-	-	1	-	-	-	-	345	6.3%
D2	E	95	16	96	37	95	4	7	17	18	14	7	2	-	-	4	-	-	-	-	412	7.5%
	S	82	18	87	21	90	7	12	18	14	8	3	-	-	-	3	-	-	-	-	363	6.6%
D3	E	62	14	104	32	77	7	15	14	10	12	2	-	-	-	2	-	-	-	-	351	6.4%
	S	57	21	100	20	78	5	11	8	13	10	2	-	-	-	1	-	-	-	-	326	6.0%
D4	E	72	14	101	56	116	7	15	19	21	26	3	-	-	-	1	-	-	-	-	451	8.2%
	S	57	21	98	26	97	5	11	25	24	12	4	-	-	-	3	-	-	-	-	383	7.0%
D5	E	49	13	107	60	91	-	8	14	20	12	3	-	-	-	3	-	-	-	-	380	6.9%
	S	52	14	87	37	69	3	7	11	11	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	296	5.4%
D6	E	75	15	116	60	126	-	6	6	34	21	3	-	-	-	6	-	-	-	-	468	8.5%
	S	55	15	110	37	106	3	4	4	26	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	368	6.7%
D7	E	69	36	139	62	156	4	6	2	16	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	496	9.1%
	S	58	35	130	52	133	3	7	4	20	10	6	1	-	-	-	-	-	-	-	459	8.4%
TOTAL	E	484	124	735	359	749	26	57	97	138	117	26	4	-	-	22	-	-	-	-	2,938	53.6%
	S	434	142	685	219	651	33	62	96	127	58	18	2	-	-	13	-	-	-	-	2,540	46.4%

Cleider Vásquez Oblitas  
 BACH. INGENIERO CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Núñez  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO Nº 1.1 A

Nº	Peaje	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre		Octubre		Noviembre		Promedio	Total		
		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros		Ligeros				Ligeros	Ligeros
		FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC	FC			FC	FC										
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000													
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000													
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000													
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0621	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000													
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000													
6	BAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000													
7	BANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000													
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000													
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000													
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000													
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000													
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000													
13	CHALHUAPUQUJO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000													
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000													
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000													
16	CHILLOQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.8915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000													
17	CHULLCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000													
18	CIUDAD DE DÍOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0684	0.6549	1.0000													
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000													
20	CORCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000													
21	CUCULLI	0.9888	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000													
22	DESIMO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000													
23	DESIMO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000													
24	EL PISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000													
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000													
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000													
27	HUACRAPUQUJO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000													
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000													
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8888	1.0000													
30	LAVE	1.0094	0.9590	0.9786	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000													
31	LO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000													
32	HUAYAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000													
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000													
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000													
35	MACHUANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0881	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7589	1.0000													
36	MARDONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000													
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.1618	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000													
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000													
39	MOJOC	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000													
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0468	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0000													
41	MORDOPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000													
42	MOTOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000													
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000													
44	PACANQUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000													
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9894	1.0000													
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000													
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000													
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000													
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000													
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0385	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000													
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.6733	1.0000													
52	PICHINCHA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0652	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000													
53	PURIA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000													
54	BLANCON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000													
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000													
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0896	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000													
57	POZO REDONDO	0.9236	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0899	1.0385	1.0403	1.1099	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000													
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4681	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000													
59	QUILCA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000													
60	QUIMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000													
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000													
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000													
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000													
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000													
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0850	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000													
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0852	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0582	1.0482	0.9383	1.0000													
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000													
68	SODOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000													
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0811	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000													
70	TOMASRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	1.0303	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000													
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000													
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000													

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO N° 1.1 B

Codigo	Peaje	ENEIRO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	MESES	TOTALES
		Peajados FC												
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0487	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000
5	AYAWIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000
6	BIMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0853	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000
7	BANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9651	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0641	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9675	0.8133	1.0000
9	CASARACRA	1.1123	0.9819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAO	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9501	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9884	1.0000
11	CASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9458	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9630	0.9674	0.8073	1.0000
16	CHILLEORI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHILUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9803	0.9195	0.8980	0.7998	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0887	0.8376	0.8101	0.6539	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0800	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYDVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9719	0.9314	0.7892	1.0000
21	SUCULLI	0.9544	1.0469	1.1892	1.1610	1.0761	0.9789	0.9835	0.9222	0.9394	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000
22	DESVIDO DE MOS	1.0670	1.0554	1.0807	1.0657	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9507	0.9510	0.8440	1.0000
23	DESVIDO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9568	1.0000
24	EL PISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	EL PARAISO	1.0139	0.9809	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9588	0.9574	0.9592	0.8049	1.0000
26	HUATALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9889	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000
27	HUACRAPOJICO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000
30	LAKE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000
31	LO	1.0689	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000
32	HUAYAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2084	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000
35	MAGUIANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0695	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000
39	MOYCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9850	0.9841	0.9485	0.6739	1.0000
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.6286	1.0000
41	MORCOPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9880	0.9971	0.9583	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9695	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000
44	PACHAQUELLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0566	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9393	1.0005	1.0000
46	PATA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000
47	PAMPA QUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7971	0.7828	0.8073	1.0000
50	PETAHUASI	1.0842	1.0620	1.0895	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8892	0.9068	0.7907	1.0000
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000
52	PICHINCHA	1.0749	1.0719	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000
53	PURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000
54	PUNAHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9438	0.8043	1.0000
56	PONCO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9790	0.9737	0.9432	1.0000
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8858	0.9105	0.9502	1.0000
59	QUIBILLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000
60	QUIMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000
62	SAN CABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9266	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAMAYO	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000
67	SICAPAYAN	1.1224	1.0194	1.0416	1.0832	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000
68	SODOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9663	1.0190	0.9775	1.0000
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0893	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9787	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7671	1.0000
73	UCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	1.0000
74	VARIANTE DE PASAMAYO</													

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

  
**Cleider Vasquez Oblitas**  
 BACH. INGENIERO CIVIL

  
  
**Claudia Emilia Benavidez Nuñez**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 17682..



**ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)**

**1. GENERALIDADES**

<b>Departamento:</b>	<b>Cajamarca</b>
<b>Provincia:</b>	<b>Chota</b>
<b>Distrito:</b>	<b>Chota</b>
<b>Horizonte del proyecto (en años):</b>	<b>20 años</b>

**Croquis de la estación**



**1.1 Determinación del tráfico actual**

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

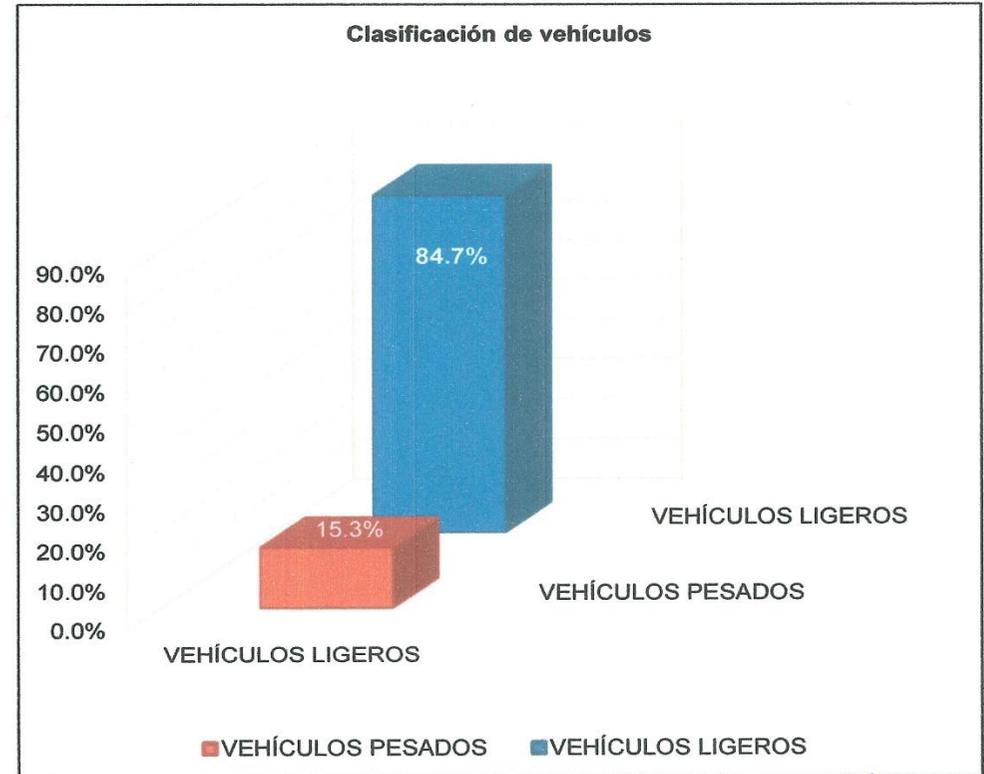
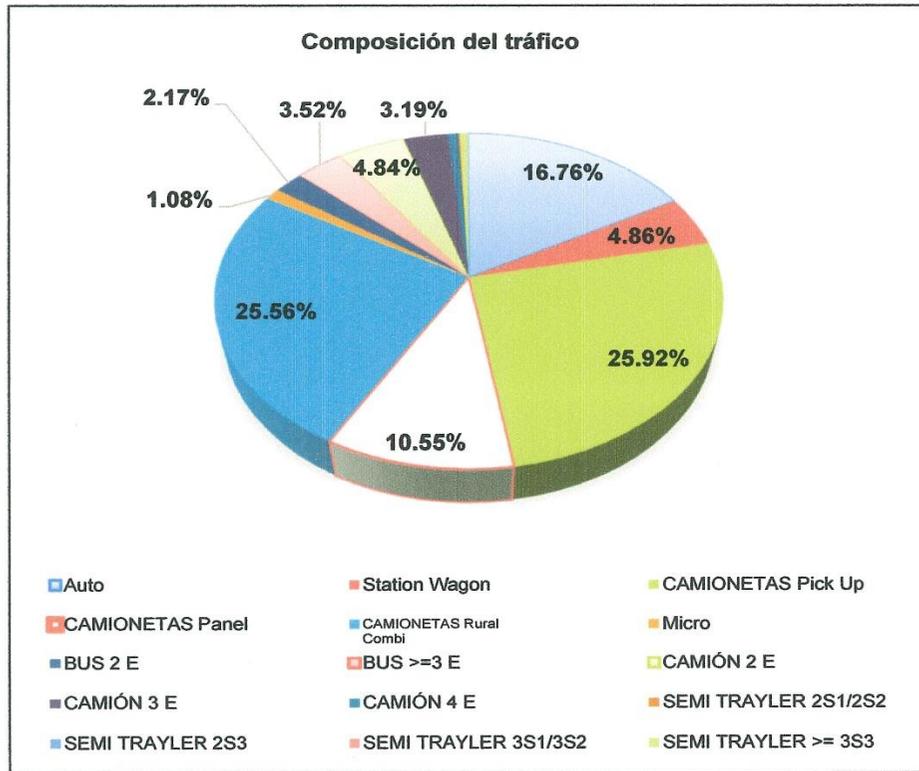
RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR																					
Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS												TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER			TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2		
D1	18/01/2021	135	34	145	78	166	11	10	51	38	37	10	3	-	-	7	-	-	-	725	13.2%
D2	19/01/2021	177	34	183	58	185	11	19	35	32	22	10	2	-	-	7	-	-	-	775	14.1%
D3	20/01/2021	119	35	204	52	155	12	26	22	23	22	4	-	-	3	-	-	-	677	12.4%	
D4	21/01/2021	129	35	199	82	213	12	26	44	45	38	7	-	-	4	-	-	-	834	15.2%	
D5	22/01/2021	101	27	194	97	160	3	15	25	31	15	3	-	-	5	-	-	-	676	12.3%	
D6	23/01/2021	130	30	226	97	232	3	10	10	60	26	3	-	-	9	-	-	-	836	15.3%	
D7	24/01/2021	127	71	269	114	289	7	13	6	36	15	7	1	-	-	-	-	-	955	17.4%	
TOTAL		918	266	1.420	578	1.400	59	119	193	265	175	44	6	-	-	35	-	-	-	5.478	100.0%
PORCENTAJE		84.7%						15.3%													

*Cleider Obispo Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)



*Cleider Vásquez Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL

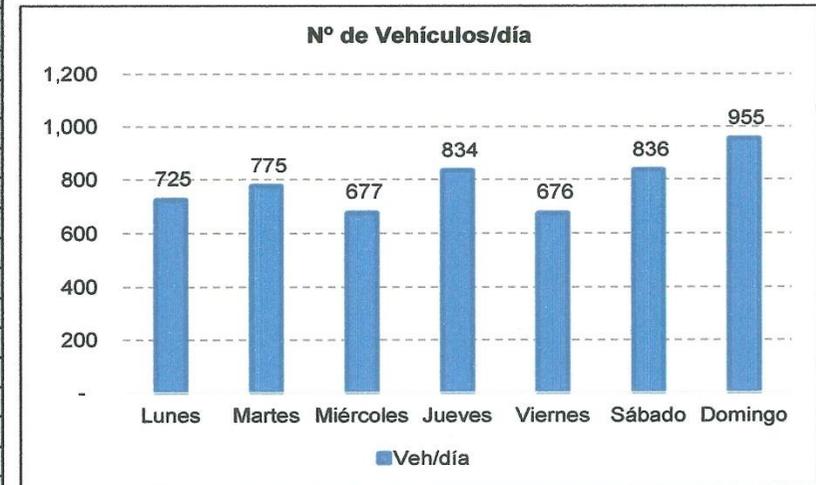
*Cleider Vásquez Oblitas*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824



**ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)**

Tipo de vehículos		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	TOTAL	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	
	CAMIONETAS	Pick Up	145	183	204	199	194	226	269	1,420
		Panel	78	58	52	82	97	97	114	578
		Rural Combi	166	185	155	213	160	232	289	1,400
	Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	10	19	26	26	15	10	13	119
		>=3 E	51	35	22	44	25	10	6	193
	CAMIÓN	2 E	38	32	23	45	31	60	36	265
		3 E	37	22	22	38	15	26	15	175
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	3	2	-	-	-	-	1	6
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	-	35
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>725</b>	<b>775</b>	<b>677</b>	<b>834</b>	<b>676</b>	<b>836</b>	<b>955</b>	<b>5.478</b>	

**Variación diaria del tráfico vehicular actual  
(junio 2019)**



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:  
 F.C.E. Vehículos pesados:

1.022	1.1 FC
1.089	1.1 FC

*Cleider Vasquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Nuñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{\sum Vi}{7}$$

$$IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde:  $IMD_S$  = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

$IMD_A$  = Índice Medio Anual

$V_i$  = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

$FC$  = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos		Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL SEMANA	IMD <sub>S</sub>	FC	IMD <sub>A</sub>	Distribución (%)	
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo						
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	177	119	129	101	130	127	918	131	1.02	135	16.6	
	Station Wagon	34	34	35	35	27	30	71	266	38	1.02	39	4.8	
	CAMIONETAS	Pick Up	145	183	204	199	194	226	269	1420	203	1.02	208	25.5
		Panel	78	58	52	82	97	97	114	578	83	1.02	85	10.4
		RuralCombi	166	185	155	213	160	232	289	1400	200	1.02	205	25.2
	Micro	11	11	12	12	3	3	7	59	8	1.02	9	1.1	
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	10	19	26	26	15	10	13	119	17	1.09	19	2.3
		>=3 E	51	35	22	44	25	10	6	193	28	1.09	31	3.8
	CAMIÓN	2 E	38	32	23	45	31	60	36	265	38	1.09	42	5.2
		3 E	37	22	22	38	15	26	15	175	25	1.09	28	3.4
		4 E	10	10	4	7	3	3	7	44	6	1.09	7	0.9
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	3	2	-	-	-	-	1	6	1	1.09	1	0.1
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
		>= 3S3	7	7	3	4	5	9	-	35	5	1.09	6	0.7
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1.09	0	0.0
TOTAL		725	775	677	834	676	836	955	5,478	783		815	100.0	

*Cleider Vasquez Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL



*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824

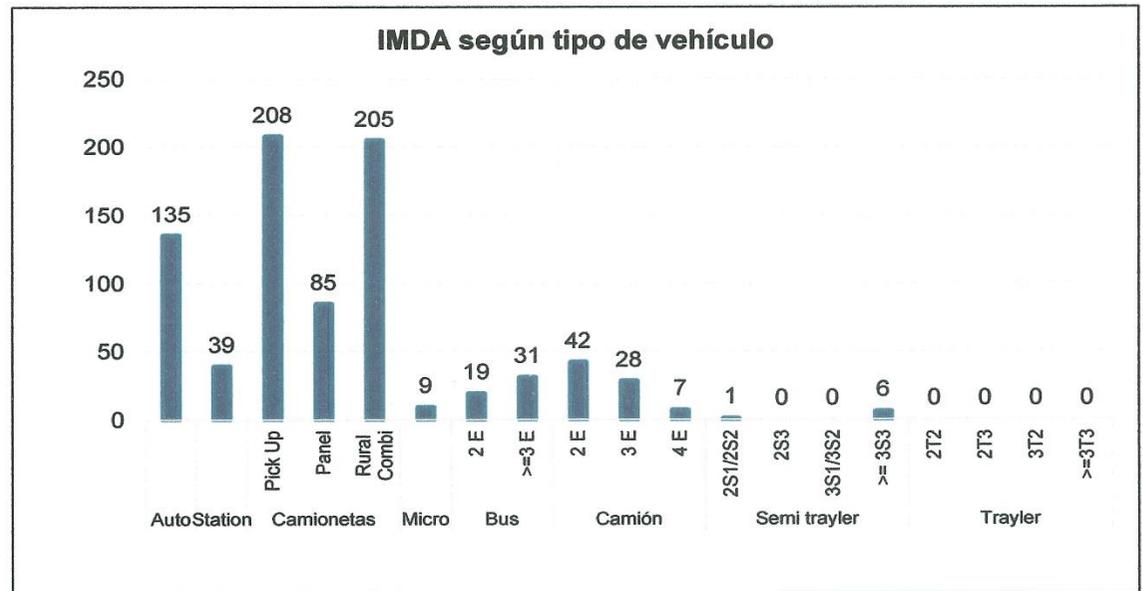


**ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)**

**2. ANALISIS DE LA DEMANDA**

**2.1 Demanda Actual**

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo				
Tipo de vehículos		IMD	Distribución (%)	
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto	135	16.6	
	Station	39	4.8	
	Camionetas	Pick Up	208	25.5
		Panel	85	10.4
		Rural	205	25.2
		Combi		
Micro	9	1.1		
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	19	2.3
		>=3 E	31	3.8
	Camión	2 E	42	5.2
		3 E	28	3.4
		4 E	7	0.9
	Semi trayler	2S1/2S2	1	0.1
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	6	0.7
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	0	0.0
	<b>TOTAL</b>		<b>815</b>	<b>100.0</b>



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :  
**815 veh/día**

*Cleider Vasquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Nuñez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824



**ESTUDIO DE TRÁFICO  
(MTC 2020)**

**2.2 Demanda Proyectada**

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:  $T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día  
 $T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día

n = año futuro de proyección  
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x |  $r_{vp} = 0.57\%$  (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de pasajeros)**)  
 $r_{vc} = 1.29\%$  (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de **(para vehículos de carga)**)

**Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto**

Tipo de Vehículo		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
<b>Tráfico Normal</b>		815	819	825	832	837	842	848	857	862	866	874
Auto		135	136	137	137	138	139	140	141	141	142	143
Station Wagon		39	39	39	40	40	40	40	41	41	41	41
CAMIONETAS	Pick Up	208	209	210	212	213	214	215	217	218	219	220
	Panel Rural	85	85	86	86	87	87	88	88	89	89	90
	Combi	205	206	207	209	210	211	212	213	215	216	217
Micro		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
BUS	2 E	19	19	19	20	20	20	21	21	21	21	22
	>=3 E	31	31	32	32	33	33	33	34	34	35	35
CAMIÓN	2 E	42	43	43	44	44	45	45	46	47	47	48
	3 E	28	28	29	29	29	30	30	31	31	31	32
	4 E	7	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>= 3S3	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cleider Obispo Oblitas  
 BACH. INGENIERO CIVIL

Claudia Emilia Benavides Núñez  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 17682

## DATOS PARA EL CÁLCULO ESAL'S

### 1. Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño:

Cuadro 6.1  
Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado (Fd x Fc para carril de diseño)
1 calzada (para MDA total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.60	0.40
2 calzadas con separador central (para MDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.60	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Número de calzadas: 1  
 Número de sentidos: 2  
 Número de carriles por senti: 1

Factor direccional (Fd) 0.5

Factor carril (Fc) 1

### 2. Tasas de crecimiento y proyección

PERIODO DE DISEÑO n= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:

$T_n$  = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día  
 $T_0$  = Tránsito actual (año base) en veh/día  
 n = Periodo de diseño  
 r = tasa anual de crecimiento de tránsito

$$Fca_n = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Tasa de Crecimiento por región en %

$r_{vp} = 0.57\%$  (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población)  
 $r_{vc} = 1.29\%$  (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional)  
 3%

Fca= 21.1304553 (para vehículos de pasajeros)  
 Fca= 22.6595716 (para vehículos de carga)

### 3. Número de repeticiones de ejes equivalentes

Cuadro 6.3  
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (E) Para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>2.25t</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>2</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>T1</sub> )	EE <sub>T1</sub> = [ P / 14 ] <sup>1</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>T2</sub> )	EE <sub>T2</sub> = [ P / 15 ] <sup>1</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>M1</sub> )	EE <sub>M1</sub> = [ P / 20 ] <sup>1</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>M2</sub> )	EE <sub>M2</sub> = [ P / 21 ] <sup>1</sup>

P = peso real por eje en toneladas

Cuadro 6.4  
Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) Para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE <sub>3.25t</sub> )
Eje Simple de ruedas simples (EE <sub>S1</sub> )	EE <sub>S1</sub> = [ P / 6.0 ] <sup>1</sup>
Eje Simple de ruedas dobles (EE <sub>S2</sub> )	EE <sub>S2</sub> = [ P / 8.2 ] <sup>2</sup>
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>T1</sub> )	EE <sub>T1</sub> = [ P / 13.0 ] <sup>1</sup>
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>T2</sub> )	EE <sub>T2</sub> = [ P / 13.3 ] <sup>1</sup>
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE <sub>M1</sub> )	EE <sub>M1</sub> = [ P / 16.0 ] <sup>1</sup>
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE <sub>M2</sub> )	EE <sub>M2</sub> = [ P / 17.5 ] <sup>1</sup>

P = peso real por eje en toneladas



*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
**INGENIERA CIVIL**  
 REG. CIP 176624

*Cleider Vásquez Oblitas*  
**BACH. INGENIERO CIVIL**

Tipo de vehículo		Tipo	Número	Carga	f	f
		Eje	Llantas	Eje Tn		
Vehículos ligeros	Autos	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Station	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Pick Up	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Panel	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
	Combi	Simple	2	1	0.000436385	0.001
		Simple	2	1	0.000436385	
Buses	B2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	B3	Simple	2	7	1.272834178	3.071
Camiones		TANDEM	6	15	1.798069265	
	C2	Simple	2	7	1.272834178	3.529
		Simple	4	10	2.256125246	
	C3	Simple	2	7	1.272834178	3.406
		TANDEM	8	16	2.133537109	
Semi Trayler	C4	Simple	2	7	1.272834178	4.958
		TRIDEM	10	23	3.685352143	
	2S1	Simple	2	7	1.272834178	5.785
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	2S3	Simple	2	7	1.272834178	6.513
		Simple	4	10	2.256125246	
		TRIDEM	12	23	2.983727447	
	3S1	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
	3S2	Simple	2	7	1.272834178	5.662
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		TANDEM	8	10	2.256125246	
>=3S3	Simple	2	7	1.272834178	6.390	
	TANDEM	8	16	2.133537109		
	TRIDEM	12	23	2.983727447		
Trayler	2T2	Simple	2	7	1.272834178	8.041
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	2T3	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
		TANDEM	8	16	2.133537109	
	3T2	Simple	2	7	1.272834178	7.919
		TANDEM	8	16	2.133537109	
		Simple	4	10	2.256125246	
		Simple	4	10	2.256125246	
	>=3T3	Simple	2	7	1.272834178	7.796
	TANDEM	8	16	2.133537109		
	Simple	4	10	2.256125246		
	TRIDEM	8	16	2.133537109		



*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
**Claudia Emilia Benavidez Núñez**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824

*Cleider Vasquez Oblitas*  
**Cleider Vasquez Oblitas**  
 BACH. INGENIERO CIVIL

Tipo de vehículo		f
Vehículos ligeros	Autos	0.001
	Station	0.001
	Pick Up	0.001
	Panel	0.001
	Combi	0.001
	Micro	0.001
Buses	B2	3.529
	B3	3.071
Camiones	C2	3.529
	C3	3.406
	C4	4.958
Semi Traylor	2S1	5.785
	2S2	5.662
	2S3	6.513
	3S1	5.662
	3S2	5.662
	>=3S3	6.390
Traylor	2T2	8.041
	2T3	7.919
	3T2	7.919
	>=3T3	7.796

#### 6 ) CODIGO DE EJE CARGADO

L2 = tipo de eje en contacto con el pavimento

L2 = 1	eje simple
L2 = 2	eje tandem
L2 = 3	eje tridem



*Claudia*  
**Claudia Emilia Bonaventura Núñez**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 178824

*Ceider*  
**Ceider Vázquez Oblitas**  
 BACH. INGENIERO CIVIL



## CALCULO DE ESAL

CÁLCULO DE ESAL'S O rep EE8.2Tn.

$$EE = N^{\circ} \text{ Vehículos según tipo} * \text{Factor de Carga} * \text{Factor de Presión de Llantas}$$

	Tipo de vehículos		IMDa	Fc	Factor de presión de llantas	EE	Factor direccional	Factor carril	EE dia carril	Fact. Crecimiento	N° rep. EE
Vehículos ligeros	Auto		135	0.0009	1.00	0.12	0.5	1.00	0.0600	21.1305	462.76
	Station		39	0.0009	1.00	0.03	0.5	1.00	0.0150	21.1305	115.69
	Camionetas	Pick Up	208	0.0009	1.00	0.18	0.5	1.00	0.0900	21.1305	694.14
		Panel	85	0.0009	1.00	0.07	0.5	1.00	0.0350	21.1305	269.94
		Rural Combi	205	0.0009	1.00	0.18	0.5	1.00	0.0900	21.1305	694.14
	Micro		9	0.0009	1.00	0.01	0.5	1.00	0.0050	21.1305	38.56
Vehículos pesados	Bus	2 E	19	3.5290	1.00	67.05	0.5	1.00	33.5250	22.6596	277276.68
		>=3 E	31	3.0709	1.00	95.2	0.5	1.00	47.6000	22.6596	393687.40
	Camión	2 E	42	3.5290	1.00	148.22	0.5	1.00	74.1100	22.6596	612944.81
		3 E	28	3.4064	1.00	95.38	0.5	1.00	47.6900	22.6596	394431.76
		4 E	7	4.9582	1.00	34.71	0.5	1.00	17.3550	22.6596	143538.76
	Semi trayer	2S1/2S2	1	5.7851	1.00	5.79	0.5	1.00	2.8950	22.6596	23943.80
		2S3	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3S1/3S2	0	6.5127	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>= 3S3	6	5.6625	1.00	33.97	0.5	1.00	16.9850	22.6596	140478.58
	Trayer	2T2	0	5.6625	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		2T3	0	6.3901	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		3T2	0	8.0412	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
		>=3T3	0	7.9186	1.00	0	0.5	1.00	0.0000	22.6596	0.00
	IMDA			815	TOTAL						TP6

*Cleider Vásquez Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824

**1. Periodo de diseño**

PERIODO DE DISEÑO n= 20 años

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO
Urbana con altos volúmenes de tránsito	30 - 50 años
Interurbana con altos volúmenes de tránsito	20 - 50 años
Pavimentada con bajos volúmenes de tránsito	15 - 25 años
Revestidas con bajos volúmenes de tránsito	10 - 20 años

2. Tránsito ESALS 1988577.02 EE

**3. Serviciabilidad**

Según MTC para T7 Pi= 4.3 Seviabilidad inicial  
Pt = 2.5 seviabilidad final

INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL	
Po = 4.5 para pavimentos rígidos	
Po = 4.2 para pavimentos flexibles	

INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL	
Pt = 2.5 o más para caminos muy importantes	
Pt = 2.0 para caminos de tránsito menor	

$\Delta PSI = P_o - P_t = 1.8$

**4. La confiabilidad "R" y la desviación estándar (So)**

**DETERMINACION DE LA CONFIABILIDAD Y DESVIACION ESTÁNDAR**

**4.1) CONFIABILIDAD**

TIPO DE CARRETERA	NIVELES DE CONFIABILIDAD R	
	Urbanas	Rurales
Interestatales y arterias principales	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80
R = 85		

**4.2) DESVIACION ESTANDAR NORMAL**

DESVIACION ESTANDAR NORMAL, VALORES A LOS NIVELES SELECCIONADOS DE CONFIABILIDAD D R (%) (ZR)	
50	0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.036
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

**Cuadro 14.5**  
Valores recomendados de Nivel de Confiabilidad (R) y Desviación Estándar Normal (Zr) Para una sola etapa de 20 años según rango de Tráfico

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)	DESVIACION ESTANDAR NORMAL (ZR)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T <sub>0</sub>	100,000	150,000	65%	-0.385
	T <sub>10</sub>	150,001	300,000	70%	-0.524
	T <sub>20</sub>	300,001	500,000	75%	-0.674
	T <sub>30</sub>	500,001	750,000	80%	-0.842
	T <sub>40</sub>	750,001	1,000,000	80%	-0.842
Resto de Caminos	T <sub>50</sub>	1,000,001	1,500,000	85%	-1.036
	T <sub>60</sub>	1,500,001	3,000,000	85%	-1.036
	T <sub>70</sub>	3,000,001	5,000,000	85%	-1.036
	T <sub>80</sub>	5,000,001	7,500,000	90%	-1.282
	T <sub>90</sub>	7,500,001	10,000,000	90%	-1.282
	T <sub>100</sub>	10,000,001	12,500,000	90%	-1.282
	T <sub>110</sub>	12,500,001	15,000,000	90%	-1.282
	T <sub>120</sub>	15,000,001	20,000,000	90%	-1.282
	T <sub>130</sub>	20,000,001	25,000,000	90%	-1.282
	T <sub>140</sub>	25,000,001	30,000,000	90%	-1.282
T <sub>150</sub>	>30,000,000		95%	-1.645	

Fuente: Elaboración Prop. en base a datos de la Guía AASHTO'93

*Cleider Vasquez Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavidez Núñez*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824

$$Z_r = -1.036$$

#### 4.3) ERROR ESTANDAR COMBINADO $S_o$

TIPO	( $S_o$ )
Pavimentos Rígidos	0.30 - 0.40
Construcción Nueva	0.35
En Sobre Capas	0.40
<b><math>S_o =</math></b>	<b>0.3</b>

#### 5. Módulo de ruptura (MR)

##### 5.1) MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO

Concreto  $f_c =$  **250.00** kg/cm<sup>2</sup>  
 $E_c = 57000 (f_c)^{0.5}$   
 $E_c =$  3398928.694 psi = 23452.6 Mpa

##### 5.2) MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Concreto  $f_c =$  **250.00** kg/cm<sup>2</sup>  
 $S'c = a(f_c)^{0.5}$   
 $S'c =$  536.7 psi = 3.70 Mpa

$$7 \leq K \leq 12$$

#### 6. Drenaje (Cd)

CALIDAD DEL DRENAJE	TIEMPO QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Mediano	1 semana
Malo	1 mes
Muy malo	el agua no evacua

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad proximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 25%
Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
<b>Mediano</b>	<b>1.15 - 1.10</b>	<b>1.10 - 1.00</b>	<b>1.00 - 0.90</b>	<b>0.90</b>
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

$$C_d = 0.95$$

#### 7. Coeficiente de transferencia de carga (J)

Valores de coeficiente de transmisión de carga

Tipo de Pavimento	Hombro			
	Elemento de transmisión de carga			
	Con. Asfáltico		Con. Hidráulico	
	SI	NO	SI	NO
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	2.5 - 3.1	3.6 - 4.2
Reforzado continuo	2.9 - 3.2	---	2.3 - 2.9	---

$$J = 2.90$$



*Claudia Emilia Benavidez Méndez*  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824

*Cleider Vasquez Oblitas*  
 BACH. INGENIERO CIVIL



VALOR K (Kg/cm <sup>3</sup> )	VALOR DE K DE SUBRASANTE INCREMENTADA				
	10 cm	15 cm	20 cm	22.5 cm	30 cm
1.4	1.82	2.1	2.29	2.38	3.08
2.8	3.64	3.92	4.29	4.48	5.32
5.6	6.16	6.47	7.2	7.56	8.96
8.4	8.96	9.24	9.99	10.36	12.04

Considerando:

$$\text{Base } e = 20 \text{ cm}$$

Interpolando tenemos

$$K(\text{kg/cm}^3) \quad e = 0.20$$

$$\begin{array}{cc} 2.8 & 4.29 \\ 4.48 & K \\ 5.6 & 7.2 \end{array}$$

$$K = ((7.2 * (2.8 - 4.48) - 4.29 * (5.6 - 4.48)) / (2.8 - 5.6))$$

$$K = 6.04 \text{ Kg/cm}^3$$

$$K = 6.04 \text{ kg/cm}^3 \quad \rightarrow K = 60.26 \text{ Mpa/m}$$

  
 Cleider Vázquez Oblitas  
 BACH. INGENIERO CIVIL

  
 Claudia Emilia Benavides Nuñez  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. CIP 176824

**DETERMINACION DEL ESPESOR DE PAVIMENTO POR LA FORMULA AASHTO**

**CÁLCULO DE DISEÑO DE ESPESOR DE PAVIMENTO SEGÚN EL METODO AASHTO - 93**

Es uno de los metodos mas utilizados y de mayor satisfaccion a nivel internacional para el diseño de pavimentos rígidos. Dado que investigación de la autopista AASHTO en diferentes circuitos es desarrollado en función a un método experimental, con una profunda

**FORMULA GENERAL AASHTO**

$$\text{Log}_{10}(W18) = Z_r \times S_o + 7.35 \times \text{Log}_{10}(D + 1) - 0.06 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{1 + \frac{1.624 \times 10^{-7}}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times P_t) \times \text{Log}_{10}\left[215.63 \frac{S'_c \times C_d \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times (D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/K)^{0.25}})}\right]$$

Donde:

- D = Espesor de la losa del pavimento en (in)
- W18 = Tráfico (Número de ESAL's)
- Zr = Desviación Estándar Normal
- So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico
- ΔPSI = Diferencia de Serviciabilidad (Po-Pt)
- Po = Serviciabilidad Inicial
- Pt = Serviciabilidad Final
- S'c = Módulo de Rotura del concreto en (psi).
- Cd = Coeficiente de Drenaje
- J = Coeficiente de Transferencia de Carga
- Ec = Módulo de Elasticidad de concreto
- K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (psi).

**Datos de diseño**

Tráfico (ESAL's)	W18 =	1988577.02	
Índice de serviciabilidad inicial ( Po)	Po=	4.3	
Índice de serviciabilidad final ( Pt)	Pt =	2.5	
Diferencia de serviciabilidad (Po - Pt)	ΔPSI =	1.8	
Módulo de ruptura (S'c)	S'c = Mr =	3.70	Mpa
Módulo de elasticidad (Ec)	Ec =	23453	Mpa
Módulo de resistencia de la subrasante (K)	K =	60.26	Mpa/m
Coeficiente de transferencia de carga (J)	J =	2.90	
Coeficiente de drenaje (Cd)	Cd =	0.95	
Nivel de confiabilidad (R)	R =	85	
Desviación estándar normal (Zr)	ZR =	-1.036	
Error estándar combinado (So)	So =	0.3	

Valores por tanteo:

D =	???	mm	por tanteo
D =	200,00	mm	
D =	20,00	cm	

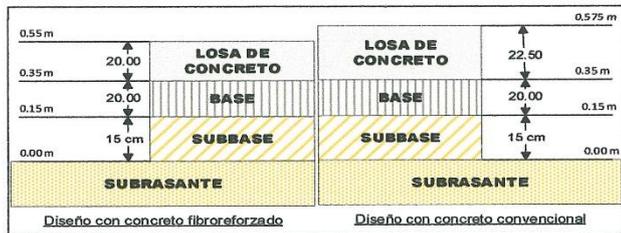
RESOLVIENDO:

1er miembro	=	Segundo miembro				
6.30	=	-0.3108	+	6.904211251	+	-0.19204191
6.30	=	6.31			+	-0.09270139

OK

FINALMENTE EL DISEÑO DE PAVIMENTO ADOPTADO SERÁ:

- Losa de Concreto $f_c = 250 \text{ Kg/cm}^2$	e =	0.200 m
- Base Granular (afirmado)	e =	0.200 m
- Sub Base Granular(over)	e =	0.150 m
<b>TOTAL</b>	e =	<b>0.550 m</b>



*Cleider Vasquez Oblitas*  
BACH. INGENIERO CIVIL

*Claudia Emilia Benavides Nuñez*  
INGENIERA CIVIL  
REG. CIP 176824