



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Escuela académico profesional de Ingeniería Civil**

**VENTAJAS COMPARATIVAS DE
RESISTENCIA Y ECONÓMICA, DE CONCRETO
CON FIBRAS METÁLICAS Y CONVENCIONAL,
FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA
CANTERA RIO SECO,
HUAURA-2021**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
JARA NIETO GUSTAVO ADOLFO**

**ASESOR
ING. MAG. RUBEN DARIO ARANDA LEIVA**

**HUARAZ – PERÚ
2022**

i



DEDICATORIA

A mis padres Elías Primitivo Jara Pablo y Rosa Zenaida Nieto Cisneros, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y recursos para lograrlo; por su apoyo incondicional para llegar a ser un profesional de bien para nuestra sociedad

A mis hermanas y hermano, por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año de mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTO

Agradecer el apoyo incondicional del Ing. Mag. **RUBEN DARIO ARANDA LEIVA** que por su soporte y amplio conocimiento pude culminar mi presente investigación.

INDICE

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE	iv
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xiv
RESUMEN	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPITULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1. Antecedentes del Problema.....	1
1.2. Situación Problemática.	3
1.3. Formulación del Problema.....	4
1.4. Objetivo de la Investigación	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. Justificación	5
1.6. Hipótesis	5
1.6.1. Hipótesis General.....	5

1.6.2. Hipótesis Específica.....	6
1.6.3. Variables y Operacionalización de Variables.....	6
CAPITULO II.....	7
2. MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	7
2.2. Bases Teóricas	10
2.3. Concreto.....	11
2.3.1. Generalidades.....	11
2.3.2. Relación Agua Cemento	29
2.3.3. Slump	33
2.3.4. Pesos Unitarios de Agregados Fino Y Grueso.....	33
2.3.5. Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.....	34
2.3.6. Tamaño Máximo Nominal.....	34
2.3.7. Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y Grueso.....	34
2.3.8. Consideraciones Básicas Para el Diseño de una Mezcla de Concreto.....	36
2.3.9. Probeta De Concreto	45
2.3.10. Costo de Fabricación del Concreto	46
2.3.11. Diseño de Mezcla Para Cada Resistencia	47
2.4. Fibra Metálica.....	57
2.4.1. Tipos de Fibra	57
2.4.2. Concreto Reforzado con Fibras Metálicas.....	61

2.4.3. Diseño de Mezcla para cada Resistencia con Fibras Metálicas.....	65
2.5. Ensayo de Resistencia a Compresión y Flexión	101
2.5.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión.....	101
2.5.2. Ensayo de Resistencia a la Flexión	102
2.3.4. Resultados de los Ensayos a Flexión	106
CAPITULO III.....	109
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	109
3.1. Ámbito de Estudio	109
3.2. Tipo de Investigación	109
3.3. Nivel De Investigación	109
3.4. Método de Investigación.....	110
3.5. Diseño de Investigación.....	111
3.6. Población, Muestra y Muestreo	111
3.6.1. Población.....	111
3.6.2. Muestra	112
3.7. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	113
3.7.1. Técnica.....	113
3.7.2. Instrumento	114
3.8. Procedimiento de Recolección de Datos	115
3.9. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.....	115
3.9.1. Técnica de Procesamiento.....	115
3.9.2. Análisis de los Datos.....	116

CAPITULO IV.....	117
4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	117
4.1. Técnica de Análisis de Datos.....	117
4.2. Resultados.....	120
4.2.1. Resultados de la Influencia de las Fibras Metálicas en la Resistencia a la Compresión Comparado con el Concreto Convencional	120
4.2.2. Resumen de los resultados a compresión y gráficos para cada caso..	148
4.2.3. Porcentaje para Cada Mejora de los Resultados a Compresión y Flexión	153
4.2.4. Costos de Fabricación para cada caso del Concreto Convencional y el Reforzado con Fibras Metálicas.....	154
4.2.5. Resumen de Costos de Fabricación del Concreto para cada caso.....	167
4.2.6. Gráficos de los Costos para Cada Caso y Porcentajes.	167
4.3. Discusión de Resultados	170
4.4. Contrastación de Hipótesis	171
CAPITULO V.	172
5. CONCLUSIONES	172
5.1. Conclusión general	172
5.1.1. Conclusión Especifica 1	172
5.1.2. Conclusión Especifica 2	173
5.1.3. Conclusión Especifica 3	¡Error! Marcador no definido.

CAPITULO VI.....	175
RECOMENDACIONES	175
CAPITULO VI.....	177
REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	177
ANEXOS.....	180
Anexo 01: Elaboración y rotura de probetas.....	180
Anexo 02: Proceso de elaboración y ensayo a flexión.....	185
Anexo 03: Ubicación y extracción del material de la cantera.....	190
Anexo 04: Fotos del proceso de elaboración del diseño de mezcla	195
Anexo 05: Diseño de mezcla EMV Laboratorios	200
Anexo 05: Resultado de los ensayos a compresión	222
Anexo 06: Ficha técnica Fibra metálica Dramix 3D.....	236

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de componentes del Cemento Portland.	14
Tabla 2. Consistencias y Asentamiento	15
Tabla 3. Consistencias y Asentamientos.....	41
Tabla 4. Elecciones de la resistencia promedio	41
Tabla 5. Volumen unitario de agua.....	42
Tabla 6. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto	44
Tabla 7. Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	44
Tabla 8. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)	47
Tabla 9. Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)	51
Tabla 10. Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)	54
Tabla 11. Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) +2%f.....	65
Tabla12. Reajuste del volumen con2% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=175\text{kg/cm}^2$)	67
Tabla 13. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) +3%f	69
Tabla14. Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=175\text{kg/cm}^2$).....	71

Tabla 15. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) +4% f	73
Tabla16. Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=175\text{kg/cm}^2$).....	76
Tabla 17. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +5% f	77
Tabla18. Reajuste del volumen con2% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).....	80
Tabla 19. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +3% f	81
Tabla20. Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).....	84
Tabla 21. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +4% f	85
Tabla22. Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=210\text{kg/cm}^2$).....	88
Tabla 23. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +5% f	89
Tabla24. Reajuste del volumen con2% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=280\text{kg/cm}^2$).....	92
Tabla 25. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +3% f	93
Tabla26. Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m^3 de concreto ($f'c=280\text{kg/cm}^2$).....	96
Tabla 27. Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +4% f	97

Tabla 28. Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m ³ de concreto (f'c=280kg/cm ²).....	100
Tabla 29. Resultados del ensayo a flexión para el concreto convencional.....	106
Tabla 30. Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 2% de fibra.....	107
Tabla 31. Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 3% de fibra.....	107
Tabla 32. Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 4% de fibra.....	108
Tabla 33. Población de Probetas.....	112
Tabla 34. Población de Vigas	112
Tabla 35. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%	121
Tabla 36. Concreto Convencional Frente al Concreto con Fibras Metálicas 3% ...	124
Tabla 37. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%	127
Tabla 38. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%	130
Tabla 39. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 3%	133
Tabla 40. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%	136
Tabla 41. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%	139
Tabla 42. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 3%	142
Tabla 43. Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%	145
Tabla 44. Resumen de Resultados a Compresión de las Muestras.....	148



Tabla 45. Porcentaje de Mejora en Probetas Usando Fibras Metálicas.....	153
Tabla 46. Porcentaje de Mejora en Vigas Usando Fibras Metálicas	154
Tabla 47. Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto convencional de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$	155
Tabla 48. Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto convencional de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$	156
Tabla 49. Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto convencional de $f'c = 280\text{kg/cm}^2$	157
Tabla 50. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ con 2% de fibras metálicas	158
Tabla 51. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ con 3% de fibras metálicas	159
Tabla 52. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ con 4% de fibras metálicas	160
Tabla 53. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 2% de fibras metálicas	161
Tabla 54. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 3% de fibras metálicas	162
Tabla 55. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 4% de fibras metálicas	163



Tabla 56. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de f'c = 280 kg/cm ² con 2% de fibras metálicas	164
Tabla 57. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de f'c = 280 kg/cm ² con 3% de fibras metálicas	165
Tabla 58. Costos unitarios para la elaboración de 1m ³ de concreto de f'c = 280 kg/cm ² con 4% de fibras metálicas	166
Tabla 59. Resumen de costos del concreto convencional ante el modificado con fibras	167
Tabla 60. Porcentaje en variación de costos usando fibras metálicas ante el convencional	169

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fibra metálica Dramix 3D.....	64
Figura 2 Ensayo a Flexión	102
Figura 3 Tabla de Distribución t de Student.....	119
Figura 4 Índice de confiabilidad para 2% $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	123
Figura 5 Índice de confiabilidad para 3% $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	126
Figura 6 Índice de confiabilidad para 4% $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$	129
Figura 7 Índice de confiabilidad para 2% $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	132
Figura 8 Índice de confiabilidad para 3% $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	135
Figura 9 Índice de confiabilidad para 4% $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	138
Figura 10 Índice de confiabilidad para 2% $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	141
Figura 11 Índice de confiabilidad para 3% $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	144
Figura 12 Índice de confiabilidad para 4% $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	147
Figura 13 Convencional ante 2% de Fibras $f'c=175\text{kg/cm}^2$	148
Figura 14 Convencional ante 3% de Fibras $f'c=175\text{kg/cm}^2$	149
Figura 15 Convencional ante 4% de Fibras $f'c=175\text{kg/cm}^2$	149
Figura 16 Convencional ante 2% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$	150

Figura 17 Convencional ante 3% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$	150
Figura 18 Convencional ante 4% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$	151
Figura 19 Convencional ante 2% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$	151
Figura 20 Convencional ante 3% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$	152
Figura 21 Convencional ante 4% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$	152
Figura 22 Resumen de las 3 resistencias del concreto convencional ante el reforzado	153
Figura 23 Costos del convencional ante el 2% de fibra (para las 3 resistencias) ...	165
Figura 24 Costos del convencional ante el 3% de fibra (para las 3 resistencias) ...	168
Figura 25 Costos del convencional ante el 4% de fibra (para las 3 resistencias) ...	168
Figura 26 Costos del convencional ante el 4% de fibra (para las 3 resistencias) ...	169
Figura 27 Preparando la Mezcla de Concreto.	181
Figura 28 Observando la fibra en la mezcla.....	181
Figura 29 Realizando los ensayos para la verificación de la trabajabilidad.	182
Figura 30 Llenado de briquetas con concreto reforzado con fibras metalicas	183
Figura 31 Desmoldado de briquetas para su posterior curación en la poza	184
Figura 32 Iniciando con las roturas de las probetas en el laboratorio.	184
Figura 33 Briquetas sometidas a compresión y con fallas distintas	185

Figura 34 Sacando las primeras muestras de vigas convencionales en el laboratorio.	186
Figura 35 Sacando las primeras muestras de vigas con fibra metálica en el laboratorio.....	187
Figura 36 Marcando las muestras para su posterior curado en el laboratorio.	187
Figura 37 Iniciando con los ensayos a flexión de las vigas.....	188
Figura 38 Observamos los primeros resultados del ensayo a flexión.....	189
Figura 39 Observamos las fallas producidas en las vigas después del ensayo.....	190
Figura 40 Extracción del material de la cantera.	191
Figura 41 Ubicación de la cantera.	193
Figura 42 División del material para el ensayo de peso unitario.....	196
Figura 43 Peso de la piedra para proceder con los ensayos.....	196
Figura 44 Pesaje de los agregados	197
Figura 45 Colocación de los agregados al horno.....	197
Figura 46 Muestra del agregado y su respectivo peso.....	198
Figura 47 Agitado de columna de tamices	198
Figura 48 Peso del material	199

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo comparar la resistencia a compresión de 2 tipos de concretos, el convencional y el concreto reforzado con fibras metálicas. Para 3 resistencias, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. En el concreto reforzado con fibras metálicas se le adiciono, 2%, 3% y 4% en relación al peso del cemento, se determinó la resistencia a la compresión de una mezcla de concreto convencional y luego se procedió a comparar las características mecánicas de ambas mezclas. El procedimiento se inició fabricando las probetas de concreto convencional y luego fabricar las probetas de concreto modificado con las fibras metálicas Dramix 3D. Los ensayos realizados fueron, Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Flexión, a los 28 días basado en la NTP 339.033, al finalizar los ensayos de resistencia se eligió la distribución T de Student, ya que, para muestras menores de 30, arroja un resultado confiable.

La fibra metálica ayuda a aumentar la resistencia a la compresión en los mejores casos, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 9.02 %, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 5.80 % y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 8.16 %; También vimos que aumenta la resistencia a la flexión para, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 7.4 %. Pero en relación a los costos sería un punto desfavorable ya que aumenta en los más críticos, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ hasta 22.20%, $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ hasta 32.16% y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ hasta 32.75%; llegando casi al doble del costo inicial del concreto.

La tesis de, CASTILLO, Alexander (2015) “Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca”. Coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 2.20%, $f'c = 210$ en 2.08%.

Concreto / Convencional / Fibra / Costos / Resistencia / Ensayo / Ventajas

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se basa en el uso de fibras metálicas como alternativa al mejoramiento de resistencia a compresión y flexión del concreto, para sus posteriores usos en la minería, pisos industriales y otros; enfocarnos en los costos de elaboración es otro punto a tratar para poder comprobar si reducen los costos al usar la fibra metálica.

La metodología de esta investigación será experimental, dado a que se manipulará la proporción de agregados y de fibras metálicas en el concreto para analizar su efecto en la resistencia a la compresión y flexión con la finalidad de determinar el porcentaje de mejora para cada caso, los costos de elaboración del concreto convencional, el concreto con fibras metálicas y hacer una comparación.

Por ello se requiere de una metodología de diseño que reconozca las ventajas que se obtienen de conocer el comportamiento mecánico específico de este material, y que brinde una solución integral al diseño de este y sus aplicaciones.

Desde el punto de vista académico los resultados de la investigación aportaran conocimiento valioso referente a la resistencia y económica de concreto con fibras metálicas y convencionales a los futuros investigadores. El presente estudio de investigación es viable porque se dispone de recursos bibliográficos, económica, humano y tiempo necesario para su ejecución.

CAPITULO I.

1. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes del Problema.

Nuestro país, el Perú, tiene como una constante la alta sismicidad y una geografía variada y difícil, lo cual exige a los ingenieros a construir obras de concreto y diseñar mezclas más adecuadas para cada caso. El concreto es uno de los materiales más utilizado por el hombre en la industria de la construcción. Esto se debe a su gran versatilidad, durabilidad, trabajabilidad y resistencia que proporciona en sus diferentes estados físicos. La utilización del concreto se da en un variado campo de aplicación, entre los cuales están edificios, carreteras, losas industriales, presas, puentes, etc. (De la cruz, Quispe, 2014, Pág. 10)

La idea de reforzar con materiales fibrosos se remonta a muchos años atrás; en el antiguo Egipto se introducía paja al macizo arcilloso con el cual confeccionaban ladrillos para conferirle una mayor resistencia y por lo tanto una buena manejabilidad después del secado al sol. Existen otros ejemplos históricos; revoques reforzados con pelo de caballo, o también con paja en las construcciones más precarias, para evitar fisuras antiestéticas. (De la cruz, Quispe, 2014, Pág. 10)

El reemplazo del cemento con la fibra de acero en un cierto porcentaje es la utilización de materiales alternativos como base para elaboración de concreto convencional es motivo de estudio de varios organismos y universidades a nivel mundial, cuyo objetivo es disminuir el empleo de materias primas no renovables con optimas características de resistencia y durabilidad para disminución de su costo de producción causando una reducción en el impacto ambiental. (De la cruz, Quispe, 2014, Pág. 11)

Estudios previos demostraron que el uso de las fibras en mezclas de concreto tales como fibra de polipropileno, aumenta en un 100% la resistencia al impacto, viruta de acero mejora la resistencia a la compresión, lechuguilla, estopa de coco, bagazo de caña que mejora la resistencia a la flexión; escoria de fundición que mejoran la trabajabilidad; residuos industriales como la limalla y los escombros que aportan a la disminución de costos en mezclas de concreto manteniendo resistencias a compresión similares a las mezclas de testigo. El concreto reforzado con fibras como alternativa de solución para mejorar el comportamiento del concreto. (De la cruz, Quispe, 2014, Pág. 11)

1.2 Situación Problemática.

Vivimos en tiempos donde el uso desmedido de los recursos naturales para la fabricación del cemento debido al boom de la construcción es la mayor generadora de residuos sólidos a nivel país, la extracción, transporte y tratamiento de materias primas, además del impacto medioambiental generando contaminación en la población al degradar al planeta tierra, pero a la vez impulsando la búsqueda de alternativas que ayuden al concreto a mejorar su resistencia compresión para hacer sustentable la ejecución de proyectos de obras civiles. (Walhoff, 2017, Pág. 2)

El concreto es uno de los materiales más utilizados por el hombre en obras de construcción civil, esto se debe a su gran versatilidad, durabilidad, trabajabilidad y resistencia que proporciona. La utilización del concreto se da en un variado campo de aplicaciones, entre los cuales están edificios, carreteras, losas industriales, presas, puentes, etc. (Sotil, Zegarra 2015, Pág. 14)

En la práctica, el diseño estructural se realiza en base a una determinada resistencia mecánica del concreto y se especifica la edad a la que debe lograrse esta resistencia, en función del tiempo previsto para que el concreto en la estructura deba soportar los esfuerzos de diseño. (Sotil, Zegarra 2015, Pág. 14)

En cuanto a la edad específica del concreto la usual es que sea de 28 días considerando que en este lapso el concreto normalmente adquiere cerca del 100% de su resistencia de diseño según la NTP 339.033.

1.3. Formulación del Problema.

1.3.1. Problema General.

¿Cuál es la ventaja del uso de las fibras metálicas, mejora a la resistencia a compresión y flexión del concreto ante el convencional, verificar los costos para cada caso, fabricados con agregados de la cantera Rio Seco, Huaura-2021?

1.3.2. Problemas Específicos.

¿Cómo mejora las fibras metálicas al concreto en su resistencia a compresión y flexión, empleando agregados de la cantera Rio Seco, Huaura-2021?

¿Cuáles son los costos unitarios en la elaboración de concreto reforzado con fibras metálicas ante el convencional Huaura-2021?

1.4. Objetivo de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Cuál es la capacidad comparativa de resistencia y económica, de concreto con fibras metálicas y convencional, fabricados con agregados de la cantera Rio Seco, Huaura-2021.

1.4.2. Objetivos Específicos

Determinar la resistencia a compresión del concreto reforzado con fibras metálicas.

Determinar la resistencia a flexión del concreto reforzado con fibras metálicas.

Determinar el costo del concreto reforzado con fibras metálicas ante el convencional.

1.5. Justificación

Los grandes volúmenes de concreto que se producen actualmente en la industria de la construcción en Huaura hacen que se realicen mejoras u optimizaciones en la tecnología del mismo ya que los recursos para la producción del concreto aumentan su valor cada vez más. Es por esto que diferentes investigaciones están relacionadas a la aplicación de concreto reforzados con fibras de acero para concreto.

Las fibras metálicas se muestran como una alternativa diferente para el diseño y construcción de losas industriales, un problema que se observa en la mayoría de proyectos de construcción son las fallas o fisuras debido a la falta de consideración de las solicitaciones reales que actuarán.

Proyectos de gran magnitud poseen la necesidad de realizar mejoras mecánicas y físicas en el concreto para diferentes solicitaciones, evitando así diferentes fallas.

Es por ello que la presente tesis se enfocará en comprobar las mejoras brindadas por la adición de fibras metálicas al concreto, para así tener nuevas consideraciones en los futuros diseños.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

Empleando fibras metálicas, se logra mayor resistencia a la compresión en 12 % y disminuye el costo respecto al concreto convencional en 4%, fabricados con agregados de la cantera Rio Seco, Huaura-2021.

1.6.2. Hipótesis Específica

Reforzando con fibras metálicas, el concreto fabricado con agregados de la cantera Rio Seco mejora la resistencia a compresión, respecto al convencional en 8 % y en 4% en el ensayo a flexión.

Al reforzar el concreto con fibras metálicas se reducirán los costos.

1.6.3. Variables y Operacionalización de Variables

- Variable Independiente: Fibras metálicas
- Variables dependientes: Resistencias a la compresión de concreto, Costos de fabricación.

Variable	Dimensiones	Indicadores
INDEPENDIENTE <ul style="list-style-type: none"> • Fibras metálicas 	Adición en diferentes porcentajes	Peso (Kg) Área (cm ²) Esfuerzo (Kg/cm ²)
DEPENDIENTES <ul style="list-style-type: none"> • Resistencia a la compresión de concreto 	Propiedad mecánica del concreto	Fuerza axial simple por unidad de área de sección transversal
<ul style="list-style-type: none"> • Costos de Fabricación 	Costos directos	Moneda Nacional (Sol)

CAPITULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

GUEVARA Jimmy. (2008) “**Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand**”. Perú. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Objetivo; evaluar las propiedades de resistencia que agrega la fibra de acero Wirand al comportamiento mecánico del concreto. Conclusión: el uso de las fibras de acero ayudó a aumentar la resistencia en un 4.8%.

MONTALVO Marco. (2015) “**Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales**”. Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Objetivo: Proporcionar información, criterios generales y nuevas metodologías para el dimensionamiento, proyecto y ejecución de obras de

pavimentos reforzados con fibras. Comparar de manera teórica las propiedades mecánicas: compresión, modulo elástico y físicas del concreto sin refuerzo y el concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1, como también comparar sus espesores. Comparar los precios unitarios en la ejecución en un proyecto real, verificando la optimización de precios unitarios, recursos y ejecución aumento en 19% los costos y aumento en 2.47 % la resistencia. Conclusión: De acuerdo con el análisis efectuado tanto técnico como económicamente, se recomienda la utilización de concreto reforzado con fibras en la colocación en losas de pisos y pavimentos donde exigen una alta sollicitaciones de carga pesada.

CASTILLO, Alexander (2015) “Estudio **comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca**”. Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Objetivo: Evaluar el comportamiento mecánico del concreto con la adición de Fibras de Acero Dramix para lograr una mayor resistencia en comparación a un concreto convencional. Conclusión: Uso de la Fibras de Acero Dramix que se realizaron con 1% y 2%, En el concreto normal a los 28 días de una resistencia de 175Kg/cm² y que llego a una resistencia 184.34 Kg/cm², El diseño de mezclas que se realizaron en un concreto normal y el Uso de la Fibras de Acero Dramix que se realizaron con 1% y 2%, En el concreto normal a los 28 días de una resistencia de 210Kg/cm² y que llego a una resistencia 228.44 Kg/cm².

SILVA, Lenin (2014) “Comportamiento **del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua**”. Ecuador. Tesis para optar el Título de Ingeniero

Civil. Objetivo: Determinar el comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua. Conclusión: Finalizados los análisis pertinentes de las dosificaciones con diferentes porcentajes de fibra de acero se concluye que el 1,62% es el porcentaje óptimo para la resistencia a compresión, no obstante, considerando que la compresión del hormigón reforzado con el 1,4% de fibra no se ve disminuida por su adición se recomienda emplear este porcentaje para conseguir las mejores respuestas.

SOTIL, Alfredo. ZEGARRA, Jorge (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”**. Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Objetivo: Comparar analíticamente las propiedades mecánicas (compresión) del concreto sin refuerzo respecto al concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF3 y la fibra de acero Wirand FF4. Si bien es cierto, existen estudios y ensayos realizados en otros países años atrás, se busca analizar los resultados con componentes locales, tales como materiales de construcción y parámetros ingenieriles utilizados en la práctica nacional. Así mismo. Conclusión: Las fibras de acero son una alternativa preventiva para controlar dichas restricciones enfocadas principalmente a losas o pavimentos de concreto mejorando en un 2.3 % en el caso más crítico Estos filamentos proporcionan una mayor energía de rotura, logrando la sustitución de las armaduras de acero convencionales.

PATAZCA, Pedro. TAFUR, Jorge. **“Evaluación comparativa de la resistencia a compresión del concreto convencional, concreto con fibra de acero Sikafiber CHO 80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber Force PP/PE-700/55”**. Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil. Objetivo: Evaluar la resistencia a compresión del concreto convencional y del concreto con fibra incorporada. Conclusión: El uso de fibras de acero influyen en el aumento de la resistencia a compresión en un 8 %, pero las fibras sintéticas en un 0.2 %, no influyen en el aumento de la resistencia a compresión.

PARIZACA Quispe Ronny Richard (2015), **“Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros supe absorbentes en la ciudad de Puno”**, el estudio se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano-Puno. Esta investigación tiene como objetivo determinar el comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros supe absorbentes; Conclusión: la resistencia a compresión en este estudio aumento en un 3.8 %.

2.2 Bases Teóricas

Se realizó una breve descripción de algunos conceptos y factores que están involucrados en estudios el uso de fibras metálicas en el concreto, en la resistencia y costos comparados con el concreto convencional.

2.3 Concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, que hace un material ideal para la construcción....De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. (Huamaní, 2005, Pág. 20)

Para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, como afirma Bellis, (2009) “ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad; Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, porque responde perfectamente a las propiedades mecánicas” (Huamaní, 2005, Pág. 21)

2.3.1 Generalidades

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, que hace un material ideal para la construcción....De esta definición se desprende que se

obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. (Huamaní, 2005, Pág. 20)

Para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, como afirma Bellis, (2009) “ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad; Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, porque responde perfectamente a las propiedades mecánicas” (Huamaní, 2005, Pág. 21)

i. El Cemento Pórtland

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en presencia de agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes. El nombre de Pórtland proviene de la similitud en apariencia y el efecto publicitario que pretendió darle en el año 1824 Joseph Apsdin un constructor inglés, al patentar un proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratarse adquiriría según él la misma resistencia que la piedra de la isla de Pórtland cerca del puerto de Dorset. Es en 1845 cuando se desarrolla el procedimiento industrial del

cemento Portland moderno que con algunas variantes persiste hasta nuestros días y que consiste en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta composición y someter este polvo a temperaturas sobre los 1300 °C produciéndose lo que se denomina el clinker, constituido por bolas endurecidas de diferentes diámetros, "que finalmente se muelen añadiéndoseles yeso para tener como producto definitivo un polvo sumamente fino. (Huamaní, 2005, Pág. 24)

- **Cemento Pórtland Tipo I**

- ✓ Ofrece un endurecimiento controlado.
- ✓ Se logran altas resistencias a temprana edad.
- ✓ Es versátil para muchos usos.
- ✓ A partir de este cemento, se logran otros tipos de cemento. (Silva, 2014, Pág. 22)

- **Cemento Puzolánico Tipo Ip**

- ✓ Es altamente resistente a la tracción y fisuración.
- ✓ La resistencia a la compresión es ligeramente baja a temprana edad (3 primeros días).
- ✓ Desprende menor calor de hidratación, lo que reduce la retracción Térmica.
- ✓ La permeabilidad se reduce notablemente; hace que el fierro interno se conoce mejor.

- ✓ Altamente resistente a la acción de sulfatos; evita el ataque del salitre.
- ✓ Reduce la exposición ácida – álcali.
- ✓ Mejora la trabajabilidad. (Silva, 2014, Pág. 23)

ii. Fabricación del Cemento Pórtland

El punto de partida del proceso de fabricación lo constituye la selección y explotación de las materias primas para su procesamiento consiguiente. Los componentes químicos principales de las materias primas para la fabricación del cemento y las proporciones generales en que intervienen son:

Tabla 1

Composición de componentes del Cemento Portland.

Componente químico	Procedencia	
95%	Oxido de calcio (CaO)	Rocas calizas
	Oxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Areniscas
	Oxido de aluminio (Fe ₂ O ₃)	Arcillas
	Oxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Arcillas, mineral de hierro
5%	Óxidos de magnesio, Sódico	Mineral de Varios
	Potasio, Titanio, Azufre	
	Fosforo y manganeso	

Fuente: Abanto C. Flavio. "Tecnología del concreto" (Pag.21)

Los porcentajes típicos en que intervienen en el cemento Portland los óxidos mencionados son:

Tabla 2*Consistencias y Asentamiento*

Oxido Componente.	Porcentaje de típico	Abreviatura
CaO	61% - 67%	C
SiO ₂	20% - 27%	S
Al ₂ O ₃	4% - 7%	A
Fe ₂ O ₃	2% - 4%	F
S ₂ O ₃	1% - 3%	
MgO	1% - 2%	
K ₂ O y Na ₂ O	0.25% - 1.5%	

Fuente: Abando C. Flavio. "Tecnología del concreto" (Pag.22)

La fabricación del cemento se realiza de diferentes formas, es así que un esquema general del proceso moderno de fabricación en el sistema denominado "por vía seca", que es el más económico pues necesita menos energía, y es el de mayor empleo en nuestro medio sin embargo hay que tener en cuenta que cada fabricante tiene una disposición de equipo particular en función de sus necesidades; Se inicia con la explotación de las canteras de materia prima para someterlas a un proceso de chancado primario en que se reduce su tamaño a piedras del orden de 5" y luego se procesa este material en una chancadora secundaria, que las reduce a un tamaño de alrededor de 3/4", con lo que están en condiciones de ser sometidas a molienda. Los materiales son molidos individualmente en un molino de bolas hasta ser convertidos en un polvo fino impalpable, siendo luego dosificados y mezclados íntimamente en las proporciones convenientes para el tipo de cemento que se desea obtener... La mezcla es posteriormente introducida a un horno giratorio consistente en un gran cilindro metálico recubierto de material refractario

con diámetros que oscilan entre 2 y 5 m. y longitudes entre 18 a 150 m. El horno tiene una ligera inclinación con respecto a la horizontal del orden del 4 % Y una velocidad de rotación entre 30 a 90 revoluciones por hora. Dependiendo del tamaño del horno, se pueden producir diariamente de 30 a 700 Toneladas. (Abanto, 2005, Pág. 22)

La fuente de calor se halla en el extremo opuesto al ingreso del material y pueden obtenerse mediante inyección de carbón pulverizado, petróleo o gas en ignición con temperaturas máximas entre 1,250 y 1,900° C. Las temperaturas desarrolladas a lo largo del horno producen primero la evaporación del agua libre, luego la liberación del CO₂ y finalmente en la zona de mayor temperatura se produce la fusión de alrededor de un 20% a 30% de la carga y es cuando la cal, la sílice y la alúmina se vuelven a combinar aglomerándose en nódulos de varios tamaños usualmente de 1/4" de diámetro de color negro característico, relucientes y duros al enfriarse, denominados "Clinker de cemento Portland" En la etapa final del proceso, el Clinker es enfriado y es molido en un molino de bolas conjuntamente con yeso en pequeñas cantidades (3 a 6%) para controlar el endurecimiento violento. La molienda produce un polvo muy fino que contiene partículas y que pasa completamente por un tamiz No 200. Finalmente, el cemento pasa ser almacenado a granel, siendo luego suministrado en esta forma o pesado y embolsado para su distribución...En el proceso húmedo la materia prima es molida y mezclada con agua formando una lechada que es introducida al horno rotatorio siguiendo un proceso similar al anterior, pero con mayor

consumo de energía para poder eliminar el agua añadida. El proceso a usarse depende de las características de las materias primas, economía y en muchos casos por consideraciones de tipo ecológico ya que el proceso húmedo es menos contaminante que el seco. (Juárez, 2005, Pág. 28)

Durante todos los procesos el fabricante ejecuta controles minuciosos para asegurar tanto la calidad y proporciones de los ingredientes como las temperaturas y propiedades del producto final para lo que existen una serie de pruebas físicas y químicas estandarizadas, así como equipo de laboratorio desarrollado específicamente para estas labores. (Juárez, 2005, Pág. 29)

iii. Composición del Cemento Portland

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final se obtienen los siguientes compuestos establecidos por primera vez por Le Chatelier en 1852, y que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado y que detallaremos con su fórmula química, abreviatura y nombre corriente. (ASOCEM, 2002, Pág. 26)

a) Silicato Tricálcico: Define la resistencia inicial (en la primera semana) y tiene mucha importancia en el calor de hidratación. (ASOCEM, 2002, Pág. 26)

- b) Silicato Dicálcico:** Define la resistencia a largo plazo y tiene incidencia menor en el calor de hidratación. (ASOCEM, 2002, Pág. 26)
- c) Aluminato Tricálcico:** Aisladamente no tiene trascendencia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado violento actuando como catalizador, por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3% - 6%) para controlarlo. Es responsable de la resistencia del cemento a los sulfatos ya que al reaccionar con estos produce Sulfoaluminatos con propiedades expansivas por lo que hay que limitar su contenido. (Las casas, 2006, Pág. 35)
- d) Aluminio-Ferrito Tetracálcico:** Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación. (ASOCEM, 2002, Pág. 28)
- e) Oxido de Magnesio:** Pese a ser un componente menor, tiene importancia pues para contenidos mayores del 2% trae problemas de expansión en la pasta hidratada y endurecida. (ASOCEM, 2002, Pág. 28)
- f) Óxidos de Potasio y Sodio:** Tienen importancia para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados, y los solubles en agua contribuyen a producir eflorescencias con agregados calcáreos. (ASOCEM, 2002, Pág. 28)

g) Óxidos de Manganeso y Titanio: El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, que tiende a ser marrón si se tienen contenidos mayores del 3%. Se ha observado que en casos donde los contenidos superan el 2% se obtiene disminución de resistencia a largo plazo. (ASOCEM, 2002, Pág. 29)

El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos superiores a 2%. Para contenidos menores no tiene mayor trascendencia. De los compuestos mencionados, los silicatos y aluminatos constituyen los componentes mayores, pero no necesariamente los más trascendentes, pues como veremos posteriormente algunos de los componentes menores tienen mucha importancia para ciertas condiciones de uso del cemento. (ASOCEM, 2002, Pág. 29)

iv. Mecanismo De Hidratación Del Cemento

Se denomina hidratación al conjunto de reacciones químicas entre el agua y los componentes del cemento, que llevan consigo el cambio del estado plástico al endurecido, con las propiedades inherentes a los nuevos productos formados. Los componentes ya mencionados anteriormente, al reaccionar con el agua forman hidróxidos e hidratos de Calcio complejos la velocidad con que se desarrolla la hidratación es directamente proporcional a la finura del cemento e inversamente proporcional al tiempo, por lo que inicialmente es muy rápida y va disminuyendo

paulatinamente con el transcurso de los días, aunque nunca se llega a detener. (Neville, 2000, Pág. 29)

Contrariamente a lo que se creía hace años, la reacción con el agua no une las partículas de cemento, sino que cada partícula se dispersa en millones de partículas de productos de hidratación desapareciendo los constituyentes iniciales. El proceso es exotérmico generando un flujo de calor hacia el exterior denominado calor de hidratación. Dependiendo de la temperatura, el tiempo, y la relación entre la cantidad de agua y cemento que reaccionan, se pueden definir los siguientes estados que se han establecido de manera arbitraria para distinguir las etapas del proceso de hidratación:

v. Plástico

Unión del agua Y el polvo de cemento formando una pasta moldeable. Cuanto menor es la relación Agua/Cemento, mayor es la concentración de partículas de cemento en la pasta compactada y por ende la estructura de los productos de hidratación es mucho más resistente; El primer elemento en reaccionar es el C3 A, y posteriormente los silicatos y el C4 AF, caracterizándose el proceso por la dispersión de cada grano de cemento en millones de partículas. La acción del yeso contrarresta la velocidad de las reacciones y en este estado se produce lo que se denomina el periodo latente o de reposo en que las reacciones se atenúan y dura entre 40 Y 120 minutos dependiendo de la temperatura ambiente y el cemento. En este estado se forma hidróxido de calcio que contribuye

a incrementar notablemente la alcalinidad de la pasta que alcanza un PH del orden de 13. (Neville, 2000, Pág. 30)

vi. Fraguado Inicial

Condición de la pasta de cemento en que se aceleran las reacciones químicas, empieza el endurecimiento y la pérdida de la plasticidad, midiéndose en términos de la resistencia a deformarse. Es la etapa en que se evidencia el proceso exotérmico donde se genera el ya mencionado calor de hidratación que es consecuencia de las reacciones químicas descritas. (Neville, 2000, Pág. 31)

Se forma una estructura porosa llamada gel de Hidratos de Silicatos de Calcio, con consistencia coloidal intermedia entre sólido y líquido que va rigidizándose cada vez más en la medida que se siguen hidratando los silicatos. Este periodo dura alrededor de tres horas y se producen una serie de reacciones químicas que van haciendo al gel CHS más estable con el tiempo; En esta etapa la pasta puede re mezclarse sin producirse deformaciones permanentes ni alteraciones en la estructura que aún está en formación. (Neville, 2000, Pág. 31)

- **Fraguado Final**

Se obtiene al término de la etapa de fraguado inicial, caracterizándose por endurecimiento significativo y deformaciones permanentes. La

estructura del gel está constituida por el ensamble definitivo de sus' partículas endurecidas (Lao, 2007, Pág. 29)

- **Endurecimiento**

Se produce a partir del fraguado final y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes. La reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida. (Lao, 2007, Pág. 29)

Es el estado final de la pasta en que evidencian totalmente las influencias de la composición del cemento. Los sólidos de hidratación manifiestan su muy baja solubilidad por lo que el endurecimiento es factible aún bajo agua hay dos fenómenos de fraguado, que son diferentes a los descritos; el primero corresponde al llamado "Fraguado Falso" que se produce en algunos cementos debido al calentamiento durante la molienda del Clinker con el yeso, produciéndose la deshidratación parcial del producto resultante, por lo que al mezclarse el cemento con el agua, ocurre una cristalización y endurecimiento aparente durante los 2 primeros minutos de mezclado, pero re mezclar el material, se recobra la plasticidad no generándose calor de hidratación ni ocasionando consecuencias negativas. Segundo fenómeno es el del "fraguado violento" que ocurre cuando durante fabricación no se ha añadido la suficiente cantidad de

yeso, lo que produce un endurecimiento inmediato, desarrollo violento del calor de hidratación y pérdida permanente de la plasticidad, sin embargo, es muy improbable en la actualidad que se produzca este fenómeno, ya que con la tecnología moderna el yeso adicionado se controla con mucha precisión. (Lao, 2007, Pág. 30)

vii. El agua en el concreto

Ya hemos visto que el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que pueden dañar al concreto complementariamente, al evaluar el mecanismo de hidratación del cemento añadiendo agua adicional mediante el curado se produce hidratación adicional del cemento, luego esta agua debe cumplir también algunas condiciones para poderse emplear en el concreto. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 30)

Abordaremos ambos aspectos, sin tocar campos especiales como son los efectos de variaciones en la presión de poros, así como las situaciones de temperaturas extremas en el concreto que ocasionan comportamientos singulares del agua. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 30)

Las normas correspondientes ASTM C – 109 establecen que el agua para la preparación y curado del concreto deberá cumplir con ciertos requisitos y de preferencia ser potables. (ASTM, 2017, Pág. 88)

Cuando la producción del concreto es dentro de las ciudades, poblaciones; la utilización del agua potable para la preparación del concreto es inevitable; situación que no obliga a pensar en su calidad ya que el agua que no hace daño al hombre, no hace daño al concreto. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 32)

Las aguas naturales no potables se utilizarán en la producción del concreto, con previa autorización de la inspección, cumpliendo ciertas formalidades como:

- ✓ Estén limpias y libres de cantidades perjudiciales de ácidos, álcalis, sales, materia orgánica, etc. que puedan dañar al cemento.
- ✓ En caso de obras de concreto que se ejecuten fuera de las áreas de los sistemas de agua potable; considerando la envergadura se deberá efectuar Necesariamente los siguientes ensayos:
 - ✓ Análisis Químico.
 - ✓ Ensayo de Resistencia.
 - ✓ Ensayo de Fraguado.

De inicio se debe utilizarse agua ácidas, calcáreas, minerales, carbonatadas, aguas provenientes de minas o relaves; aguas que

contengan residuos minerales o industriales; aguas con un contenido de sulfato mayor del 1% aguas que contengan algas, materia orgánica; humus, o descargas de desagües, aguas que contengan azúcares o sus (Gonzales, 1996, Pág. 43)

Definitivamente en la producción del concreto; se debe tomar en cuenta la calidad de sus componentes; y en el caso específico del agua, que lo produce debe entender el mecanismo de la hidratación del cemento; donde la calidad del agua juega un papel importante. La reacción mediante el cual el cemento Pórtland se transforma en un agente de enlace, se produce en una pasta de cemento y agua. (Gonzales, 1996, Pág. 44)

Los componentes químicos del cemento pueden reaccionar con el agua de dos formas distintas.

- ✓ En la primera, se produce una adición directa de algunas moléculas de agua, lo cual constituye una reacción de hidratación real.
- ✓ El segundo tipo de reacción con agua es la hidrólisis.

Finalmente, en la producción del concreto, sobre todo en nuestro medio; es necesario conocer el grado de potabilización del agua a utilizar en su producción. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 31)

viii. El Agua de Mezcla y Para El Curado

El agua de mezcla en el concreto tiene tres funciones principales:

- ✓ Reaccionar con el cemento para hidratarlo.
- ✓ Actuar como lubricante para contribuir a la trabajabilidad del conjunto.
- ✓ Procurar la estructura de vacíos necesaria en la pasta para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse.

Por lo tanto, la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 32)

El problema principal del agua de mezcla reside en las impurezas y la cantidad de éstas, que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 32)

Una regla empírica que sirve para estimar si determinada agua sirve o no para emplearse en la producción de concreto, consiste en establecer su habilidad para el consumo humano, ya que lo que no daña al hombre no daña al concreto. En ese sentido, es interesante distinguir el agua potable en términos de los requerimientos nominales establecidos por los organismos que regulan su producción y uso, y el agua apta para consumo humano, ya que los requerimientos aludidos normalmente son mucho más exigentes de lo necesario. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 32)

Como dato interesante, es una evidencia que en el Perú muy pocas "aguas potables" cumplen con las limitaciones nominales indicadas, sobre todo en lo que se refiere al contenido de sulfatos y carbonatos, sin embargo, sirven para el consumo humano y consecuentemente para el concreto, por lo que no debe cometerse el error de establecer especificaciones para agua que luego no se pueden satisfacer en la práctica. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 33)

No existe un patrón definitivo en cuanto a las limitaciones en composición química que debe tener el agua de mezcla, ya que incluso aguas no aptas para el consumo humano sirven para preparar concreto y por otro lado depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes. Los efectos más perniciosos que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas en el concreto endurecido, eflorescencias, contribución a la corrosión del acero, cambios volumétricos etc. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 33)

ix. El Agua Para Curado

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto respecto al mecanismo de hidratación del cemento y la estructura de la pasta. Podemos concluir, que el agua adicional que puede contribuir a hidratar el concreto

proveniente del curado, representa una- fracción solamente del agua total (alrededor de la quinta parte en volumen absoluto), por lo que las limitaciones para el caso del agua de curado pueden ser menos exigentes que, en el caso del agua de mezcla, pudiendo aceptarse reducirlas a la mitad en la mayoría de los casos otro factor que incide en esta consideración es que el agua de curado permanece relativamente poco tiempo en contacto con el concreto, pues en la mayoría de especificaciones el tiempo máximo exigido para el curado con agua no supera los 14 días. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 33)

Una precaución en relación al curado con agua en obra empleando el método usual de las "arroceras", es decir creando estancamiento de agua colocando arena o tierra en los bordes del elemento horizontal, consiste en que hay que asegurarse que estos materiales no tengan contaminaciones importantes de sales agresivas como los cloruros o sulfatos, que entrarían en solución y podrían ocasionar efectos locales perjudiciales, si por falta de precaución o descuido permanecen en contacto con el concreto durante mucho tiempo. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 34)

El agua de lavado de mixes o mezcladoras, puede emplearse normalmente sin problemas en el curado del concreto, siempre que no tengan muchos sólidos en suspensión, ya que en algunos casos se crean costras de cemento sobre las superficies curadas, sobre todo cuando el agua proviene del lavado de equipo donde se han preparado mezclas ricas

en cemento y se ha empleado poca agua en esta labor. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 35)

2.3.2 Relación Agua Cemento

Comúnmente se considera que la resistencia del concreto es su más valiosa propiedad, aunque, en muchos casos prácticos, existen otras características, como la durabilidad o la impermeabilidad, que pueden ser aún más importantes. Sin embargo, la resistencia suele dar una imagen general de la calidad del concreto, puesto que está directamente relacionada con la estructura de la pasta de cemento fraguada. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 42)

Dentro de la práctica de la ingeniería, se supone que la resistencia de un concreto de determinada edad, que haya sido curado a una temperatura prescrita, depende, antes que nada, de dos factores: de la relación agua/cemento y del grado de compactación; En la necesidad de suficiente trabajabilidad, mencionamos la relación de las cavidades de aire con la resistencia del concreto y, ahora, consideraremos sólo concreto totalmente compactado. En la práctica esto significa que el concreto endurecido contiene más o menos el uno por ciento de cavidades de aire. Cuando un concreto está totalmente compactado, se dice que es inversamente proporcional a la relación agua/cemento; esta proporción fue precedida por una "ley" que estableció Duff Abrams en 1919- El descubrió que la resistencia es igual a.

$$f_c = \frac{K_1}{K_2^{w/c}}$$

Donde w/c representa la relación agua/cemento de la mezcla (tomada originalmente por volumen) y K_1 y K_2 son constantes empíricas. La "ley" de Abrams, aunque se estableció en forma independiente, es similar a una regla general formulada por Feret en 1896, en el sentido de que ambas relacionan la resistencia del concreto con los volúmenes de agua y cemento. La regla de Feret era de la siguiente forma:

$$f_c = K \left(\frac{c}{c} + w + a \right)^2$$

Dónde: f_c es la resistencia del concreto, c , w y a son los volúmenes absolutos de cemento, agua y aire respectivamente y K es la constante. Debe recordarse que la relación agua/cemento determina la porosidad de la pasta de cemento endurecida en cualquiera de sus etapas de hidratación. Por lo tanto, la relación agua/cemento, tanto como el grado de compactación, afectan el volumen de cavidades del concreto, por lo que se incluye el volumen de aire que contiene el concreto en la expresión de Feret. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 43)

La relación entre la resistencia y el volumen total de cavidades de aire no es una propiedad exclusiva del concreto, también se encuentra en otros materiales quebradizos en los que el agua deja poros tras de sí; por ejemplo, la resistencia del yeso es también una función directa de su contenido de cavidades. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 43)

- **Relación Agua – Cemento Por Resistencia**

Desde que la mayoría de las propiedades deseables en el concreto endurecido dependen de la calidad de la pasta, se considera que una de las etapas fundamentales en la selección de las proporciones de una mezcla de concreto es la elección de la relación agua-cemento más adecuada. La relación agua-cemento requerida por una mezcla de concreto es función de la resistencia, durabilidad y requisitos de acabado del mismo. La relación agua-cemento de diseño, que es el valor a ser seleccionado de las tablas, Por lo que tenemos diferentes marcas y tipos de cemento y agregados generalmente producen diferentes resistencias para la misma relación agua/cemento; Pero en la selección de relación agua/cemento por resistencia hay un criterio adecuado es establecer la interrelación a/c mediante ensayos de laboratorio con los materiales que van a ser utilizados en la obra. Con estos resultados se desarrollan curvas que relacionan la relación a/c con la resistencia para condiciones dadas a la trabajabilidad y consistencia. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 44)

- **Relación Agua – Cemento Por Durabilidad**

Este capítulo tiende a enfatizar la importancia que el diseñador considere, además de los de resistencia en compresión, los requisitos de durabilidad antes de proceder a seleccionar las proporciones finales de la Mezcla de concreto y el espesor del recubrimiento del acero de refuerzo. (Rivva, 2005, Pág. 32)

El diseñador de la mezcla debe tener en consideración que, por razones de exposición del concreto a procesos de congelación y deshielo, o para prevenir procesos de corrosión en el acero de refuerzo, se recomienda relaciones agua-cemento de diseño con valores máximos en peso de 0.4, 0.45. ó 0.5, las cuales generalmente son equivalentes a resistencias en compresión de diseño de 335, 315, ó 280 kg/cm², valores que podrían ser Mayores que aquellos requeridos únicamente por razones de resistencia. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 45)

Teniendo en consideración lo indicado, así como que usualmente es difícil de determinar con seguridad la relación agua-cemento de diseño del concreto durante la producción del mismo, aquella que especifique el Ingeniero Estructural deberá ser razonablemente consistente con la relación agua-cemento de diseño requerida por durabilidad por lo que, en aquellos casos que deba seleccionarse la relación agua-cemento por resistencia y durabilidad, se utilizará en la selección de las proporciones de la mezcla el menor de los dos valores, aun cuando con ellos obtengan resistencias en compresión mayores que la resistencia promedio seleccionada. Los resultados así obtenidos no deberán conducir a interpretaciones equivocadas sobre la selección de las proporciones, calidad de los concretos, o procesos de producción o control de los mismos. (Castillo, Pancca, 2015, Pág. 46)

Este Capítulo no incluye recomendaciones para condiciones de exposición especialmente severas, tales como ácidos o altas temperaturas; y tampoco está referido a consideraciones estéticas tales como acabados superficiales. (Rivva, 2005, Pág. 33)

2.3.3 Slump

Es un ensayo que se le hace al concreto fresco para determinar, su consistencia o fluidez y que cumpla con los parámetros establecidos en la NTP 339.035.

El ensayo consiste en rellenar un molde metálico troncocónico de dimensiones normalizadas, en tres capas apisonadas con 25 golpes de varilla – pisón y, luego de retirar el molde, medir el asentamiento que experimenta la masa de hormigón colocada en su interior esta medición se complementa con la observación de la forma de derrumbamiento del cono de hormigón mediante golpes laterales con la varilla – pisón. (NTP 339.035, 2009, Pág. 4)

2.3.4 Pesos Unitarios de Agregados Fino Y Grueso

Mediante este ensayo obtendremos el peso unitario del agregado ya sea suelto o compactado, como también el cálculo de vacíos en ambos agregados y una mezcla de ambos siguiendo la NTP 400.017.

En este ensayo se obtiene el peso unitario suelto y de la misma manera se obtiene el peso unitario compactado. (NTP 400.017, 2011, Pág. 5)

2.3.5 Análisis Granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global

Es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices, según la norma de “método de prueba estándar por el análisis del tamiz de agregados finos y agregados gruesos” basados en la NTP 400.012.

El método de determinación granulométrico es hacer pasar las partículas por una serie de mallas de distintos anchos de entramada (a modo de coladores) que actúan como filtros de los granos que se llama comúnmente columna de tamices cabe resaltar que mediante este ensayo se obtienen datos mediante los cuales se determina el módulo de finura del agregado. (NTP 400.012, 2001, Pág. 7)

2.3.6. Tamaño Máximo Nominal

Según la NTP 400.012 es aquel que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido Cabe resaltar que mediante este ensayo se obtienen datos mediante los cuales se determina el módulo de finura del agregado. (NTP 400.012, 2001, Pág. 9)

2.3.7 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino y Grueso

La gravedad específica puede ser expresada como la gravedad específica bulk, gravedad específica bulk (SSD) o gravedad específica aparente. La

gravedad específica bulk (SSD) y la absorción, se basan en agregados sumergidos en agua después de 24 horas. (NTP 339.023, 2008, Pág. 17)

- **Absorción**

Aumento en el peso de los agregados debido al agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas expresado como un porcentaje del peso seco. (NTP 339.022, 2013, Pág. 13)

- **Gravedad Específica**

Relación entre la masa de una unidad de volumen de un material a la masa del mismo volumen de agua a una temperatura indicada. Los valores son adimensionales. (NTP 339.022, 2013, Pág. 13)

- **Gravedad Específica Aparente**

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen de la parte impermeable del agregado a una temperatura indicada a el peso en el aire de un igual volumen de agua destilada libre de gas a una temperatura dada. (NTP 339.022, 2013, Pág. 13)

- **Gravedad Especifica Bulk**

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total (incluyendo los vacíos permeables e impermeables de las partículas, pero sin incluir los vacíos entre partículas) a una temperatura establecida para

el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida. (NTP 339.022, 2013, Pág. 14)

- **Gravedad Especifica Bulk (SSD)**

Relación entre el peso en el aire de una unidad de volumen total del agregado, incluyendo el peso del agua dentro de los vacíos alcanzados por la sumersión en gua durante aproximadamente 24 horas (pero sin incluir los vacíos entre las partículas), a una temperatura establecida, en comparación con el peso en el aire de un volumen igual del material libre de agua destilada a una temperatura establecida. (NTP 339.022, 2013, Pág. 21)

2.3.8 Consideraciones Básicas Para el Diseño de una Mezcla de Concreto

- **Economía**

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales, de la mano de obra empleada y el equipamiento. Sin embargo, excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto, los costos de los materiales son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar mezclas diferentes. Debido a que el cemento es más costoso que los agregados, es claro que minimizar el contenido del cemento en el concreto es el factor más importante para reducir el costo del concreto. En general, esto puede ser echo del siguiente modo: (Walhoff, 2017, Pág. 32)

- ✓ Utilizando el menor slump que permita una adecuada colocación.
- ✓ Utilizando el mayor tamaño máximo del agregado (respetando las limitaciones indicadas en el capítulo anterior).
- ✓ Utilizando una relación óptima del agregado grueso al agregado fino cuando sea necesario utilizando un aditivo conveniente. (Walhoff, 2017, Pág. 32)

Es necesario además señalar que, en adición al costo, hay otros beneficios relacionados con un bajo contenido de cemento. En general, las contracciones serán reducidas y habrá menor calor de hidratación. Por otra parte, un muy bajo contenido de cemento, disminuirá la resistencia temprana del concreto y la uniformidad del concreto por ese motivo se remplazará porcentaje de cemento por fibras metálicas esperando una mejora o igualdad de condiciones con el concreto convencional; La economía de un diseño de mezcla en particular también debería tener en cuenta el grado de control de calidad que se espera en obra. Como discutiremos en capítulos posteriores, debido a la variabilidad inherente del concreto, la resistencia promedio del concreto producido debe ser más alta que la resistencia a compresión mínima especificada. Al menos en pequeñas obras, podría ser más barato “sobre diseñar” el concreto que implementar el extenso control de calidad que requeriría un concreto con una mejor relación costo –eficiencia. (Walhoff, 2017, Pág. 32)

- **Trabajabilidad**

Claramente un concreto apropiadamente diseñado debe permitir ser colocado y compactado apropiadamente con el equipamiento disponible. El acabado que permite el concreto debe ser el requerido y la segregación y sangrado deben ser minimizados. Como regla general el concreto debe ser suministrado con la trabajabilidad mínima que permita una adecuada colocación. La cantidad de agua requerida por trabajabilidad dependerá principalmente de las características de los agregados en lugar de las características del cemento. (Walhoff, 2017, Pág. 33)

Cuando la trabajabilidad debe ser mejorada, el rediseño de la mezcla debe consistir en incrementar la cantidad de mortero en lugar de incrementar simplemente el agua y los finos (cemento). Debido a esto es esencial una cooperación entre el diseñador y el constructor para asegurar una buena mezcla de concreto. En algunos casos una menos mezcla económica podría ser la mejor solución. Y se deben prestar oídos sordos al frecuente pedido, en obra, de “más agua”. (Walhoff, 2017, Pág. 33)

- **Resistencia y Durabilidad**

En general las especificaciones del concreto requerirán una resistencia mínima a compresión. Estas especificaciones también podrían imponer limitaciones en la máxima relación agua/cemento (a/c) y el contenido mínimo de cemento. Es importante asegurar que estos requisitos no sean mutuamente incompatibles. (Walhoff, 2017, Pág. 34)

Como veremos en otros capítulos, no necesariamente la resistencia a compresión a 28 días será la más importante, debido a esto la resistencia a otras edades podría controlar el diseño las especificaciones también podrían requerir que el concreto cumpla ciertos requisitos de durabilidad, tales como resistencia al congelamiento y deshielo o ataque químico. Estas consideraciones podrían establecer limitaciones adicionales en la relación agua cemento (a/c), el contenido de cemento y en adición podría requerir el uso de aditivos; Entonces, el proceso de diseño de mezcla, envuelve cumplir con todos los requisitos antes vistos. Asimismo, debido a que no todos los requerimientos pueden ser optimizados simultáneamente, es necesario compensar unos con otros; (por ejemplo, puede ser mejor emplear una dosificación que para determinada cantidad de cemento no tiene la mayor resistencia a compresión pero que tiene una mayor trabajabilidad). (Walhoff, 2017, Pág. 34)

Finalmente debe ser recordado que incluso la mezcla perfecta no producirá un concreto apropiado si no se lleva a cabo procedimientos apropiados de colocación, acabado y curado. (Walhoff, 2017, Pág. 34)

- **Información Requerida para el Diseño de Mezclas**

- ✓ Análisis granulométrico de los agregados.
- ✓ Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso).
- ✓ Peso específico de los agregados (fino y grueso).

- ✓ Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- ✓ Perfil y textura de los agregados.
- ✓ Tipo y marca del cemento.
- ✓ Peso específico del cemento.
- ✓ Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados. (Walhoff, 2017, Pág. 35)

- **Pasos para el Proporcionamiento**

Podemos resumir la secuencia del diseño de mezclas de la siguiente manera la cual se detallará cada uno de ellos a continuación:

1. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr}).
2. Elección del Asentamiento (Slump).
3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.
4. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire.
5. Selección de la relación agua/cemento (a/c).
6. Cálculo del contenido de cemento.
7. Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.
8. Ajustes por humedad y absorción.
9. Cálculo de proporciones en peso. (Walhoff, 2017, Pág. 35)

La cual se detallará cada uno de ellos a continuación:

- **Elección de la Resistencia Promedio (F 'Cr)**

La resistencia para esta investigación es de 175 kg/cm², 210kg/cm² y 280kg/cm² la más utilizada en la construcción se tomaron los factores de seguridad en la tabla 04

- **Elección del Asentamiento (slump).**

Si las especificaciones técnicas de obra requieren que el concreto tenga una determinada consistencia, el asentamiento puede ser elegido de la siguiente tabla:

Tabla 3

Consistencias y Asentamientos

Consistencias	Asentamiento
Seca	0" (0 mm) a 2" (50 mm)
Plástica	3" (75 mm) a 4" (100 mm)
Fluida	≥ 5" (125 mm)

Fuente: Gutiérrez 2003, Pág. 102

Tabla 4

Elecciones de la resistencia promedio

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c +70$
210 a 350	$f'c +84$
Sobre 350	$f'c +98$

Fuente: Gutiérrez 2003, Pág. 95

- **Selección De Tamaño Máximo Nominal Del Agregado**

Para obtener el tamaño máximo, tamaño máximo nominal y módulo de finura se realiza el ensayo de granulometría a los agregados de una determinada cantera según la norma técnica peruana 400.012. (Walhoff, 2017, Pág. 36)

- **Estimación Del Agua De Mezclado Y Contenido De Aire**

Tabla 5

Volumen unitario de agua

Tamaño máximo nominal	Volumen unitario de agua, expresado en Lt/m3.					
	Slump: de 1" a 2"		Slump: de 3" a 4"		Slump: 6" a 7"	
	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227

1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Gutiérrez 2003, Pág. 95

El Comité 211 del ACI, nos proporciona una primera estimación del agua de mezclado para concretos hechos con requerimientos aproximados, de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados. (Neville, 2000, Pág. 29)

- **Elección de la Relación Agua/Cemento (A/C)**

Para la selección de la relación a/c, de los cuales se elegirá el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación a/c seleccionada con base en la resistencia satisfaga también los requerimientos de durabilidad. (Tabla N°-04). (Neville, 2000, Pag. 30)

- **Cálculo del Contenido de Cemento**

Una vez que la cantidad de agua y la relación agua/cemento han sido estimadas, la cantidad de cemento por unidad de volumen del concreto es determinada dividiendo la cantidad de agua por la relación agua/cemento. Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad de cemento mínima. Tales requerimientos podrían ser especificados para asegurar un acabado

satisfactorio, determinada calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad. (Neville, 2000, Pág. 31)

Tabla 6

Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (kg/cm ²)	Relación agua/cemento	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

Fuente: Gutiérrez 2003, Pág. 109.

- **Hallando el Contenido del Agregado Grueso y Agregado Fino**

Método del Comité 211 del ACI

Se determina el contenido del agregado grueso mediante la tabla, elaborada por el comité 211 del ACI, en función del tamaño máximo nominal del agregado grueso y del módulo de fineza del agregado fino. La tabla permite obtener un coeficiente b / b_0 resultante de la división del peso del agregado grueso entre el peso unitario Seco y compactado del agregado grueso expresado en Kg/m³. (Neville, 2000, Pág. 32)

Tabla 7

Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de
-----------------------------------	--

concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fn					
Módulo de fineza del agregado fino					
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Gutiérrez 2003, Pág. 126

- **Ajuste por humedad y absorción**

El contenido de agua añadida para formar la pasta será afectado por el contenido de humedad de los agregados. Si ellos están secos al aire absorberán agua y disminuirán la relación a/c y la trabajabilidad. Por otro lado, si ellos tienen humedad libre en su superficie (agregados mojados) aportarán algo de esta agua a la pasta aumentando la relación agua/cemento, la trabajabilidad y disminuyendo la resistencia a la compresión. (Castillo, 2015, pág. 78)

2.3.9 Probeta De Concreto

Las probetas de concreto son un muestreo que se utiliza para realizar ensayos mecánicos del hormigón endurecido. Se realizan en moldes metálicos cilíndricos de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura rígidos.

Es la manera práctica de evaluar la resistencia y uniformidad del concreto en las edificaciones; Para obtener una resistencia representativa, la norma ASTM C31 determina lo siguiente, “Práctica estándar para elaborar y curar cilindros de ensaye de concreto en campo y también y el reglamento nacional de construcciones señala el tamaño y numero de la muestra de ensayo. (Sánchez, 2010, pág. 51)

2.3.10 Costo de Fabricación del Concreto

El costo del concreto es la suma del costo de los materiales para su producción, de la mano de obra empleada en campo y el equipamiento que se tiene. Sin embargo, excepto para algunos concretos especiales, el costo de la mano de obra y el equipamiento son muy independientes del tipo y calidad del concreto producido. Por lo tanto, los costos de los materiales para producir concreto son los más importantes y los que se deben tomar en cuenta para comparar costos de diferentes mezclas diferentes además, dichos materiales sufrieron un alza de sus precios siendo el precio más significativo el del cemento portland tipo I con 5,0% respecto al alza 1.78% de los precios de materiales de construcción de enero del 2016, además, durante el año 2015 el aumento de los precios de estructuras de concreto fue de 17.30%, lo que marcaría una tendencia alcista por lo tanto, el cemento es el material más costoso para la fabricación del concreto y con tendencia a subir su precio cada año, por este motivo se remplazará porcentajes de cemento por fibras metálicas donde el costo de fabricación de este concreto también deberá cumplir las mismas funcionalidades que el concreto

convencional y así lograr un ahorro en costo de fabricación del concreto con fibras metálicas ante en concreto convencional. (Abanto, 1998, pág. 89)

2.3.11 Diseño de Mezcla Para Cada Resistencia

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 175 kg/cm² (ACI)**

Procedemos a usar los datos de los agregados según el laboratorio “EMV laboratorios y construcciones E.I.R.L” anexados al final.

Tabla 8

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)

AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
Módulo de fineza= 3.07	
Contenido de Humedad = 1.85	Contenido de Humedad = 0.52
Absorción = 1.10	Absorción = 1.00
Peso Específico de masa = 2570 Kg/m ³	Peso Específico de masa= 2790 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1520 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1720 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1660 Kg/m ³
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾”	Asentamiento: 3” – 4”
Agua de Mezclado: 205 Lts.	Aire incluido: 2.0%
Relación a/c: 0.63	Vol. A. Grueso: 0.59

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

Decimos que para la resistencia 175kg/cm²

$$f'c = 175 + 70$$

$$f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos 2.0% de aire

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

“relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto”
decimos:

$$\frac{250 - 245}{0.62 - x} = \frac{250 - 200}{0.62 - 0.70}$$

Interpolamos y obtenemos el siguiente valor.

$$\mathbf{X = 0.63}$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.63 \qquad C = \frac{325.396}{42.5}$$

$$\mathbf{C = 7.65 \text{ Bolsas de cemento sol}}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

“Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto”
y sabiendo el TMN de 3/4”.

$$0.593 \text{ m}^3 \times 1660 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{984.4 \text{ kg}}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{325.396 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = \mathbf{0.105 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.205 \text{ m}^3}$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = \mathbf{0.02 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{996 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.353 \text{ m}^3}$$

$$0.105 + 0.205 + 0.02 + 0.353 = \mathbf{0.68 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m³:

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.68 = \mathbf{0.32 \text{ m}^3}$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{816 \text{ kg}}$$

9.- Presentación del diseño en estado seco:

$$\text{Cemento} = \mathbf{325 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agregado fino} = \mathbf{816 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso} = \mathbf{984 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Agua} = \mathbf{205 \text{ Lts/m}^3}.$$

10.- Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Agregado fino: } 816 \left(\frac{1.85}{100} + 1 \right) = \mathbf{831.53 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso: } 984 \left(\frac{0.52}{100} + 1 \right) = \mathbf{989.50 \text{ kg}}$$

11.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.85-1.10) \times 831.53}{100} = \mathbf{6.24 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.52-1) \times 989.50}{100} = \mathbf{-4.75 \text{ Litros}}$$

$$6.24 + (-4.75) = \mathbf{\text{litros}}$$

12.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 205 - 1.34 = \mathbf{203.51 \text{ litros}}$$

13.- Proporcionamiento del diseño:

- ✓ Cemento = $325/325$ = **1**
- ✓ Agregado fino = $816/325$ = $2.56 = \mathbf{2.6}$
- ✓ Agregado grueso = $989.5/325$ = **3.00**
- ✓ Agua = $203.51/325.39$ = **0.63**

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm²**

Procedemos a usar los datos de los agregados según el laboratorio “EMV laboratorios y construcciones E.I.R.L” anexados en la pagina

Tabla 9*Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$)*

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.12	Contenido de Humedad = 0.51
Contenido de Humedad = 1.91	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1740 Kg/m ³	
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: 3/4"	Asentamiento: 3" – 4"
Agua de Mezclado: 205 Lts.	Aire incluido: 2.0%
Relación a/c: 0.63	Vol. A. Grueso: 0.59

*Nota: Elaboración propia.***1.-Resistencia promedio requerida:**De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210 kg/cm^2

$$f'c = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2.-Contenido de aire:Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos **2.0% de aire****3.- Volumen unitario de agua:**Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'_{cr} :

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{250 - 294}{0.62 - x} = \frac{250 - 300}{0.62 - 0.55}$$

$$\mathbf{X = 0.56}$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.56 \qquad C = \frac{366.07}{42.5}$$

$$\mathbf{C = 8.638 \text{ Bolsas de cemento}}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.588 \text{ m}^3 \times 1670 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{981.96 \text{ kg}}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{366.07 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = \mathbf{0.118 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.205 \text{ m}^3}$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = \mathbf{0.02 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{981.96 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.352 \text{ m}^3}$$

$$0.118 + 0.205 + 0.02 + 0.352 = \mathbf{0.695 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m^3 decimos.

El volumen del agregado fino será $1 - 0.702 = 0.298 \text{ m}^3$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.298 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 762.40 \text{ kg}$$

9.- Presentación del diseño en estado seco:

Cemento = 366.1 kg/m^3

Agregado fino = 781.66 kg/m^3

Agregado Grueso = 981.96 kg/m^3

Agua = 205 Lts/m^3 .

10.- Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Agregado fino: } 781.66 \left(\frac{1.91}{100} + 1 \right) = 796.6 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 981.96 \left(\frac{0.51}{100} + 1 \right) = 987 \text{ kg}$$

11.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.91-1.10) \times 796.6}{100} = 6.45 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.51-0.90) \times 987}{100} = -3.84 \text{ Litros}$$

$$6.45 + (-3.84) = 2.60 \text{ litros}$$

12.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 205 - 2.6 = 202.4 \text{ litros}$$

13.- Proporcionamiento del diseño.

- ✓ Cemento = $366.1 / 366.1 = 1$
- ✓ Agregado fino = $796.6 / 366.1 = 2.18 = 2.2$
- ✓ Agregado grueso = $987.01 / 366.1 = 2.70$
- ✓ Agua = $202.39/363.1 = 0.55$

➤ **Diseño de mezcla para una resistencia de 280 kg/cm²**

Procedemos a usar los datos de los agregados según el laboratorio “EMV laboratorios y construcciones E.I.R.L”

Tabla 10

Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.06	Contenido de Humedad = 0.45
Contenido de Humedad = 1.89	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1610 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1730 Kg/m ³	
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾”	Asentamiento: 3” – 4”

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm²

$$f'c = 280 + 84$$

$$f'_{cr} = 364 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'_{cr} :

Usando la tabla N°04 "relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto" decimos:

$$\frac{350 - 364}{0.48 - x} = \frac{350 - 400}{0.48 - 0.43}$$

$$X = 0.47$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.47 \qquad C = \frac{436.17}{42.5}$$

$$C = 10.26 \text{ Bolsas}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 "Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto" y sabiendo el TMN de 3/4".

$$0.616 \text{ m}^3 \times 1610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 991.76 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{436.17 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.140 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{991.76 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.355 \text{ m}^3$$

$$0.140 + 0.205 + 0.02 + 0.355 = \mathbf{0.721 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.721 = \mathbf{0.279 \text{ m}^3}$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.279 \text{ m}^3 \times 2560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{714.96 \text{ kg}}$$

9.- Presentación del diseño en estado seco:

$$\text{Cemento} = 436.17 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 714.96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 991.76 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 205 \text{ Lts/m}^3.$$

10.- Corrección por humedad de los agregados.

$$\text{Agregado fino: } 714.96 \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = \mathbf{728.47 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso: } 991.76 \left(\frac{0.45}{100} + 1 \right) = \mathbf{996.22 \text{ kg}}$$

11.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.90-1.10) \times 728.47}{100} = \mathbf{5.75 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.45-0.90) \times 996.22}{100} = \mathbf{-4.48 \text{ Litros}}$$

$$5.75 + (-4.48) = \mathbf{1.27 \text{ litros}}$$

12.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 205 - 1.27 = \mathbf{203.42 \text{ litros}}$$

13.- Proporcionamiento del diseño:

$$\checkmark \text{ Cemento} = 436.17 / 436.17 = \mathbf{1}$$

$$\checkmark \text{ Agregado fino} = 728.47 / 436.17 = 1.67 = \mathbf{1.70}$$

$$\checkmark \text{ Agregado grueso} = 970.347 / 436.17 = 2.28 = \mathbf{2.3}$$

$$\checkmark \text{ Agua} = 203.42 / 436.17 = \mathbf{0.47}$$

2.4 Fibra Metálica

2.4.1 Tipos de Fibra

La norma ASTM C 1116 establece las especificaciones para concretos fibra reforzados y determina tres (03) tipos:

TIPO I = CRFA (Concreto Reforzado con Fibras de Acero)

Las fibras de acero se definen como pequeños pedazos discontinuos de acero. Son elementos con la característica que presentan una dimensión predominante respecto a las demás, cuya superficie puede ser lisa o labrada para conseguir una mayor adherencia a la matriz cementante en caso de hormigones reforzados con fibras. (Silva, 2014, Pág. 34)

TIPO II = CRFV (Concreto Reforzado con Fibras de Vidrio)

La fibra de vidrio es un producto mineral fabricada de manera artificial el cual está conformado por numerosas y finas fibras de vidrio. “Con bajos porcentajes de fibras de vidrio que se incorporan al hormigón se puede incrementar significativamente la resistencia a la flexión, tensión e impacto, resultando productos de peso ligero y adecuadamente resistente. El mejoramiento de las propiedades mecánicas del hormigón reforzado con fibras de vidrio, sugiere su uso en aplicaciones donde se requiera resistencias un tanto mejoradas y un control adecuado de la fisuración. Esto incluye, pavimentos de calles y carreteras, pisos industriales, tuberías y reparaciones de estructuras realizadas con hormigón convencional. (Silva, 2014, Pág. 34)

TIPO III = CRFS (Concreto Reforzado con Fibras de Sintéticas)

- **Fibras de Acrílico:** La fibra acrílica es un material manufacturado elaborado a partir de acrilonitrilo el cual es un líquido incoloro incendiabile que se deriva del plástico de polipropileno. El resultado de combinar fibras acrílicas con el hormigón normal ha demostrado la capacidad de tener una alta tenacidad pos-fisuración y alta ductibilidad del material compuesto.

- **Fibras de Aramida:** Las fibras de aramida son una clase de fibras sintéticas compuestas por macromoléculas lineares orientadas mayoritariamente a lo largo del eje de las fibras. Esta fibra sintética es fabricada mediante el corte de una solución de polímero a través de una hiladora. Posee propiedades importantes tal como una elevada estabilidad térmica, insensibilidad a la humedad, gran tenacidad, alta resistencia a la tracción, alto módulo de elasticidad y una baja elongación a la rotura, al tener estas características las fibras de aramida otorgan parte de sus propiedades al concreto cuando son incorporadas en su mezcla. . (Silva, 2014, Pág. 32)

- **Fibras de Carbono:** La Fibra de carbono se puede identificar como un polímero de una específica forma de grafito, siendo este una especie de carbono en estado puro. Posee propiedades mecánicas semejantes a la del acero

tomando en cuenta que es un material más ligero tanto como la madera o el plástico. Comparadas con las demás fibras sintéticas del mercado, las fibras de carbono son mucho más costosas por lo que es necesario realizar un profundo análisis costo-beneficio para optar por utilizar este material como refuerzo para el hormigón. Las fibras de carbono se han desarrollado especialmente por sus propiedades de alta resistencia, elevado módulo de elasticidad, bajo peso por unidad de volumen, adecuada resistencia a la corrosión, al fuego; y a que son inertes frente a la gran parte de productos químicos. Dejando a un lado el alto precio, su incorporación al concreto resulta muy valiosa pues le asigna superiores beneficios de desempeño.

- **Fibras de Nylon** La denominación de nilones, es el término genérico que identifica una clase de polímeros. Existen una gama de fibras de nylon en el medio comercial para su utilización en aplicaciones industriales, textiles, entre otras; pero únicamente hay dos tipos de fibras de nylon que pueden prestarse para refuerzo del hormigón convencional y son el nylon 6 y el nylon 66, los cuales presentan buenas características como tenacidad, ductilidad y recuperación de elasticidad. . (Silva, 2014, Pág. 33)

- **Fibras de Poliéster** El poliéster es un polímero (plástico) producto derivado del petróleo. Las fibras de poliéster se presentan a manera de monofilamentos y son sensibles a la temperatura por lo que sus propiedades fundamentales son alteradas cuando el material sobrepasa su temperatura normal servicio.

- **Fibras de Polipropileno** “Este tipo de fibras no tienen reacción química y son muy estables, presentan una superficie impermeable por lo cual no quita agua de mezclado, son livianas y pueden alcanzar medianas resistencias a la tensión, sin embargo, son tenaces. Pueden ser fabricadas en diversas formas y con costos más bajos que otros tipos de fibras. Al ser hidrófobas tienen como desventajas el tener pobres características de adherencia con la matriz del cemento, un bajo punto de fusión, alta combustibilidad y un módulo de elasticidad relativamente bajo. Las largas Fibras de Polipropileno pueden resultar difíciles de mezclar debido a su flexibilidad y a la tendencia a enrollarse alrededor de las orillas extremas de las hojas de la mezcladora.”. (Silva, 2014, Pág. 34)

2.4.2 Concreto Reforzado con Fibras Metálicas

Es la combinación de mortero o concreto convencional o especial con fibras de polipropileno, acero, fibra de vidrio, y otras; que al ser incorporadas le

sirven al mortero o concreto como refuerzo interno secundario. Este tipo de concreto está adoptando el nombre de concretos fibra-reforzados, por la adición de diferentes tipos de fibras. El concreto reforzado con fibras de acero y polipropileno deberá cumplir con los requisitos aplicables de la norma ASTM C 1116.

- **Características de Fibra**

Las fibras son elementos alargados naturales o artificiales que se introducen en la mezcla para evitar agrietamientos que tienden a producirse por contracción de fragua, cambios de temperatura y para mejorar algunas propiedades del concreto simple, como son: su resistencia a la compresión, su resistencia a la flexión. (Lao, 2007, Pág. 15)

La experiencia nacional con el uso de fibras ha estado restringida tradicionalmente al uso de fibras naturales para mejorar las propiedades del adobe y más recientemente el uso de fibras de madera mineralizada o de asbestos cementados para la fabricación de paneles y coberturas; A nivel mundial, las primeras sugerencias en el sentido de que las propiedades del concreto podrían mejorarse con la adición de fibras de acero fueron hechas por Porter (1910) y Ficklen (1914) en el Reino Unido, pero no es sino hasta 1963 en que pone en evidencia la función en el concreto de las fibras metálicas como elementos inhibidores del agrietamiento. (Lao, 2007, Pág. 15)

Las principales características de las fibras usadas en el presente trabajo de Investigación se detallan a continuación:

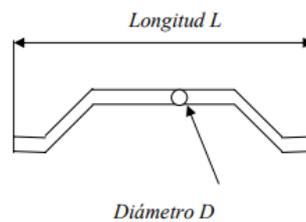
- **Propiedades de las Fibras Metálicas**

Especificaciones:

- ✓ **Longitud (L):** es la distancia entre las dos extremidades.
- ✓ **Diámetro o diámetro equivalente (De):** es el diámetro del hilo, para las fibras de sección transversal circular, o es el diámetro del círculo de área igual a la de la sección transversal de la fibra ($0,15 \leq De \leq 1,20$).
- ✓ **Relación de aspecto $\lambda = L/De$:** es la relación entre la longitud L y el diámetro De (0 diámetro equivalente).
- ✓ **Resistencia a tracción:** se refiere al hilo semielaborado o el de la fibra.
- ✓ **Forma:** fibras rectilíneas o fibras amoldadas (longitudinalmente o transversalmente).
- ✓ **Composición química:** Acero de bajo o elevado contenido de carbono o inoxidable $C \leq 0,04$, Mn 0,25-0,40, si $P \leq 0,10$, $P \leq 0,03$

Figura 1

Fibra metálica Dramix 3D



Tipos de fibras según su forma	Esquema
Recta de sección circular	
Recta de sección rectangular	
Ondulada	
Recta con extremos en forma de cono	
Recta con extremos en forma de gancho	
Rectas con extremos chatos	

Fuente: Lao O. Wendy. "Tecnología del concreto" (Pag.22)

• Ventaja de las fibras metálicas en el concreto

- ✓ Proporciona al concreto refuerzo secundario tridimensional.
- ✓ Reemplaza el acero por temperatura
- ✓ Reduce las contracciones y grietas por temperatura.
- ✓ Disminuye la exudación del concreto fresco Al usar fibras en el concreto y de servir estas como refuerzo secundario y como ayuda en el curado, permite que la integridad y las resistencias de diseño del concreto sean alcanzadas.
- ✓ Reduce el costo de la mano de obra.
- ✓ Elimina daños por corrosión.
- ✓ Reduce la permeabilidad.
- ✓ Al sustituir el acero por temperatura, se reducirá también los tiempos de ejecución de obra.
- ✓ Incrementa la resistencia a temprana edad.
- ✓ Incrementa la durabilidad del concreto.
- ✓ Incrementa la ductilidad.

- ✓ Incrementa la resistencia al impacto
- ✓ Incrementa la resistencia a la abrasión,
- ✓ Incrementa moderadamente la resistencia a la compresión. (Ficha técnica, Edición 19, Pág. 2)

2.4.3. Diseño de Mezcla para cada Resistencia con Fibras Metálicas.

➤ Diseño de mezcla para una resistencia de 175 kg/cm² con 2% fibra

Tabla 11

*Datos técnicos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$)
+2% f*

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.07	
Contenido de Humedad = 1.85	Contenido de Humedad = 0.52
Absorción = 1.10	Absorción = 1.00
Peso Específico de masa = 2570 Kg/m ³	Peso Específico de masa= 2790 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1520 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1720 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1660 Kg/m ³
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾"	Asentamiento: 3" – 4"
Agua de Mezclado: 205 Lts.	Aire incluido: 2.0%
Relación: a/c: 0.63	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

Decimos que para la resistencia 175kg/cm^2

$$f'c = 175 + 70$$

$$f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos 2.0% de aire

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia $f'cr$:

“relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto”

decimos:

$$\frac{250 - 245}{0.62 - x} = \frac{250 - 200}{0.62 - 0.70}$$

Interpolamos y obtenemos el siguiente valor.

$$X = 0.63$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.63 \qquad C = \frac{325.396}{42.5}$$

$$C = 7.65 \text{ Bolsas de cemento sol}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

“Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto”

y sabiendo el TMN de 3/4”.

$$0.593 \text{ m}^3 \times 1660 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 984.4 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{325.396 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.105 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{996 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.353 \text{ m}^3$$

$$0.105 + 0.205 + 0.02 + 0.353 = 0.68 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³:

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.68 = 0.32 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 816 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica:

Tabla 12

Reajuste del volumen con 2% de fibra para 1m³ de concreto

(f'c=175kg/cm²)

Datos	Patrón (m ³)	Patrón fibra (m ³)	factor	m ³
Cemento	0.10463	0.10463		0.10454
agua	0.20500	0.20500		0.20483
aire	0.02000		0.999	0.02000
Vol. Agre. Grueso	0.35282	0.35282		0.35253
Vol. Agre. Fino	0.31755	0.31755		0.31728

F. metálica (16.26 kg)		0.00082	0.00083
Suma (sin aire)	0.98000	0.98083	1.00000

Nota: Esta tabla muestra un factor de variación para poder sacar el reajuste de cada agregador y así poder llegar a 1 m³ exactamente; de la misma manera para los casos siguientes.

10.- Presentación del nuevo diseño en estado seco:

$$\text{Cemento} = 326.433 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 815.405 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 983.548 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204.827 \text{ Lts/m}^3.$$

$$\text{Fibra metálica} = 6.5 \text{ Kg/m}^3$$

11.- Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Agregado fino: } 815.405 \left(\frac{1.85}{100} + 1 \right) = 830.489 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 983.548 \left(\frac{0.52}{100} + 1 \right) = 988.662 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.85-1.10) \times 830.489}{100} = 6.22 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.52-1) \times 988.662}{100} = -4.74 \text{ Litros}$$

$$6.22 + (-4.74) = 1.483 \text{ litros}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.556 - 1.481 = 203.344 \text{ litros}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

Cemento = 326.43/326.43	= 1
Agregado fino = 830.489/326.43	= 2.60
Agregado grueso = 988.662/326.43	= 2.96
Agua = 203.344/326.43	= 0.63
Fibra metálica = 16.32/326.43	= 0.02

➤ Diseño de mezcla para una resistencia de 175 kg/cm² con 3% fibra

Tabla 13

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) +3% f

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.07	
Contenido de Humedad = 1.85	Contenido de Humedad = 0.52
Absorción = 1.10	Absorción = 1.00
Peso Específico de masa = 2570	Peso Específico de masa= 2790
Peso seco suelto = 1520 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1720	Peso seco compactado = 1660
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾"	Asentamiento: 3" – 4"
Agua de Mezclado: 205 Lts.	Aire incluido: 2.0%
Relación: a/c: 0.63	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

Decimos que para la resistencia 175 kg/cm^2

$$f_c = 175 + 70$$

$$f'_{cr} = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos 2.0% de aire

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'_{cr} :

“relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto”

decimos:

$$\frac{250 - 245}{0.62 - x} = \frac{250 - 200}{0.62 - 0.70}$$

Interpolamos y obtenemos el siguiente valor.

$$X = 0.63$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.63 \qquad C = \frac{325.396}{42.5}$$

$$C = 7.65 \text{ Bolsas de cemento sol}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

“Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto”

y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.593 \text{ m}^3 \times 1660 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 984.4 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{325.396 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.105 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{996 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.353 \text{ m}^3$$

$$0.105 + 0.205 + 0.02 + 0.353 = 0.68 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³:

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.68 = 0.32 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 816 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica:

Tabla 14

Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m³ de concreto

(f'c=175kg/cm²)

Datos	Patrón (m ³)	Patrón+ fibra (m ³)	factor	m ³
Cemento	0.10463	0.10463		0.10450
agua	0.20500	0.20500		0.20474
aire	0.02000		0.997	0.02000
Vol. Agre. Grueso	0.35282	0.35282		0.35238

Vol. Agre. Fino	0.31755	0.31755	0.31714
F. metálica (31.28 kg)		0.00124	0.00124
Suma (sin aire)	0.98000	0.98124	1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del nuevo diseño en estado seco:

$$\text{Cemento} = 324.025 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 815.060 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 983.132 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204.740 \text{ Lts/m}^3.$$

$$\text{Fibra metálica} = 9.75 \text{ Kg/m}^3$$

11.- Corrección por humedad de los agregados:

$$\text{Agregado fino: } 815.060 \left(\frac{1.85}{100} + 1 \right) = 830.139 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 983.132 \left(\frac{0.52}{100} + 1 \right) = 988.244 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.85-1.10) \times 830.139}{100} = 6.226 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.52-1) \times 988.244}{100} = -4.743 \text{ Litros}$$

$$6.226 + (-4.743) = 1.48 \text{ litros}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.740 - 1.48 = 203.258 \text{ litros}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 324.025 / 324.025 && = 1 \\ \text{Agregado fino} &= 830.139 / 324.025 && = 2.55 \\ \text{Agregado grueso} &= 988.244 / 324.025 && = 3.04 \\ \text{Agua} &= 203.258 / 326.43 && = 0.63 \\ \text{Fibra metálica} &= 9.75 / 326.43 && = 0.03 \end{aligned}$$

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 175 kg/cm² con 4% con fibra metálica (METODO ACI)**

Tabla 15

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) +4% f

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.07	
Contenido de Humedad = 1.85	Contenido de Humedad = 0.52
Absorción = 1.10	Absorción = 1.00
Peso Específico de masa = 2570 Kg/m ³	Peso Específico de masa= 2790 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1520 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1720 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1660 Kg/m ³
Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11

TMN: 3/4"

Asentamiento: 3" – 4"

Agua de Mezclado: 205 Lts.

Aire incluido: 2.0%

Relación: a/c: 0.63

P. específico Fibra: 7850 kg/m³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

Decimos que para la resistencia 175kg/cm²

$$f'c = 175 + 70$$

$$f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos 2.0% de aire

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

“relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto”

decimos:

$$\frac{250 - 245}{0.62 - x} = \frac{250 - 200}{0.62 - 0.70}$$

Interpolamos y obtenemos el siguiente valor.

$$X = 0.63$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.63$$

$$C = \frac{325.396}{42.5}$$

C = 7.65 Bolsas de cemento sol

6.- Peso del agregado Grueso:

“Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto”

y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.593 \text{ m}^3 \times 1660 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{984.4 \text{ kg}}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{325.396 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = \mathbf{0.105 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.205 \text{ m}^3}$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = \mathbf{0.02 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{996 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.353 \text{ m}^3}$$

$$0.105 + 0.205 + 0.02 + 0.353 = \mathbf{0.68 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m³:

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.68 = \mathbf{0.32 \text{ m}^3}$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.32 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{816 \text{ kg}}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica:

Tabla 16

Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m³ de concreto
(f'c=175kg/cm²)

Datos	Patrón (m ³)	Patrón + fibra (m ³)	factor	m ³
Cemento	0.10463	0.10463	0.999	0.10445
agua	0.20500	0.20500		0.20465
aire	0.02000			0.02000
Vol. Agre. Grueso	0.35282	0.35282		0.35223
Vol. Agre. Fino	0.31755	0.31755		0.31701
F. metálica (48.80 kg)		0.00166		0.00166
Suma (sin aire)	0.98000	0.98166		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del nuevo diseño en estado seco.

Cemento = **324.847 kg/m³**

Agregado fino = **814.716 kg/m³**

Agregado Grueso = **982.717 kg/m³**

Agua = **204.654 Lts/m³**.

Fibra metálica = **12.994 Kg/m³**

11.- Corrección por humedad de los agregados.

Agregado fino: $814.716 \left(\frac{1.85}{100} + 1 \right) = \mathbf{829.788 \text{ kg}}$

Agregado grueso: $982.717 \left(\frac{0.52}{100} + 1 \right) = \mathbf{987.827 \text{ kg}}$

12.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.85-1.10) \times 829.78}{100} = \mathbf{6.22 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.52-1) \times 987.82}{100} = \mathbf{-4.74 \text{ Litros}}$$

$$6.22 + (-4.74) = \mathbf{1.48 \text{ litros}}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.654 - 1.48 = \mathbf{203.172 \text{ litros}}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 324.847 / 324.847 = \mathbf{1}$$

$$\text{Agregado fino} = 829.788 / 324.847 = \mathbf{2.55}$$

$$\text{Agregado grueso} = 987.827 / 324.847 = \mathbf{3.04}$$

$$\text{Agua} = 203.172 / 324.847 = \mathbf{0.63}$$

$$\text{Fibra metálica} = 12.994 / 324.847 = \mathbf{0.04}$$

➤ **Diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² con 2% de fibra metálica.**

Tabla 17

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +5% f

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.12	Contenido de Humedad = 0.51
Contenido de Humedad = 1.91	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³

Peso seco compactado = 1740
Kg/m³

Valores de Diseño	
Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: 3/4"	Asentamiento: 3" – 4"
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² le sumamos 84

$$f'c = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 "relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto" decimos:

$$\frac{250 - 294}{0.62 - x} = \frac{250 - 300}{0.62 - 0.55}$$

$$X = 0.56$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.56 \qquad C = \frac{366.07}{42.5}$$

$$C = 8.638 \text{ Bolsas de cemento}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.588 \text{ m}^3 \times 1670 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 981.96 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{366.07 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.118 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{981.96 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.352 \text{ m}^3$$

$$0.118 + 0.205 + 0.02 + 0.352 = 0.695 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.702 = 0.298 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.298 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 762.40 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 18

Reajuste del volumen con 2% de fibra para 1m³ de concreto

(f'c=210kg/cm²)

Datos	Patrón (m³)	Patrón + fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1180	0.1180		0.1179
agua	0.2050	0.2050		0.2048
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3520	0.3520	0.99	0.3516
Vol. Agre. Fino	0.3050	0.3050		0.3047
F. metálica (18.35 kg)		0.00009		0.0009
Suma (sin aire)	0.98000	0.9809		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño en estado seco:

$$\text{Cemento} = 366.770 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 780.050 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 988.056 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204.805 \text{ Lts/m}^3.$$

$$\text{Fibra metálica} = 7.335 \text{ Kg/m}^3.$$

11.- corrección por humedad de los agregados modificados:

$$\text{Agregado fino: } 780.050 \left(\frac{1.91}{100} + 1 \right) = 794.949 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 988.056 \left(\frac{0.51}{100} + 1 \right) = 993.095 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla:

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.91-1.10) \times 794.949}{100} = \mathbf{6.439 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.51-0.90) \times 993.095}{100} = \mathbf{-3.873 \text{ Litros}}$$

$$6.439 + (-3.876) = \mathbf{2.566 \text{ litros}}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.805 - 2.566 = \mathbf{202.239 \text{ litros}}$$

14.- Proporcionamiento del diseño:

$$\text{Cemento} = 366.770 / 366.770 = \mathbf{1}$$

$$\text{Agregado fino} = 794.949 / 366.770 = \mathbf{2.17}$$

$$\text{Agregado grueso} = 993.095 / 366.770 = \mathbf{2.71}$$

$$\text{Agua} = 202.239 / 366.770 = \mathbf{0.55}$$

$$\text{Fibra metálica} = 7.335 / 366.770 = \mathbf{0.02}$$

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² con 3% de fibra metálica.**

Tabla 19

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +3% f

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.12	Contenido de Humedad = 0.51
Contenido de Humedad = 1.91	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³

Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1740 Kg/m ³	

Valores de Diseño

Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾”	Asentamiento: 3” – 4”
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² le sumamos 84

$$f'c = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal ¾” usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de ¾” y con el asentamiento de 3” – 4” decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{250 - 294}{0.62 - x} = \frac{250 - 300}{0.62 - 0.55}$$

$$X = 0.56$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.56 \qquad C = \frac{366.07}{42.5}$$

$$C = 8.638 \text{ Bolsas de cemento}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.588 \text{ m}^3 \times 1670 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 981.96 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{366.07 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.118 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{981.96 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.352 \text{ m}^3$$

$$0.118 + 0.205 + 0.02 + 0.352 = 0.695 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.702 = 0.298 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.298 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 762.40 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 20

*Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m³ de concreto
(f'c=210kg/cm²)*

Datos	Patrón (m³)	Patrón fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1180	0.1180	0.998	0.1179
agua	0.2050	0.2050		0.2047
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3520	0.3520		0.3515
Vol. Agre. Fino	0.3050	0.3050		0.3046
F. metálica (36.71kg)		0.0014		0.0014
Suma (sin aire)	0.98000	0.9823		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño en estado seco.

Cemento = 366.596 kg/m³

Agregado fino = 779.678 kg/m³

Agregado Grueso = 987.585 kg/m³

Agua = 204.707 Lts/m³.

Fibra metálica = 10.998 Kg/m³.

11.- corrección por humedad de los agregados modificados.

$$\text{Agregado fino: } 779.678 \left(\frac{1.91}{100} + 1 \right) = 794.570 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 987.585 \left(\frac{0.51}{100} + 1 \right) = 992.621 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla.

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.91-1.10) \times 794.570}{100} = 6.43 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.51-0.90) \times 992.621}{100} = -3.87 \text{ Litros}$$

$$6.43 + (-3.87) = 2.56 \text{ litros}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.707 - 2.56 = 202.14 \text{ litros}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 366.596 / 366.596 = 1$$

$$\text{Agregado fino} = 794.570 / 366.596 = 2.17$$

$$\text{Agregado grueso} = 992.621 / 366.596 = 2.71$$

$$\text{Agua} = 202.14 / 366.596 = 0.55$$

$$\text{Fibra metálica} = 10.998 / 366.596 = 0.03$$

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 210 kg/cm² con 4% de fibra metálica.**

Tabla 21

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$) +4% f

Agregado fino	Agregado grueso
Módulo de fineza= 3.12	Contenido de Humedad = 0.51
Contenido de Humedad = 1.91	Absorción = 0.90

Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1600 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1740 Kg/m ³	

Valores de Diseño

Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: 3/4"	Asentamiento: 3" – 4"
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² le sumamos 84

$$f'c = 210 + 84$$

$$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{250 - 294}{0.62 - x} = \frac{250 - 300}{0.62 - 0.55}$$

$$\mathbf{X = 0.56}$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.56 \qquad C = \frac{366.07}{42.5}$$

$$\mathbf{C = 8.638 \text{ Bolsas de cemento}}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.588 \text{ m}^3 \times 1670 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{981.96 \text{ kg}}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{366.07 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = \mathbf{0.118 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.205 \text{ m}^3}$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = \mathbf{0.02 \text{ m}^3}$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{981.96 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = \mathbf{0.352 \text{ m}^3}$$

$$0.118 + 0.205 + 0.02 + 0.352 = \mathbf{0.695 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.702 = \mathbf{0.298 \text{ m}^3}$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.298 \text{ m}^3 \times 2570 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 762.40 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 22

Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m³ de concreto

(f'c=210kg/cm²)

Datos	Patrón (m³)	Patrón + fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1180	0.1180	0.998	0.1178
agua	0.2050	0.2050		0.2046
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3520	0.3520		0.3513
Vol. Agre. Fino	0.3050	0.3050		0.3044
F. metálica (14.67kg)		0.0019		0.0019
Suma (sin aire)	0.98000	0.9818		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño modificado en estado seco.

$$\text{Cemento} = 366.421 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 779.307 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 987.115 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204.609 \text{ Lts/m}^3.$$

$$\text{Fibra metálica} = 14.657 \text{ kg/m}^3.$$

11.- Corrección por humedad de los agregados modificados.

$$\text{Agregado fino: } 779.307 \left(\frac{1.91}{100} + 1 \right) = 794.192 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 987.115 \left(\frac{0.51}{100} + 1 \right) = 992.149 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla.

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.91-1.10) \times 794.192}{100} = 6.432 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.51-0.90) \times 992.149}{100} = -3.869 \text{ Litros}$$

$$6.432 + (-3.869) = 2.56 \text{ litros}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.609 - 2.56 = 202.046 \text{ litros}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 366.421 / 366.421 = 1$$

$$\text{Agregado fino} = 794.192 / 366.421 = 2.17$$

$$\text{Agregado grueso} = 992.149 / 366.421 = 2.71$$

$$\text{Agua} = 202.046 / 366.421 = 0.55$$

$$\text{Fibra metálica} = 14.657 / 366.421 = 0.04$$

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 280 kg/cm² con 2% de fibra metálica.**

Tabla 23

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +5% f

Agregado fino	Agregado grueso
---------------	-----------------

Módulo de fineza= 3.06	Contenido de Humedad = 0.45
Contenido de Humedad = 1.89	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1610 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1730 Kg/m ³	

Valores de Diseño

Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾"	Asentamiento: 3" – 4"
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² se sumamos 84

$$f'c = 280 + 84$$

$$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal ¾" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de ¾" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{350 - 364}{0.48 - x} = \frac{350 - 400}{0.48 - 0.43}$$

$$X = 0.47$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.47 \qquad C = \frac{436.17}{42.5}$$

$$C = 10.26 \text{ Bolsas}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.616 \text{ m}^3 \times 1610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 991.76 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{436.17 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.140 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{991.76 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.355 \text{ m}^3$$

$$0.140 + 0.205 + 0.02 + 0.355 = 0.721 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.721 = 0.279 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.279 \text{ m}^3 \times 2560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 714.96 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 24

*Reajuste del volumen con 2% de fibra para 1m³ de concreto
(f'c=280kg/cm²)*

Datos	Patrón (m³)	Patrón + fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1402	0.1402	0.998	0.1401
agua	0.2050	0.2050		0.2048
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3555	0.3555		0.3551
Vol. Agre. Fino	0.2793	0.2793		0.2790
F. metálica (8.72kg)		0.0011		0.0011
Suma (sin aire)	0.98000	0.9811		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño en estado seco.

$$\text{Cemento} = 435.676 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino} = 714.154 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso} = 997.738 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Agua} = 204.768 \text{ Lts/m}^3.$$

$$\text{Fibra metálica} = 8.714$$

11.- corrección por humedad de los agregados.

$$\text{Agregado fino: } 714.154 \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 727.652 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso: } 997.738 \left(\frac{0.45}{100} + 1 \right) = 1002.227 \text{ kg}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla.

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.90-1.10) \times 727.652}{100} = 5.74 \text{ Litros}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.45-0.90) \times 1002.22}{100} = -4.51 \text{ Litros}$$

$$5.74 + (-4.51) = 1.23 \text{ litros}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.768 - 1.23 = 203.529 \text{ litros}$$

14.- Proporciónamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 435.676 / 435.676 = 1$$

$$\text{Agregado fino} = 727.652 / 435.676 = 1.67$$

$$\text{Agregado grueso} = 1002.227 / 435.676 = 2.30$$

$$\text{Agua} = 203.529 / 435.676 = 0.47$$

$$\text{Fibra metálica} = 8.714 / 435.676 = 0.02$$

➤ **Diseño de mezcla para una resistencia de 280 kg/cm² con 3% de fibra metálica.**

Tabla 25

*Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +3%*f**

Agregado fino	Agregado grueso
---------------	-----------------

Módulo de fineza= 3.06	Contenido de Humedad = 0.45
Contenido de Humedad = 1.89	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1610 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1730 Kg/m ³	

Valores de Diseño

Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: 3/4"	Asentamiento: 3" – 4"
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² se sumamos 84

$$f'c = 280 + 84$$

$$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal 3/4" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de 3/4" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{350 - 364}{0.48 - x} = \frac{350 - 400}{0.48 - 0.43}$$

$$X = 0.47$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.47 \qquad C = \frac{436.17}{42.5}$$

$$C = 10.26 \text{ Bolsas}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.616 \text{ m}^3 \times 1610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 991.76 \text{ kg}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{436.17 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.140 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3 \quad \text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{991.76 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.355 \text{ m}^3$$

$$0.140 + 0.205 + 0.02 + 0.355 = 0.721 \text{ m}^3$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.721 = 0.279 \text{ m}^3$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.279 \text{ m}^3 \times 2560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 714.96 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 26

*Reajuste del volumen con 3% de fibra para 1m³ de concreto
(f'c=280kg/cm²)*

Datos	Patrón (m³)	Patrón fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1402	0.1402	0.994	0.1400
agua	0.2050	0.2050		0.2047
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3555	0.3555		0.3549
Vol. Agre. Fino	0.2793	0.2793		0.2788
F. metálica (13.08Kg)		0.0017		0.0017
Suma (sin aire)	0.98000	0.9817		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño en estado seco.

Cemento = 435.430 kg/m³

Agregado fino = 713.750 kg/m³

Agregado Grueso = 997.173 kg/m³

Agua = 204.652 Lts/m³.

Fibra metálica = 13.063 kg/m³

11.- Corrección por humedad de los agregados.

Agregado fino: $713.750 \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 727.240 \text{ kg}$

$$\text{Agregado grueso: } 997.173 \left(\frac{0.45}{100} + 1 \right) = \mathbf{1001.66 \text{ kg}}$$

12.- Aporte de agua a la mezcla.

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.90-1.10) \times 727.240}{100} = \mathbf{5.74 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.45-0.90) \times 1001.6}{100} = \mathbf{-4.50 \text{ Litros}}$$

$$5.74 + (-4.50) = \mathbf{1.24 \text{ litros}}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.652 - 1.24 = \mathbf{203.414 \text{ litros}}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 435.430 / 435.430 = \mathbf{1}$$

$$\text{Agregado fino} = 727.240 / 435.430 = \mathbf{1.67}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1001.66 / 435.430 = \mathbf{2.30}$$

$$\text{Agua} = 203.414 / 435.430 = \mathbf{0.47}$$

$$\text{Fibra metálica} = 13.063 / 435.430 = \mathbf{0.03}$$

- **Diseño de mezcla para una resistencia de 280 kg/cm² con 4% de fibra metálica.**

Tabla 27

Datos del laboratorio para cada agregado ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) +4% f

Agregado fino	Agregado grueso
---------------	-----------------

Módulo de fineza= 3.06	Contenido de Humedad = 0.45
Contenido de Humedad = 1.89	Absorción = 0.90
Absorción = 1.10	Peso Específico de masa= 2810 Kg/m ³
Peso Específico de masa = 2560 Kg/m ³	Peso seco suelto = 1610 Kg/m ³
Peso seco suelto = 1530 Kg/m ³	Peso seco compactado = 1670 Kg/m ³
Peso seco compactado = 1730 Kg/m ³	

Valores de Diseño

Cemento: Sol tipo 1	Peso específico del cemento: 3.11
TMN: ¾"	Asentamiento: 3" – 4"
Aire incluido: 2.0%	P. específico Fibra: 7850 kg/m ³

Nota: Elaboración propia.

1.- Resistencia promedio requerida:

De la Tabla N°03 decimos que para la resistencia 210kg/cm² se sumamos 84

$$f'c = 280 + 84$$

$$f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

2.- Contenido de aire:

Del dato Tamaño Máximo Nominal ¾" usaremos **2.0% de aire**

3.- Volumen unitario de agua:

Con el Tamaño máximo nominal de ¾" y con el asentamiento de 3" – 4" decimos, **205 Lts/m³**

4.- Relación agua cemento por resistencia f'cr:

Usando la tabla N°04 “relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto” decimos:

$$\frac{350 - 364}{0.48 - x} = \frac{350 - 400}{0.48 - 0.43}$$

$$\mathbf{X = 0.47}$$

5.- Contenido de cemento:

$$\frac{205}{C} = 0.47 \qquad C = \frac{436.17}{42.5}$$

$$\mathbf{C = 10.26 Bolsas}$$

6.- Peso del agregado Grueso:

Usando la tabla N°05 “Volumen del agregado grueso por unidad de volumen de concreto” y sabiendo el TMN de $\frac{3}{4}$ ”.

$$0.616 \text{ m}^3 \times 1610 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \mathbf{991.76 \text{ kg}}$$

7.- Hallando el volumen absoluto:

$$\text{Cemento: } \frac{436.17 \text{ kg/m}^3}{3.11 \text{ gr/m}^3 \times 1000} = 0.140 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua: } \frac{205 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire: } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$

$$\text{Agregado Grueso: } \frac{991.76 \text{ kg}}{2790 \text{ kg/m}^3} = 0.355 \text{ m}^3$$

$$0.140 + 0.205 + 0.02 + 0.355 = \mathbf{0.721 \text{ m}^3}$$

Para llegar a 1 m³ decimos.

$$\text{El volumen del agregado fino será } 1 - 0.721 = \mathbf{0.279 \text{ m}^3}$$

8.- Hallando el peso del agregado fino:

$$0.279 \text{ m}^3 \times 2560 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 714.96 \text{ kg}$$

9.- Volumen agregando fibra metálica.

Tabla 28

Reajuste del volumen con 4% de fibra para 1m³ de concreto (f'c=280kg/cm²)

Datos	Patrón (m³)	Patrón fibra (m³)	factor	m³
Cemento	0.1402	0.1402		0.1400
agua	0.2050	0.2050		0.2047
aire	0.0200			0.0200
Vol. Agre. Grueso	0.3555	0.3555	0.991	0.3549
Vol. Agre. Fino	0.2793	0.2793		0.2788
F. metálica (13.08kg)		0.0017		0.0017
Suma (sin aire)	0.98000	0.9817		1.00000

Nota: Elaboración propia.

10.- Presentación del diseño en estado seco.

Cemento = 435.430 kg/m³

Agregado fino = 713.750 kg/m³

Agregado Grueso = 997.173 kg/m³

Agua = 204.652 Lts/m³.

Fibra metálica = 13.063 kg/m³

11.- Corrección por humedad de los agregados.

Agregado fino: $713.750 \left(\frac{1.89}{100} + 1 \right) = 727.240 \text{ kg}$

Agregado grueso: $997.173 \left(\frac{0.45}{100} + 1 \right) = 1001.66 \text{ kg}$

12.- Aporte de agua a la mezcla.

$$\text{Agregado fino: } \frac{(1.89-1.10) \times 727.240}{100} = \mathbf{5.74 \text{ Litros}}$$

$$\text{Agregado grueso: } \frac{(0.45-0.90) \times 1001.66}{100} = \mathbf{-4.50 \text{ Litros}}$$

$$5.74 + (-4.50) = \mathbf{1.23 \text{ litros}}$$

13.- Agua efectiva:

$$\text{Agua: } 204.652 - 1.23 = \mathbf{203.414 \text{ litros}}$$

14.- Proporcionamiento del diseño.

$$\text{Cemento} = 435.430 / 435.430 = \mathbf{1}$$

$$\text{Agregado fino } 727.240 / 435.430 = \mathbf{1.67}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1001.66 / 435.430 = \mathbf{2.30}$$

$$\text{Agua} = 203.414 / 435.430 = \mathbf{0.47}$$

$$\text{Fibra metálica} = 13.063 / 435.430 = \mathbf{0.03}$$

2.5 Ensayo de Resistencia a Compresión y Flexión

2.5.1. Ensayo de Resistencia a la Compresión

Es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión. Se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de sección que resiste a la carga.

Los resultados de prueba de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto elaborada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada, F'_c , para la cual fue diseñada además debe cumplir con la NTP 339.034 y ASTM C39.

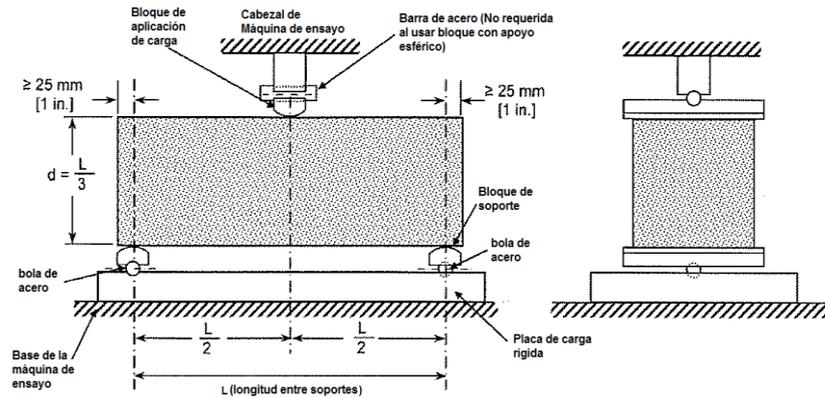
2.5.2. Ensayo de Resistencia a la Flexión

Para el ensayo de flexión se consideró la norma **NTP 339.079** “Método de Ensayo para Determinar la Resistencia a la Flexión del Concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo”, asociadas a la norma ASTM C-293

Para realizar el ensayo correspondiente se utilizaron las probetas tipo vigas normalizadas de dimensiones 15cm x 15cm x 50cm de edad 28 días. Estas se cargan a la máquina de la siguiente manera.

Figura 2

Ensayo a Flexión



Fuente: NTP 339.079 2012, 9

• Procedimiento del Ensayo

Los ensayos de flexión de especímenes curados en húmedo deben ser efectuados tan pronto como sea posible, después de remover los especímenes del almacenaje húmedo. El secado superficial del espécimen puede producir una reducción del módulo de ruptura medido. (NTP 339.079,2012, Pág. 5)

El espécimen de ensayo se gira sobre su lado con respecto a su posición como fue moldeado y se centra sobre los bloques de soporte. Se centra luego el sistema de carga en relación a la carga aplicada. Se lleva el bloque de aplicación de carga a contacto con la superficie del espécimen al centro de la luz y se aplica una carga entre el 3% y el 6% de la carga última estimada. Luego usando galgas o medidores de espesor tipo hoja de 0.10 mm (0.004 pulg) y de 0.40mm (0.015 pulg), determinar si hay cualquier vacío entre el espécimen y los bloques de aplicación de carga

y de soporte, que sea mayor o menor que cada una de las galgas en una longitud de 25 mm (1 pulg) o más.

Para eliminar cualquier vacío en exceso de 0.10 mm (0.004 pulg) puede usarse el esmerilado, el cabeceo, o la aplicación de bandas de cuero como calzas. Las bandas de cuero deben ser de un espesor uniforme de 6 mm (0.25 pulg), de 25 a 50 mm (1.0 a 2.0 pulg) de ancho y deben extenderse a todo lo ancho del espécimen. Los vacíos en exceso de 0.40 mm (0.004 pulg), solo pueden ser eliminados por esmerilado o por cabeceo. El esmerilado de superficies laterales debe ser evitado o minimizado ya que puede cambiar las características físicas del espécimen. El cabeceo debe realizarse de acuerdo con lo indicado en las secciones aplicables de la práctica. NTP 339.037.

Se carga el espécimen en una forma continua y sin sacudidas. La carga debe ser aplicada a una velocidad constante hasta el punto de fractura. Se aplica la carga de modo que el máximo esfuerzo en la cara de tracción se incremente entre 0.9 y 1.2 MPa/min. La velocidad de carga se calcula por la ecuación siguiente:

$$r = \frac{2Sbd^2}{3L}$$

Donde:

r = Velocidad de carga, N/min (lb/min).

s = Velocidad de incremento del esfuerzo máximo en la cara de tracción

MPa/min (lb/pulg²/min).

b = Ancho promedio del espécimen, orientado para el ensayo,
mm(pulg).

d = Espesor promedio del espécimen, orientado para el ensayo,
mm(pulg).

L = Luz (longitud) entre soportes, mm(pulg).

- **Medición de los Especímenes Después del Ensayo**

Para determinar las dimensiones de la sección transversal de la muestra para sus aplicaciones en el cálculo del módulo de ruptura, tomar las mediciones a través de una de las caras fracturadas después de la prueba. El ancho y la altura se miden en la muestra conforme fue orientada o dispuesta para el ensayo. Para cada dimensión, tomar una medición en cada borde y una en el centro de la sección transversal. Tomar tres medidas a lo largo de cada dimensión (una en cada extremo y al centro), para determinar el ancho promedio y altura promedio. Tomar todas las medidas con una precisión de 1mm. Si la fractura no ocurre en una sección de refrentado, se incluye la medida del espesor de capa.

- **Expresión de Resultados**

El módulo de rotura se calculará mediante la siguiente formula.

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

Donde:

Mr = Es el módulo de rotura, en Mpa.

P = Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.

L = Es la longitud del tramo, mm.

b = Es el ancho promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

h = Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

2.3.4 Resultados de los Ensayos a Flexión

- ✓ Se sacaron 12 muestras de vigas adicionales a lo especificado, con la finalidad de verificar el comportamiento de la fibra metálica en este tipo de ensayo.
- ✓ Se escogió la resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para adicionar fibra metálica Dramix 3D en porcentajes de 2%, 3% y 4%; para hallar el módulo de rotura.
- ✓ Comparación de resistencias 210 kg/cm^2 y 210 kg/cm^2 con 3% de fibras metálicas:

Tabla 29

Resultados del ensayo a flexión para el concreto convencional.

N° Testigos	Base (b)	Altura (h)	Carga (KN)	Carga (Kg)	Resistencia $Mr(\text{kg/cm}^2)$
210 kg/cm^2	15.3	15.4	23.6	2402.5	29.8
210 kg/cm^2	15.4	15.6	24.5	2497.3	30.0
210 kg/cm^2	15.4	15.3	20.5	2086.3	26.0

Nota: Esta tabla muestra los resultados de los ensayos a flexión de concreto patron para una resistencia de 210kg/cm^2 .

Tabla 30

Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 2% de fibra.

N° Testigos 2%f	Base (b)	Altura (h)	Carga (KN)	Carga (Kg)	Resistencia Mr(kg/cm ²)
210 +2%f	15.4	15.4	27.0	2750.2	33.9
210 +2%f	15.5	15.3	27.3	2781.8	34.5
210 +2%f	15.4	15.3	27.7	2718.6	33.7

Nota: Esta tabla muestra los resultados del ensayo a flexión para una resistencia de 210 kg/cm² agregando 2% de fibras en relación al peso del cemento.

- ✓ Mr. Promedio = 34.03
- ✓ Decimos que al adicionar fibra metálica tenemos una mejora en la resistencia del **21.08 %** ante en convencional.

Tabla 31

Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 3% de fibra.

N° Testigos 3%f	Base (b)	Altura (h)	Carga (KN)	Carga (Kg)	Resistencia Mr(kg/cm ²)
210 +3% f	15.3	15.3	29.5	3003.1	37.7
210 +3%f	15.2	15.2	27.0	2750.2	33.9
210 +3%f	15.3	15.4	29.1	2971.5	36.9

Nota: Esta tabla muestra los resultados del ensayo a flexión para una resistencia de 210 kg/cm² agregando 3 % de fibras en relación al peso del cemento.

- ✓ Mr Promedio = 36.16
- ✓ Decimos que al adicionar fibra metálica tenemos una mejora en la resistencia del **26.43 %** ante en convencional.

Tabla 32

Resultados del ensayo a flexión para el concreto con 4% de fibra.

<i>N° Testigos 4%f</i>	<i>Base (b)</i>	<i>Altura (h)</i>	<i>Carga (KN)</i>	<i>Carga (Kg)</i>	<i>Resistencia Mr(kg/cm²)</i>
210 +4% f	15.4	15.4	30.3	3089.2	38.1
210 +4%f	15.5	15.3	27.7	2828.7	35.1
210 +4%f	15.4	15.4	30.3	3089.2	36.7

Nota: Esta tabla muestra los resultados del ensayo a flexión para una resistencia de 210 kg/cm² agregando 4% de fibras en relación al peso del cemento.

- ✓ Mr Promedio = 36.63
- ✓ Decimos que al adicionar fibra metálica tenemos una mejora en la resistencia del **28.07 %** ante en convencional.

CAPITULO III.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 **Ámbito de Estudio**

- ✓ Departamento: **LIMA**
- ✓ Provincia: **HUAURA**
- ✓ Altitud: **66 m.s.n.m.**
- ✓ Coordenadas UTM: **8774919.71** m Sur y **216211.11** m Oeste

3.2 **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación del trabajo realizado es **Aplicada**, ya que perseguimos un fin directo e inmediato.

3.3 **Nivel De Investigación**

El nivel de investigación es **Descriptivo**.

Descriptivo porque se describirá, analizara e interpretara sistemáticamente un conjunto de hechos relacionados con otra variable tal como se dio en el presente; comparando el concreto convencional ante el concreto reforzado con fibras metálicas Dramix 3D; Así como se estudia el fenómeno en su estado actual y en su forma natural.

3.4 Método de Investigación

El método de investigación es **Experimental**.

Porque se realizó ensayos de laboratorio en especímenes, elaborando probetas cilíndricas y vigas con 2%, 3% y 4% y sin adición de fibras de acero Dramix 3D.

Se realizará el diseño de mezcla para cada resistencia mencionada, en el laboratorio EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCION E.I.R.L, siguiendo el Método del Comité 211 del ACI. Que se adjunta en el Anexo.

Se usará la Fibra Metálica Dramix 3D, tipo gancho de 33 mm de largo, 0.75 mm de diámetro y demás propiedades mencionadas anteriormente.

Se adicionarán las fibras metálicas en 2%, 3% y 4% en relación al peso del cemento y para cada resistencia, se enfocará en comprobar el porcentaje de mejora en las resistencias a compresión y flexión para el concreto patrón y el modificado con fibras metálicas Dramix 3D.

En cada diseño de mezcla agregando fibras metálicas se obtendrán variadas proporciones y con esto variación de costos para cada caso.

3.5 Diseño de Investigación

Investigación **descriptiva transversal**.

En la investigación de enfoque experimental se manipuló un grupo de variables de estudio, para controlar las diferencias del comportamiento de esas variables y su efecto en las conductas observadas. Dicho de otra forma, el experimento consiste en hacer un cambio en el valor de una variable (variable independiente) y observar su efecto en otra variable (variable dependiente). Esto se lleva a cabo en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

3.6 Población, Muestra y Muestreo

3.6.1 Población

La Población está constituida por 36 briquetas de concreto y 12 vigas de concreto, para ser ensayadas en laboratorio, con un tipo de muestra no probabilística donde el tamaño de la muestra depende según el investigador. La muestra se expone a la variable independiente (estimulo), para nuestro caso sería concreto empleando fibras metálicas Dramix 3D, ante el convencional en los ensayos a compresión y flexión para las resistencias $f'c=175\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con porcentajes de 2%, 3% y 4% en relación al peso de cemento. para luego comparar los costos del concreto con fibras metálicas Dramix 3D y el convencional, es razonable pensar que las diferencias se deban a la presencia y/o ausencia de las fibras

metálicas Dramix 3D, respectivamente en los grupos de estudio de esta investigación.

El número de briquetas a fabricar es de 36 y en número de vigas es 12, calculado de la siguiente manera.

Tabla 33

Población de Probetas

Tipo de concreto Briqueta	Convencional (9)	Reforzado con fibras metálicas			Total
		2%F	3% F	4% F	
175	3	3	3	3	12
210	3	3	3	3	12
280	3	3	3	3	12
Total	9	9	9	9	36

Nota: Esta tabla muestra de que manera se contaron el numero de briquetas a elaborar, el concreto patrón y el concreto con fibras metálicas

Tabla 34

Población de Vigas

Tipo de concreto Vigas	Convencional (9)	2% f	3% f	4% f	Total
210	3	3	3	3	12
TOTAL	3	3	3	3	12

Nota: Esta tabla muestra de qué manera se contaron el numero de vigas a elaborar, el concreto patrón y el modificado con fibras metálicas

3.6.2 Muestra

Es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En nuestro caso la muestra estuvo conformada por probetas cilíndricas y vigas en 3 resistencias, de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, 3 del concreto

patrón (dosificación sin fibra metálicas) y 9 de concreto reforzado con fibra metálica Dramix 3D, de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 3 de del concreto patrón (dosificación sin fibra metálicas) y 9 de concreto reforzado con fibra metálica Dramix 3D, de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, 3 de del concreto patrón (dosificación sin fibra metálicas) y 9 de concreto reforzado con fibra metálica Dramix 3D y para las vigas son de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 3 del concreto patrón (dosificación sin fibra metálicas) y 9 de concreto reforzado con fibra metálica Dramix 3D.

Para la investigación experimental (confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos) se utilizaron las metodologías de ensayo: ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto" y ASTM 29 (cargada en el centro) que consiste en ensayar una viga de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga al medio (a 22.5 cm. de cada extremo) falladas a flexión. En ambos casos serán ensayados a los 28 días de curado respectivamente.

3.7 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.7.1 Técnica

Las principales técnicas que se utilizó en este estudio fueron por observación directa, análisis de documentos, ensayos de probetas cilíndricas y viguetas con y sin adición de fibras metálica Dramix 3D.

- ✓ Toma de muestras de agregados
- ✓ Peso unitario de los agregados (NTP 400.017)
- ✓ Peso específico y absorción de agregados agregado grueso (NTP 400.021)
- ✓ Peso específico y absorción de agregados agregado fino (NTP 400.022)
- ✓ Porcentaje de vacíos (NTP 400.017)
- ✓ Contenido de humedad, absorción efectiva y humedad superficial (NTP 339.127)
- ✓ Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP 400.012)
- ✓ Análisis granulométrico del agregado fino (NTP 400.012)
- ✓ Diseño de mezclas usando el método del comité 211 del ACI (EMV Laboratorio y Construcciones E.I.R.L.)
- ✓ Ensayos del concreto fresco
- ✓ Ensayo de resistencia a la compresión axial ASTM C39
- ✓ Ensayo de resistencia a la flexión o módulo de rotura ASTM C78

3.7.2 Instrumento

Los instrumentos utilizados en las técnicas antes mencionadas fueron:

- ✓ Datos de campo (insitu).
- ✓ Bolsas de conservación de muestra.
- ✓ Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- ✓ Máquina de ensayo a Compresión
- ✓ Máquina de ensayo a Flexión
- ✓ Formatos de laboratorio

3.8 Procedimiento de Recolección de Datos

La recolección de datos se realiza en el Laboratorio de Mecánica de Suelos Constructora y Consultora Jonelta S.A.C. Consultoría N°C-64792 R.U.C: 206600141865 ubicado Av. Coronel Portillo #216 – Huaura. mediante pruebas y ensayos de laboratorio a compresión y flexión del concreto empleando fibras metálicas Dramix 3D adicional al concreto con 2%, 3% y 4% respecto al peso del cemento.

3.9 Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos

Para el procesamiento y análisis de los datos se utilizó equipos de laboratorio, programas de ingeniería, Programa estadístico t de Student, Hoja de cálculo de Microsoft Office Excel 2021, tomando en cuenta que los datos obtenidos son variables cuantitativas y cualitativas.

3.9.1 Técnica de Procesamiento

Para la investigación experimental (confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos) se utilizaron las metodologías de ensayo: ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto" y ASTM C78 (cargada en el puntos medio) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes rotulados separados 45 cm. y aplicando carga al punto medio (a 22.5 cm. de cada extremo) falladas a flexión. o Formatos del laboratorio de mecánica de suelos y concreto.

3.9.2 Análisis de los Datos

Las variables de respuestas se evaluó estadísticamente mediante la aplicación del análisis del T de Student para un nivel de significancia de $\alpha=0.05$ (5%), y un intervalo de confianza $(1-\alpha)=0.95$ (95%), siendo el más preciso y acertado para nuestras estadísticas.

Valor promedio del grupo, resistencia del concreto convencional obtenida en el ensayo a compresión en el laboratorio.

CAPITULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Técnica de Análisis de Datos

En esta investigación se aplicó la Distribución t (de Student), el cual consiste en probabilidad y estadística, la distribución t (de Student) es una distribución de probabilidad que surge del problema de estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño, ya que este tipo de investigación será la más certera en los resultados para comparar los resultados a comprensión del concreto convencional y el concreto con porcentajes de fibras metálicas en relación al peso del cemento, mediante tablas que veremos a continuación con respecto a la edad de 28 días del concreto para realizar el ensayo.

Donde:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

t = valor estadístico de la prueba t de Student

X = Valor promedio del grupo 1, resistencia del concreto convencional obtenida en el ensayo a compresión en el laboratorio.

μ = Valor promedio del grupo 2, resistencia a compresión del concreto con porcentajes de 2%, 3% y 4% de fibras metálicas como remplazo del cemento obtenido en el ensayo a compresión en el laboratorio.

σ = desviación estándar.

N = Cantidad de muestras para cada grupo 1 y 2.

Ecuación para obtener la desviación estándar ponderada.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

Donde:

σ = Desviación estándar

Xi = Suma de cuadrados de cada grupo

N = Cantidad de muestras para los grupos 1 y 2.

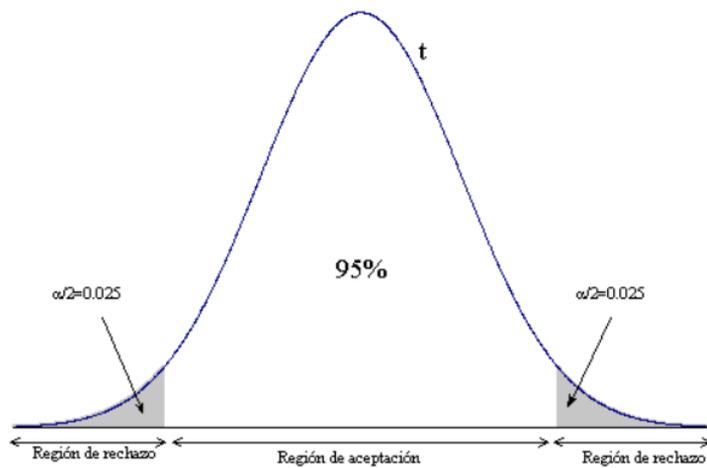
Para el cual usaremos las tablas y los gráficos del T de Student que mencionaremos a continuación:

Figura 3

Tabla de Distribución t de Student

r	0.25	0.2	0.15	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.656	363.578
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.600
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.305	2.896	3.355	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.642	2.977	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.974	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.686	0.856	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.768
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.689
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.660
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646

Fuente: Gosset (1908)



Para todos los casos tendremos un nivel de confianza de un 95%, por el tipo de investigación y por ser la más confiable para este caso.

4.2 Resultados

A continuación, observamos las tablas para el concreto convencional con el concreto con fibras, y el concreto convencional con el concreto con fibras metálicas.

4.2.1 Resultados de la Influencia de las Fibras Metálicas en la Resistencia a la Compresión Comparado con el Concreto Convencional

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 2%.

Tabla 35

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%

N°	X1 f'c=175kg/cm ²	X2 f'c=175kg/cm ² + 2% f
1	178.25	192.89
2	175.48	198.21
3	182.22	193.23
Promedio	178.65 kg/cm²	194.77 kg/cm²

Nota: Esta tabla muestra los promedios de las resistencias a compresión del concreto patrón y el modificado para los cálculos necesarios del t de Student, de la misma manera se desarrollaron los demás cuadros a continuación.

Para la siguiente tabla se sacaron los datos del ensayo en el laboratorio anexados al final

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 2% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3 (Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X = Media poblacional= 178.65

PROMEDIO X2 = Media muestral = 194.77

Luego: Hallando la Variación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(192.89 - 178.65)^2 + (198.21 - 178.65)^2 + (193.23 - 178.65)^2}{3}}$$

$$\sigma = 16.308$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{194.776 - 178.65}{\frac{16.308}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.71$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H0 = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

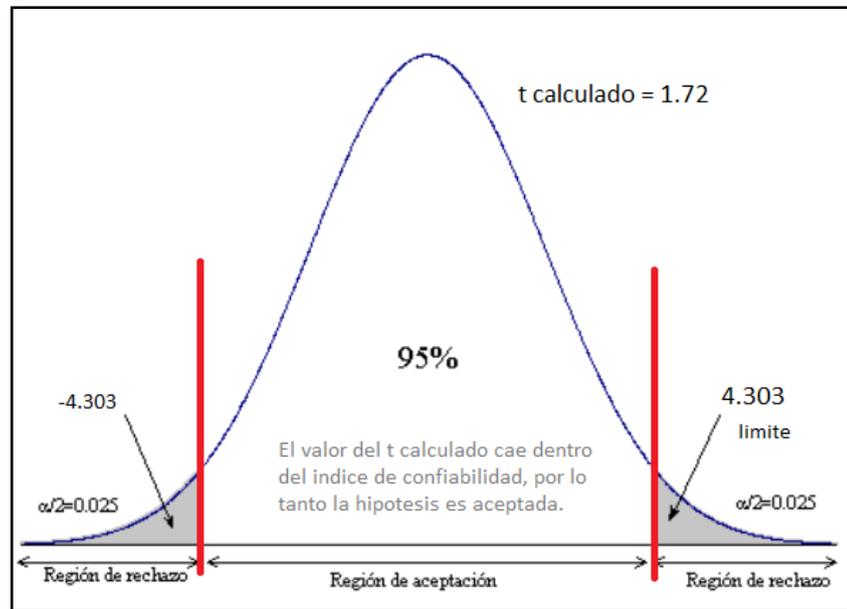
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: **H0** = 0.025 < T calculado, entonces es aceptado.

Si: $H1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 4

Índice de confiabilidad para 2% $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Esta figura muestra el área de aceptación, nuestro t calculado se encuentra dentro del índice de confiabilidad por ende la hipótesis es aceptada, de la misma manera para las siguientes figuras.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: - 4.303... (t calculado) ...4.303, nuestro t calculado es **1.72** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 3%.

Tabla 36

Concreto Convencional Frente al Concreto con Fibras Metálicas 3%

N°	X1 f'c=175kg/cm ²	X2 f'c=175kg/cm ² + 3% f
1	178.25	208.89
2	175.48	217.21
3	182.22	213.23
Promedio	178.65 kg/cm²	213.11 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 3% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 178.65

PROMEDIO X2 = Media muestral = 213.11

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(208.89 - 178.65)^2 + (217.21 - 178.65)^2 + (213.23 - 178.65)^2}{3}}$$

$$\sigma = 34.627$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{213.11 - 178.65}{\frac{34.627}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.723$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

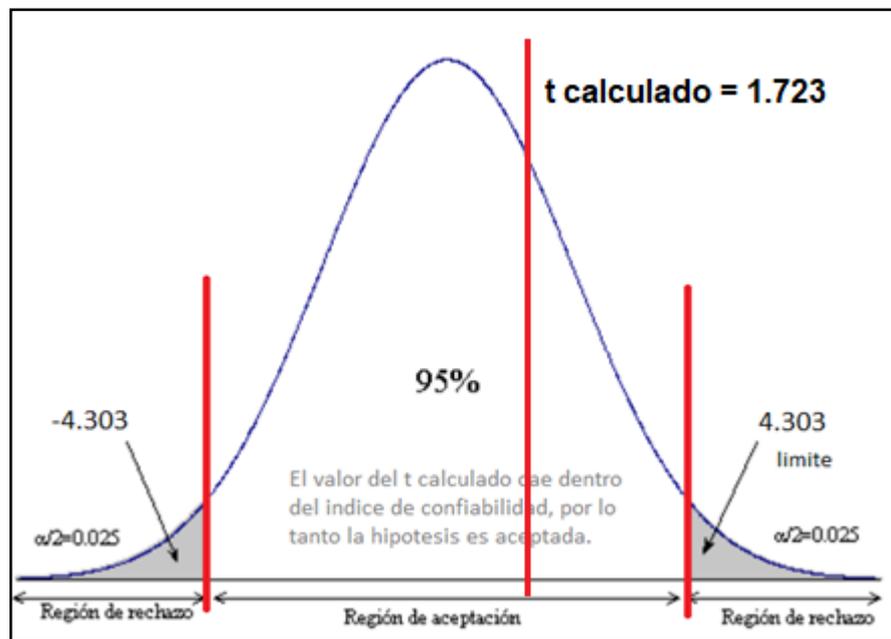
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: **H0** = $0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: **H1** = $0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 5

Índice de confiabilidad para 3% $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Elaboración Propia

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: -4.303...(t calculado)...4.303, nuestro t calculado es **1.723** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 4%.

Tabla 37

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%

N°	X1	X2
	$f'c=175\text{kg/cm}^2$	$f'c=175\text{kg/cm}^2$
1	178.25	220.65
2	175.48	230.12
3	182.22	224.84
Promedio	178.65 kg/cm²	225.20 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 4% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 178.65

PROMEDIO X2 = Media muestral = 225.20

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(220.65 - 178.65)^2 + (230.84 - 178.65)^2 + (224.84 - 178.65)^2}{3}}$$

$$\sigma = 46.714$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{225.203 - 178.65}{\frac{46.714}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.726$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 4% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

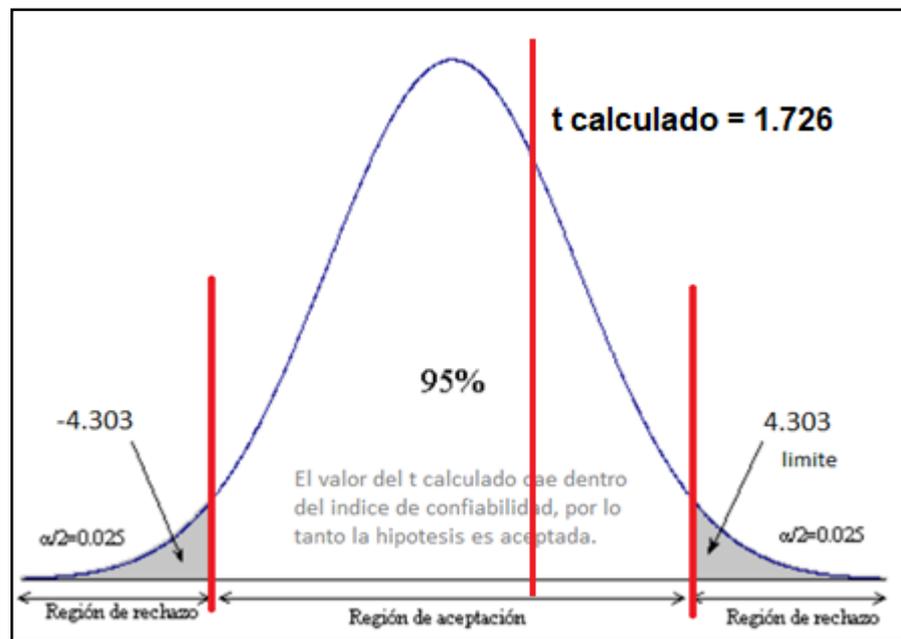
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 6

Índice de confiabilidad para 4% $f'c=175$ kg/cm²



Nota: Elaboración Propia

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serian: - 4.303...(t calculado)...4.303, nuestro t calculado es **1.726** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 2%.

Tabla 38

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%

N°	X1	X2
	$f'c=210\text{kg/cm}^2$	$f'c=210\text{kg/cm}^2$
1	212.56	225.89
2	216.14	228.17
3	219.67	231.93
Promedio	216.123 kg/cm²	228.663 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 2% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3 (Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 216.123

PROMEDIO X2 = Media muestral = 228.663

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(225.89 - 216.123)^2 + (228.17 - 216.123)^2 + (231.93 - 216.123)^2}{3}}$$

$$\sigma = 12.784$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{228.663 - 216.123}{\frac{12.784}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.698$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

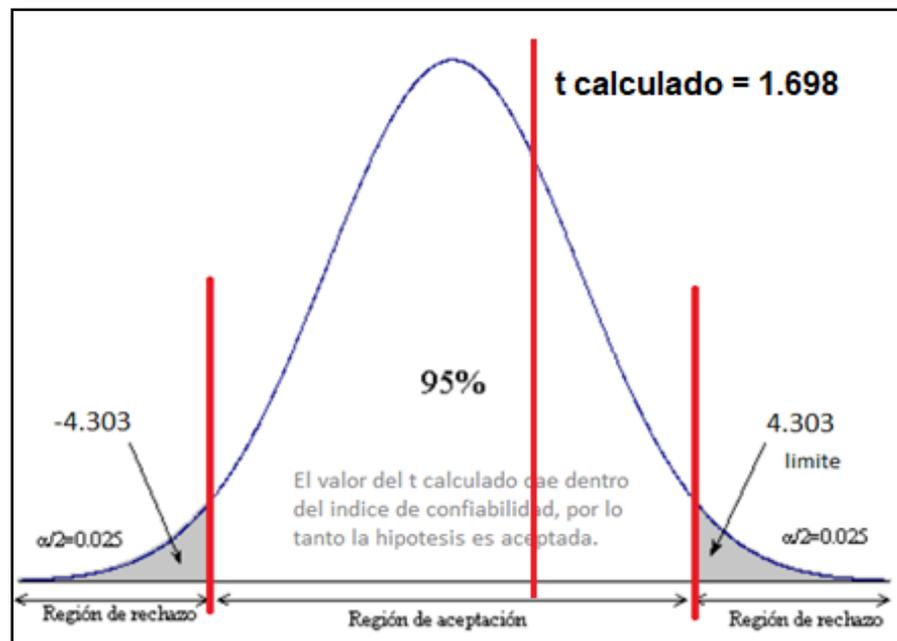
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 7

Índice de confiabilidad para 2% $f'c=210$ kg/cm²



Nota: Elaboración Propia

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: -4.303...(t calculado)...4.303, nuestro t calculado es **1.698** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 3%.

Tabla 39

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 3%

N°	X1 f'c=210kg/cm ²	X2 f'c=210kg/cm ²
1	212.56	247.13
2	216.14	245.25
3	219.67	252.38
Promedio	216.123 kg/cm²	248.253 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 3% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 216.123

PROMEDIO X2 = Media muestral = 248.253

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(247.13 - 216.123)^2 + (245.25 - 216.123)^2 + (252.38 - 216.123)^2}{3}}$$

$$\sigma = 32.271$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{248.253 - 216.123}{\frac{32.271}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.724$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

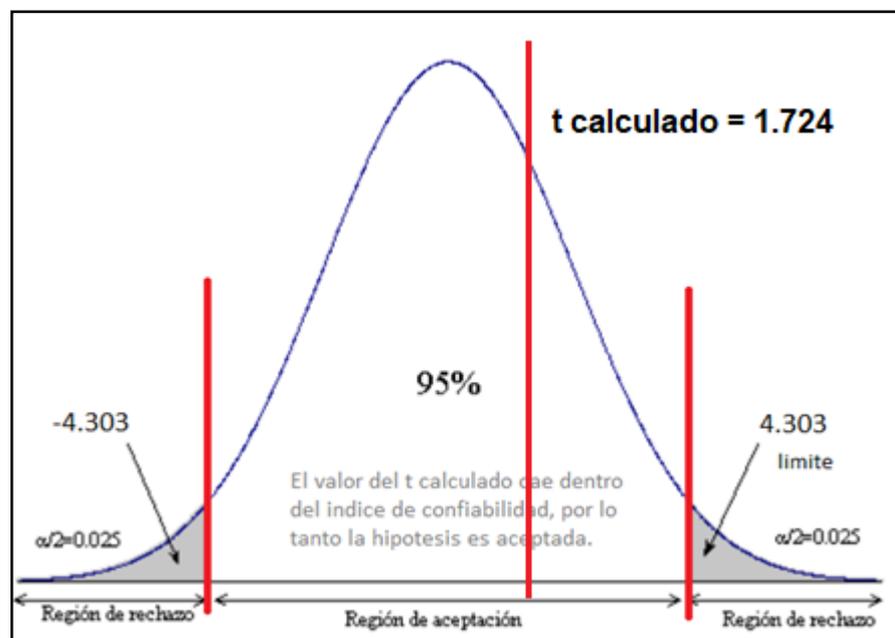
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: **H0** = $0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: **H1** = $0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 8

Índice de confiabilidad para 3% $f'c=210$ kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: - 4.303...(**t calculado**)...4.303, nuestro t calculado es **1.724** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 4%.

Tabla 40

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%

N°	X1 f'c=210kg/cm ²	X2 f'c=210kg/cm ²
1	212.56	271.85
2	216.14	273.45
3	219.67	268.89
Promedio	216.123 kg/cm²	271.396

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 4% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 216.123

PROMEDIO X2 = Media muestral = 271.396

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(271.85 - 216.123)^2 + (273.45 - 216.123)^2 + (268.89 - 216.123)^2}{3}}$$

$$\sigma = 55.305$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{271.396 - 216.123}{\frac{55.305}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.7310$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

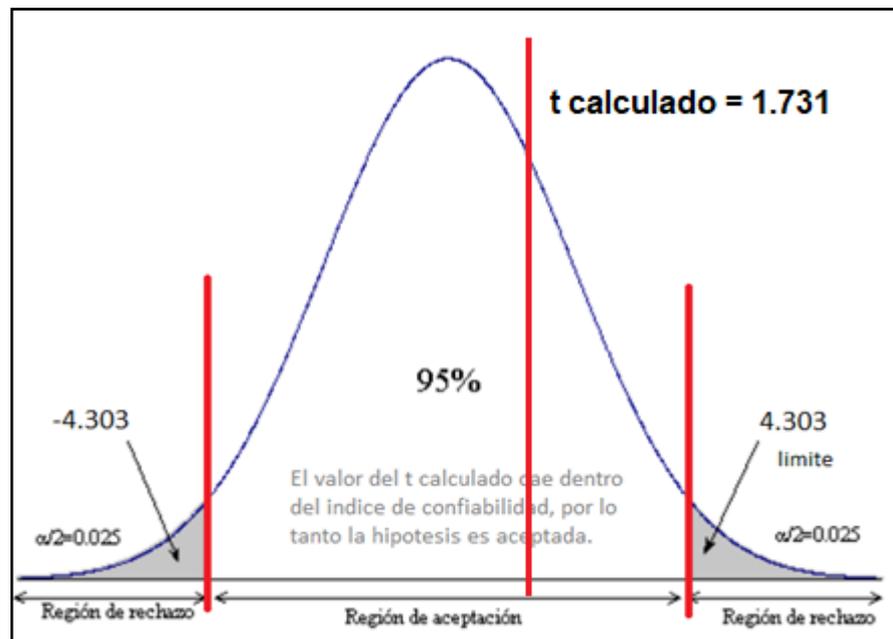
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 4% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 9

Índice de confiabilidad para 4% $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Elaboración propia.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: $-4.303 \dots (t \text{ calculado}) \dots 4.303$, nuestro t calculado es **1.7310** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 2%.

Tabla 41

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 2%

N°	X1 f'c=280kg/cm ²	X2 f'c=280kg/cm ²
1	286.89	314.25
2	291.35	310.89
3	283.14	306.56
Promedio	287.126	310.566

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 2% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3 (Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 287.126

PROMEDIO X2 = Media muestral = 310.566

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(314.25 - 287.126)^2 + (310.89 - 287.126)^2 + (306.56 - 287.126)^2}{3}}$$

$$\sigma = 23.65$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{310.566 - 287.126}{\frac{23.65}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.7166$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H0 = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

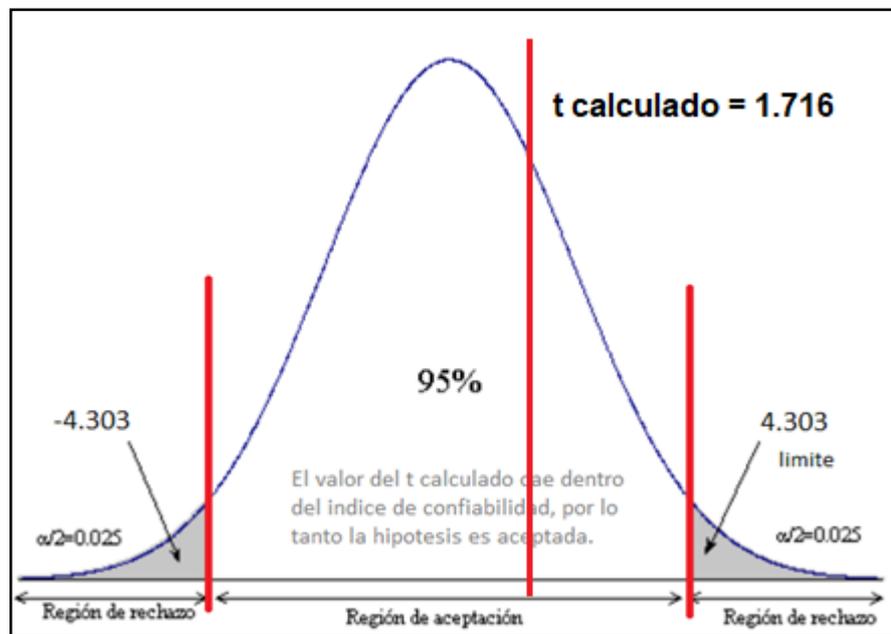
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 2% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 10

Índice de confiabilidad para 2% $f'c=280$ kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: -4.303...(t calculado)...4.303, nuestro t calculado es **1.7166** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 3%.

Tabla 42

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 3%

N°	X1 f'c=280kg/cm ²	X2 f'c=280kg/cm ²
1	286.89	325.25
2	291.35	331.89
3	283.14	334.56
Promedio	287.126 kg/cm²	330.566 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 3% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 287.126

PROMEDIO X2 = Media muestral = 330.566

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$\sqrt{\frac{(325.25 - 287.126)^2 + (331.89 - 287.126)^2 + (334.56 - 287.126)^2}{3}}$$

$$\sigma = 43.615$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{330.566 - 287.126}{43.615}$$

$$t = 1.725$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

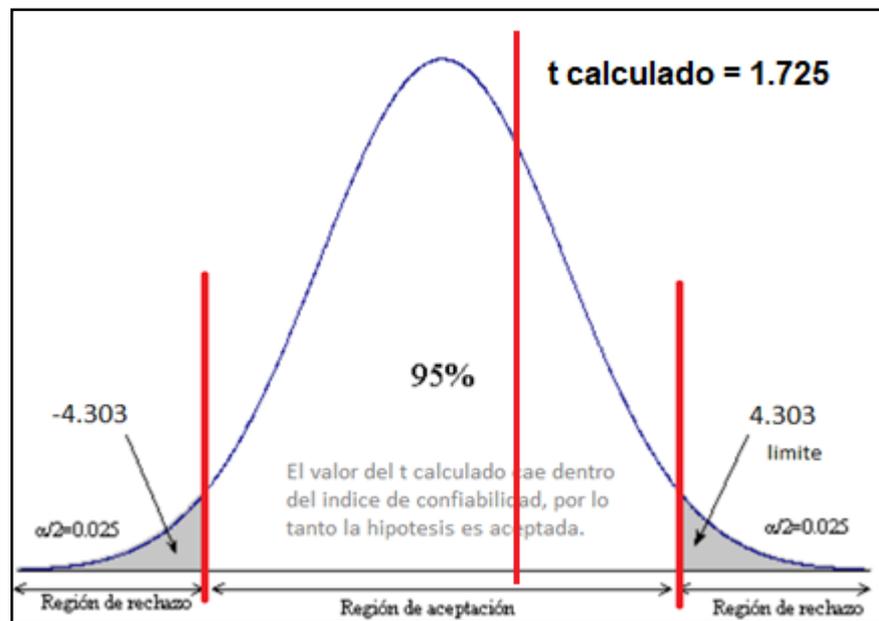
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 11

Índice de confiabilidad para 3% $f'c=280$ kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: $-4.303 \dots (t \text{ calculado}) \dots 4.303$, nuestro t calculado es **1.725** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

- Cuadro comparativo del concreto convencional contra el concreto con fibras metálicas 4%.

Tabla 43

Concreto convencional frente al concreto con fibras metálicas 4%

N°	X1 f'c=280kg/cm ²	X2 f'c + f =280kg/cm ²
1	286.89	355.29
2	291.35	347.89
3	283.14	352.13
Promedio	287.126	351.77 kg/cm²

Nota: Elaboración propia.

X1 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto convencional

X2 = resistencia a la compresión a los 28 días de un concreto con 4% de fibras metálicas.

N1 = 3 (Numero de testigos para el concreto convencional)

N2 = 3(Numero de testigos para el concreto con fibras metálicas)

PROMEDIO X1 = Media poblacional = 287.126

PROMEDIO X2 = Media muestral = 351.77

Luego: Hallando la desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N}}$$

$$= \sqrt{\frac{(355.29 - 287.126)^2 + (347.89 - 287.126)^2 + (352.13 - 287.126)^2}{3}}$$

$$\sigma = 64.7143$$

Ahora se desarrolla la ecuación T:

$$t = \frac{X - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$\frac{351.77 - 287.126}{\frac{64.7143}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 1.7301$$

Suponemos que el grado de confiabilidad será del 95% y un grado de libertad de 2.

H₀ = Existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

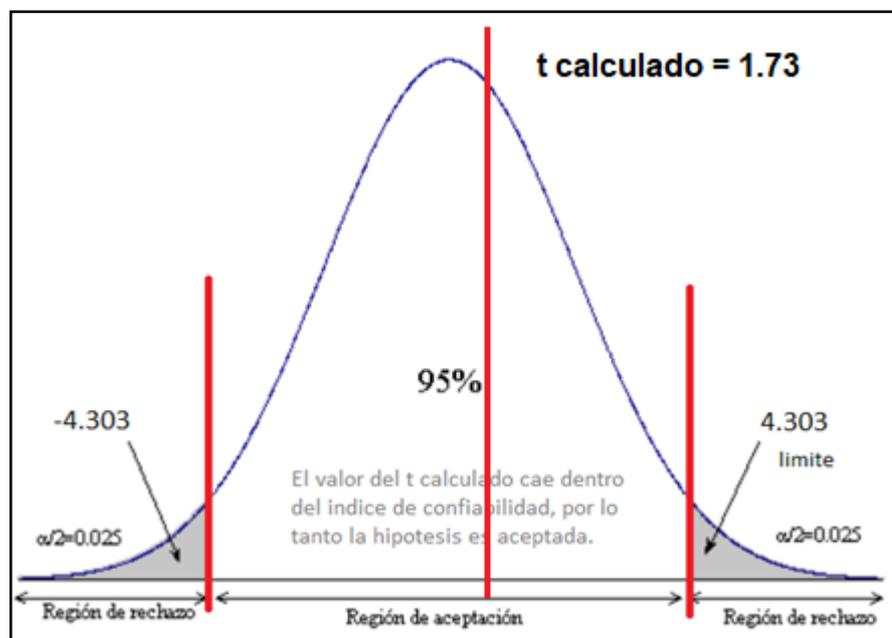
H1 = No existe diferencia de resistencia a la compresión a los 28 días entre un concreto convencional y el concreto con 3% de fibras metálicas adicional en relación al cemento.

Si: $H_0 = 0.025 < T$ calculado, entonces es aceptado.

Si: $H_1 = 0.025 > T$ calculado, entonces es rechazado.

Figura 12

Índice de confiabilidad para 4% $f'c=280$ kg/cm²



Nota: Elaboración propia.

Usando la tabla t de Student decimos, con 2 grados de libertad y con una confiabilidad del 95%; Entonces nuestros puntos críticos serían: -4.303...(t calculado)...4.303, nuestro t calculado es **1.7301** y se localiza dentro del área de aceptación por consiguiente la hipótesis es **aceptada**.

4.2.2 Resumen de los resultados a compresión y gráficos para cada caso

Tabla 44

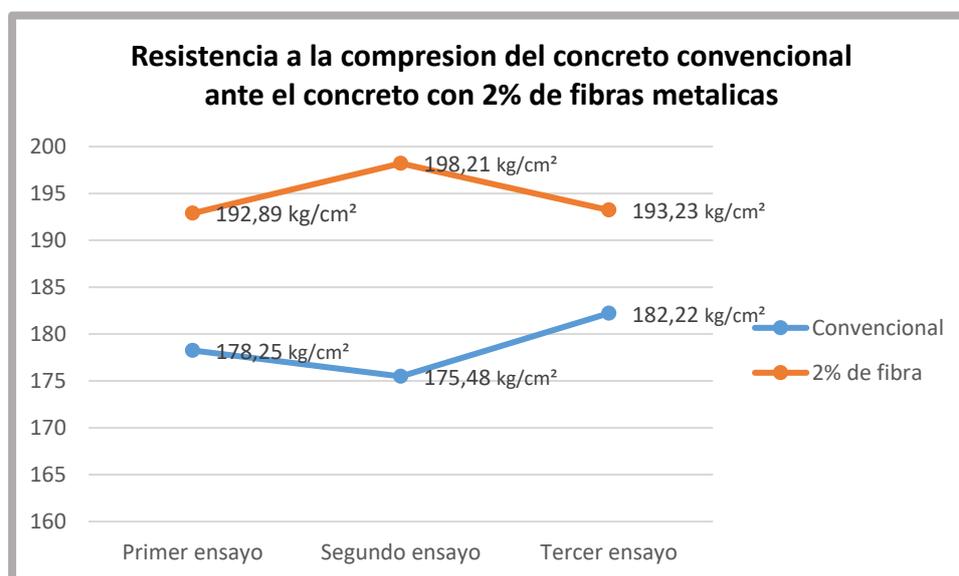
Resumen de Resultados a Compresión de las Muestras

Descripción	Resistencia a compresión $f'c = 175$ Kg/cm ²	Resistencia a compresión $f'c = 210$ Kg/cm ²	Resistencia a compresión $f'c = 280$ Kg/cm ²
Concreto convencional	178.65	216.12	287.12
Concreto 2% de fibra adicional	194.77	228.66	310.56
Concreto 3% de fibra adicional	213.11	248.25	330.56
Concreto 4% de fibra adicional	225.20	271.39	351.77

Nota: Esta tabla muestra el promedio de los resultados a compresión para cada resistencia y para cada porcentaje de fibra agregada de 2%, 3% y 4%.

Figura 13

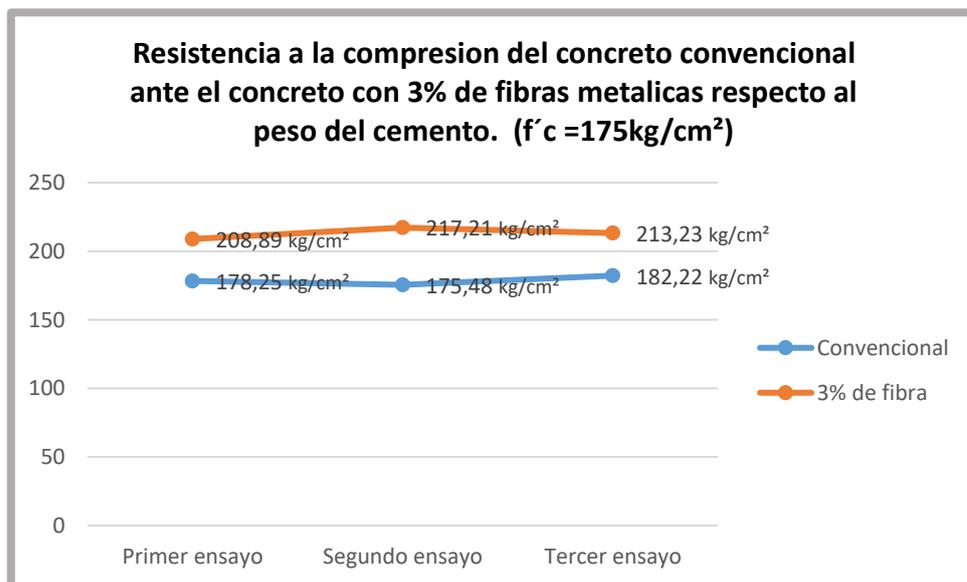
Convencional ante 2% de Fibras $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$



Nota: Se muestra el resultado de la resistencia a compresión del concreto patrón ante el concreto modificado para 175 kg/cm^2 de resistencia, agregando 2% de fibras metálicas con relación al peso del cemento.

Figura 14

Convencional ante 3% de Fibras $f'c=175\text{kg/cm}^2$



Nota: Esta imagen muestra el resultado de la resistencia a compresión del concreto patrón ante el concreto modificado para 175kg/cm^2 de resistencia, agregando 3% de fibras metálicas con relación al peso del cemento; lo mismo para las siguientes figuras.

Figura 15

Convencional ante 4% de Fibras $f'c=175\text{kg/cm}^2$

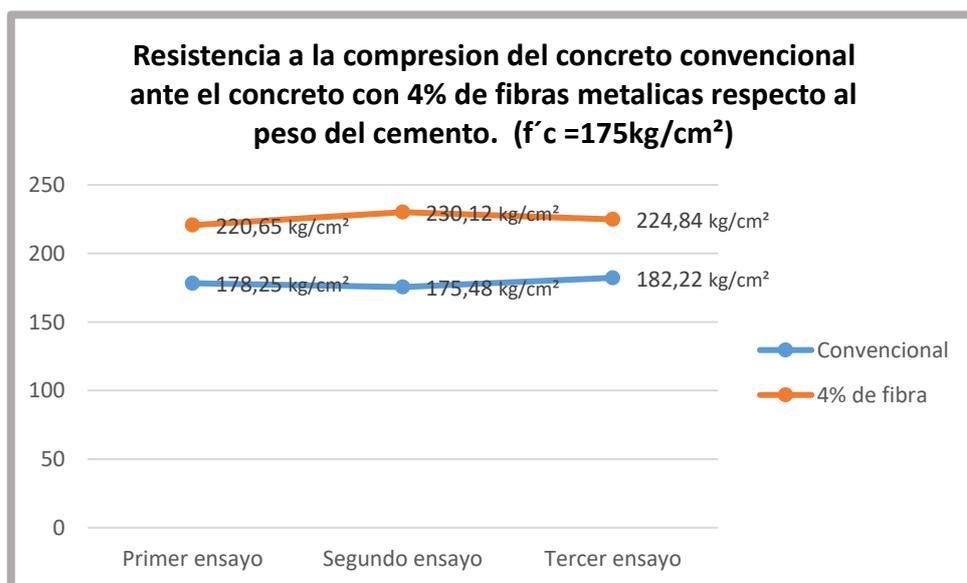


Figura 16

Convencional ante 2% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$

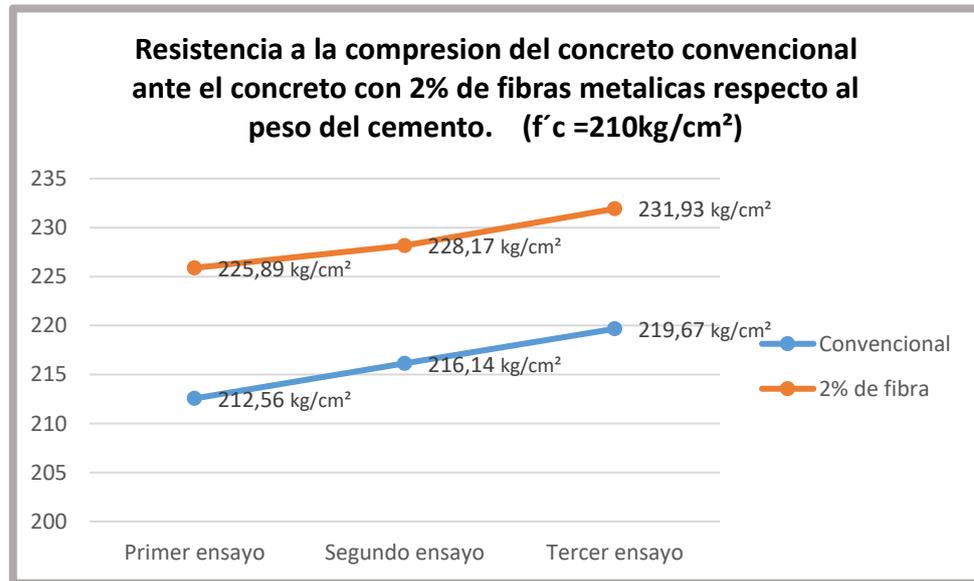


Figura 17

Convencional ante 3% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$

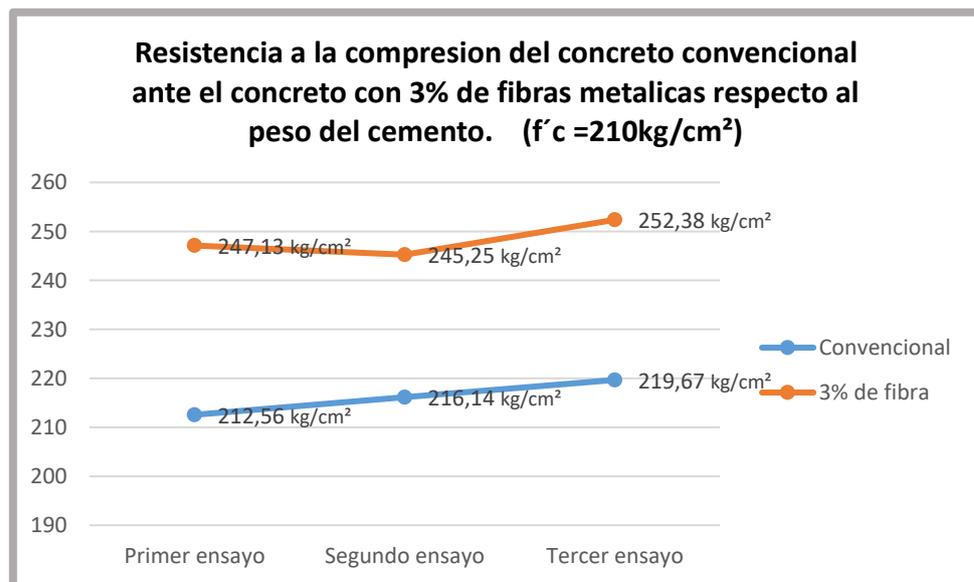


Figura 18

Convencional ante 4% de Fibras $f'c=210\text{kg/cm}^2$

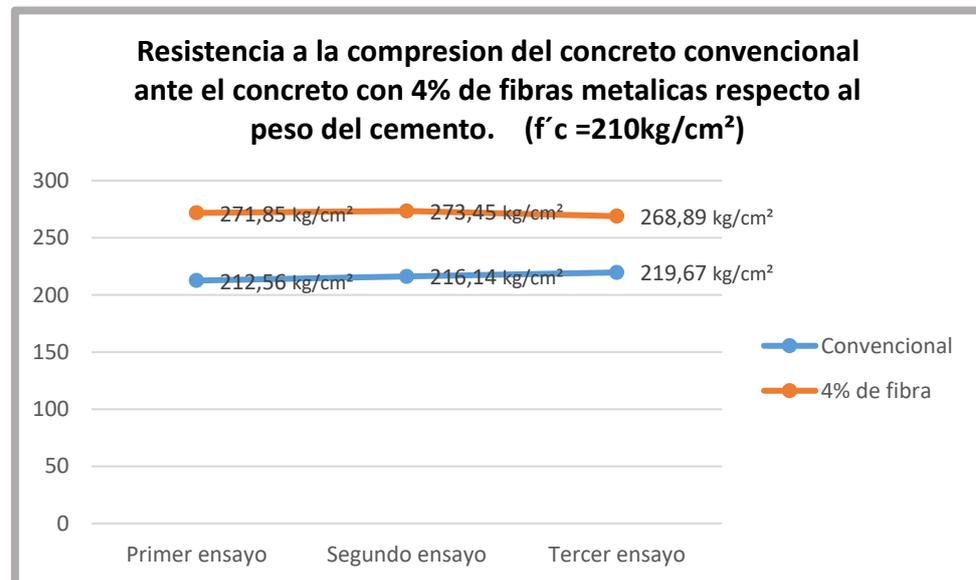


Figura 19

Convencional ante 2% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$

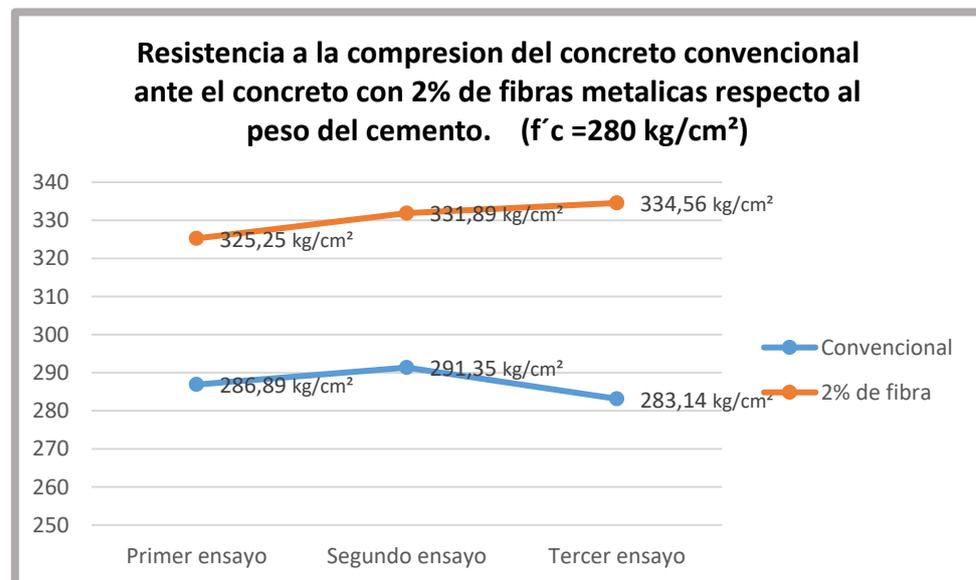


Figura 20

Convencional ante 3% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$

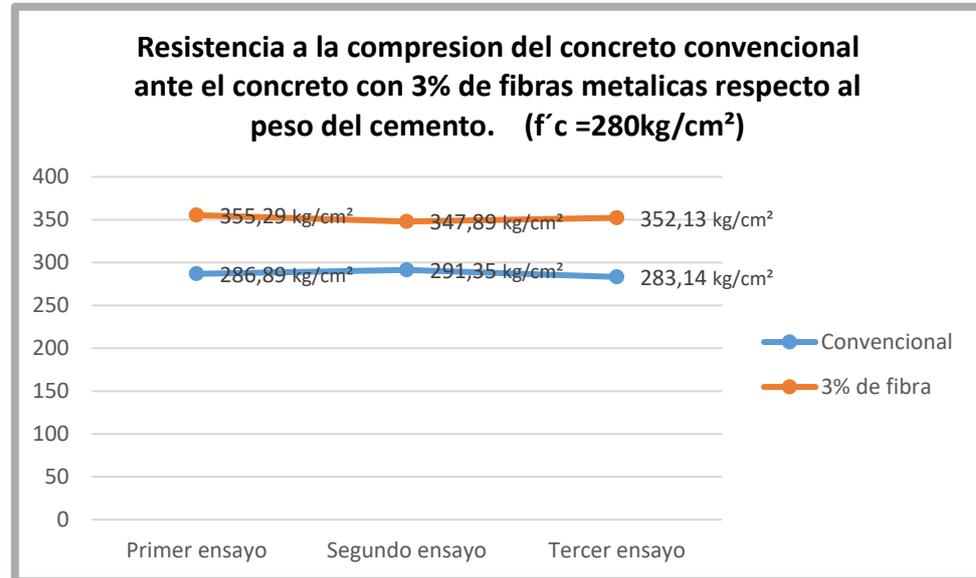


Figura 21

Convencional ante 4% de Fibras $f'c=280\text{kg/cm}^2$

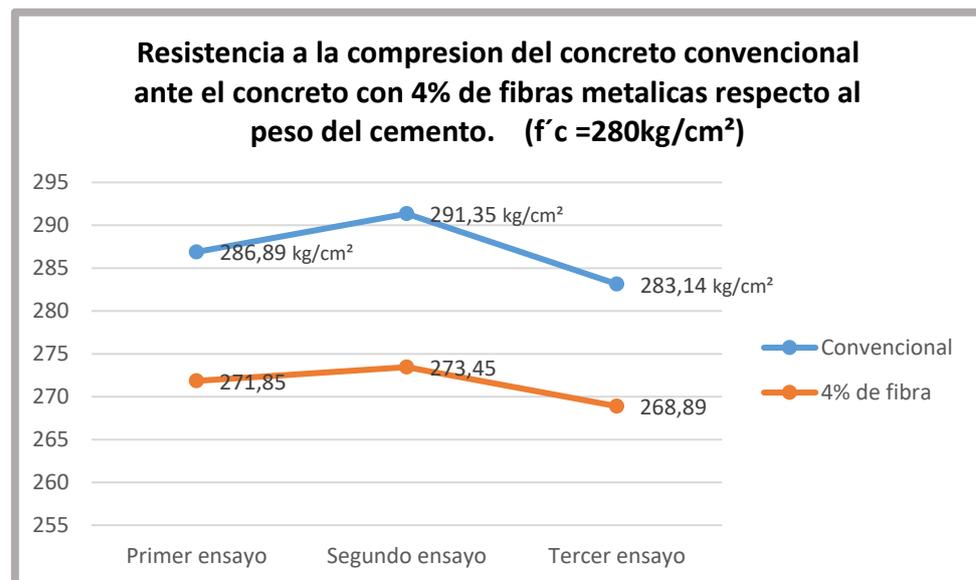
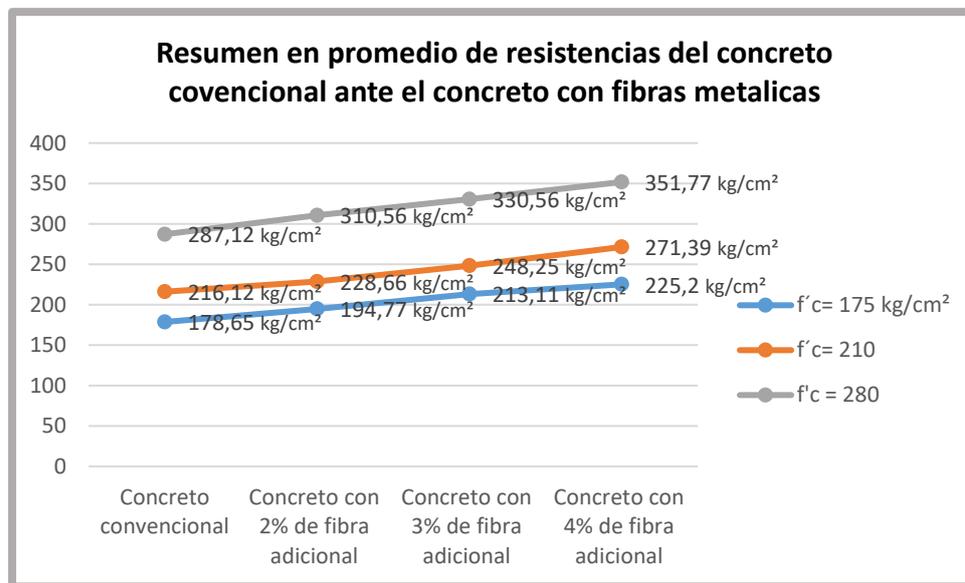


Figura 22

Resumen de las 3 resistencias del concreto convencional ante el reforzado



Nota: Esta imagen muestra un resumen de los resultados para cada ensayo a compresión, para cada resistencia y para cada porcentaje agregado de fibra metálica.

4.2.3 Porcentaje para Cada Mejora de los Resultados a Compresión y Flexión

Tabla 45

Porcentaje de Mejora en Probetas Usando Fibras Metálicas

Descripción	Resistencia a compresión	Resistencia a compresión	Resistencia a compresión
	f'c =175 Kg/cm²	f'c =210 Kg/cm²	f'c =280 Kg/cm²
Concreto con 2% de fibra adicional	Mejora 9.02 %	Mejora 5.80 %	Mejora 8.16 %
Concreto con 3% de fibra adicional	Mejora 19.28 %	Mejora 14.86 %	Mejora 15.12 %
Concreto con 4% de fibra adicional	Mejora 26.05 %	Mejora 25.57 %	Mejora 22.51 %

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes de mejoras para el ensayo a compresión, en cada resistencia utilizada y con cada porcentaje de fibra agregada.

Tabla 46

Porcentaje de Mejora en Vigas Usando Fibras Metálicas

Descripción	Resistencia a flexión agregando +2% fibra	Resistencia a flexión agregando +3% fibra	Resistencia a flexión agregando +4% fibra
Resistencia a flexión $f'c = 210$ Kg/cm²	Mejora 21.08 %	Mejora 26.43 %	Mejora 28.07 %

Nota: Esta tabla muestra los porcentajes de mejora para el ensayo a flexión, para una resistencia utilizada y con cada porcentaje de fibra agregada.

4.2.4 Costos de Fabricación para cada caso del Concreto Convencional y el Reforzado con Fibras Metálicas.

Se debe considerar que para el diseño y la elaboración del concreto en obra lo óptimo es obtener un material en buenas condiciones respecto a la resistencia a la compresión al menor costo de inversión.

Se realizó el análisis de costos unitarios de materiales (en Nuevo soles) a utilizarse por metro cubico de concreto para cada una de las dosificaciones.

Es importante hacer mención que los análisis de precios unitarios del concreto para cada una de las dosificaciones estudiadas son de manera referencial ya que los precios de los materiales tienden a variar con el paso del tiempo.

Tabla 47

Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto convencional de f'c = 175kg/cm².

RENDIMIENTO	20	m3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio ()	Parcial ()
Mano de Obra					
Capataz	Hh	0.20	0.06	21.6	1.44
Operario	Hh	0.50	0.16	14.5	2.43
Operador de equipo	Hh	1.00	0.33	14.5	4.85
Peón	Hh	2.00	0.66	13.7	9.19
					17.92
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m3		0.35	45.00	15.96
Arena gruesa	m3		0.32	35.00	11.32
Agua	m3		0.20	1.26	0.26
Cemento Portland Tipo I	bol		7.65	26.00	198.82
Gasolina 90 octanos	gln		0.11	13.90	1.53
					227.89
Equipo					
Herramientas manuales	%MO		0.03	17.92	0.54
Mezcladora de concreto	hh	1.00	0.32	25.00	8.00
					8..54
Costo total por m³ de concreto convencional de f'c = 175kg/cm²					254.34

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 175kg/cm².

Tabla 48

Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto convencional de f'c = 210kg/cm².

RENDIMIENTO	20	m3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de Obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.0656
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.33
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peón	hh	2.00	0.8	13.64	10.912
					31.179
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.354	45.00	15.921
Arena gruesa	m ³		0.310	35.00	10.85
Agua	m ³		0.202	1.26	0.254
Cemento portland tipo I	bol		8.613	23.00	198.108
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
					226.66
Equipo					
Herramientas manuales	% mo		0.030	31.18	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.320	25.00	8
					11.728
Costo total por m³ de concreto convencional de f'c = 210kg/cm²					293.9902

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 210 kg/cm²

Tabla 49

Análisis de costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto convencional de f'c = 280kg/cm².

Rendimiento	25	m3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio ()	Parcial ()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.0656
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.33
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peon	hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					31.299
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.357	45.00	16.070
Arena gruesa	m ³		0.284	35.00	9.923
Agua	m ³		0.204	1.26	0.256
Cemento portland tipo I	bol		10.26	23.00	236.044
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
					263.82
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		57.60		1.73
Mezcladora de concreto	Hh	0.50	0.4000	25.00	10
					9.72
Costo total por m³ de concreto convencional de f'c = 280 kg/cm²					304.85

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 280 kg/cm².

Tabla 50

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 175 kg/cm² con 2% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial ()
Mano de obra					
Capataz	Hh	0.20	0.08	21.65	1.73
Operario	Hh	0.50	0.2	14.56	2.912
Operador de equipo	Hh	1.00	0.4	14.56	5.824
Peon	Hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					21.50
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	M ³		0.3544	45.00	15.948
Arena gruesa	M ³		0.3231	35.00	11.3085
Agua	M ³		0.2045	1.26	0.2566
Cemento portland tipo i	Bol		7.6807	23.00	176.6561
Gasolina 90 octanos	Gln		0.1100	13.90	1.529
Fibra	Kg		6.5020	5.90	38.3618
					244.060
Equipo					
Herramientas manuales	% mo		0.03	21.50	0.65
Mezcladora de concreto	Hh	0.50	0.32	25.00	8
					9.728
Costo total por m³ de concreto de f'c = 175kg/cm² + 2% de fibra					274.205

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 175kg/cm² agregando 2% de fibras metálicas.

Tabla 51

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 175 kg/cm² con 3% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial ()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	21.65	1.732
Operario	hh	0.50	0.2	14.56	2.912
Operador de equipo	hh	1.00	0.4	14.56	5.824
Peón	hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					21.5
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.3542	45.00	15.939
Arena gruesa	m ³		0.3230	35.00	11.305
Agua	m ³		0.2047	1.26	0.25685
Cemento portland tipo I	bol		7.6241	23.00	175.3543
Gasolina 90 octanos	gln		0.1100	13.90	1.529
Fibra	kg		9.7500	5.90	57.525
					261.909
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		0.0300	21.50	0.65
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					8.65
Costo total por m³ de concreto de f'c = 175kg/cm² + 3% de fibra					292.054

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 175kg/cm² agregando 3% de fibras metálicas.

Tabla 52

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 175 kg/cm² con 4% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	21.65	1.732
Operario	hh	0.50	0.2	14.56	2.912
Operador de equipo	hh	1.00	0.4	14.56	5.824
Peón	hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					21.50
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.354	45.00	15.935
Arena gruesa	m ³		0.322	35.00	11.302
Agua	m ³		0.204	1.26	0.257
Cemento portland tipo I	bol		7.608	23.00	174.986
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		12.994	5.90	76.665
					280.673
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		0.030	21.50	0.65
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.320	25.00	8
					8.65
Costo total por m³ de concreto de f'c = 175kg/cm² + 4% de fibra					310.817

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 175kg/cm² agregando 4% de fibras metálicas.

Tabla 53

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 210 kg/cm² con 2% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de obra					
CAPATAZ	hh	0.20	0.08	25.82	2.0656
OPERARIO	hh	0.50	0.2	21.65	4.33
OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
PEON	hh	2.00	0.8	13.64	10.912
					31.179
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.356	45.00	16.016
Arena gruesa	m ³		0.309	35.00	10.826
Agua	m ³		0.202	1.26	0.254
Cemento portland tipo I	bol		8.617	23.00	198.191
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		7.335	5.90	43.277
					270.091
Equipo					
Herramientas manuales	% mo		0.0300	31.18	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					9.72
Costo total por m³ de concreto de f'c = 210kg/cm² + 2% de fibra					310.206

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 210 kg/cm² agregando 2% de fibras metálicas.

Tabla 54

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 210 kg/cm² con 3% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial ()
Mano de obra					
CAPATAZ	hh	0.20	0.08	25.82	2.066
OPERARIO	hh	0.50	0.2	21.65	4.330
OPERADOR DE EQUIPO	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
PEON	hh	2.00	0.8	13.64	10.912
					31.179
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.3558	45.00	16.011
Arena gruesa	m ³		0.3092	35.00	10.822
Agua	m ³		0.2021	1.26	0.254
Cemento portlan tipo i	bol		8.5970	23.00	197.731
Gasolina 90 octanos	gln		0.1100	13.90	1.529
Fibra	kg		10.9980	5.90	64.8882
					291.234
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		0.0300	29.11	0.87
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					8.87
Costo total por m³ de concreto de f'c = 210kg/cm² + 3% de fibra					329.222

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 210 kg/cm² agregando 3% de fibras metálicas.

Tabla 55

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 210 kg/cm² con 4% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.066
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.330
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peon	hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					31.299
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.356	45.00	16.002
Arena gruesa	m ³		0.309	35.00	10.815
Agua	m ³		0.202	1.26	0.254
Cemento portland tipo I	bol		8.577	23.00	197.264
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		14.657	5.90	86.476
					312.339
Equipo					
Herramientas manuales	% mo		0.0300	31.30	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					8.938
Costo total por m³ de concreto de f'c = 210kg/cm² + 4% de fibra					352.578

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 210 kg/cm² agregando 4% de fibras metálicas.

Tabla 56

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 280 kg/cm² con 2% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.066
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.330
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peon	hh	2.00	0.8	13.79	11.032
					31.299
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.359	45.00	16.164
Arena gruesa	m ³		0.283	35.00	9.909
Agua	m ³		0.204	1.26	0.255
Cemento portland tipo I	bol		10.234	23.00	235.37
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		8.714	5.90	51.413
					314.647
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		0.0300	31.30	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					9.72
Costo total por m³ de concreto de f'c = 280kg/cm² +2% de fibra					354.885

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 280 kg/cm² agregando 2% de fibras metálicas.

Tabla 57

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 280 kg/cm² con 3% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.065
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.33
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peon	hh	2.00	0.8	13.64	10.912
					31.179
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.359	45.00	16.155
Arena gruesa	m ³		0.283	35.00	9.905
Agua	m ³		0.203	1.26	0.255
Cemento portland tipo I	bol		10.205	23.00	234.715
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		13.063	5.90	77.072
					339.63
Equipo					
Herramientas manuales	%mo		0.0300	31.18	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					8.93
Costo total por m³ de concreto de f'c = 280kg/cm² + 3% de fibra					379.745

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 280 kg/cm² agregando 3% de fibras metálicas.

Tabla 58

Costos unitarios para la elaboración de 1m³ de concreto de f'c = 280 kg/cm² con 4% de fibras metálicas

Rendimiento	25	M3/d	Jornada	8	Horas/día
Descripción de recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio()	Parcial ()
Mano de obra					
Capataz	hh	0.20	0.08	25.82	2.066
Operario	hh	0.50	0.2	21.65	4.33
Operador de equipo	hh	1.00	0.8	17.34	13.872
Peon	hh	2.00	0.8	13.64	10.912
					31.17
Materiales					
Piedra chancada 3/4"	m ³		0.359	45.00	16.155
Arena gruesa	m ³		0.283	35.00	9.905
Agua	m ³		0.203	1.26	0.255
Cemento portland tipo I	bol		10.17	23.00	234.05
Gasolina 90 octanos	gln		0.110	13.90	1.529
Fibra	kg		17.40	5.90	102.70
					364.60
Equipo					
Herramientas manuales	% mo		0.0300	31.18	0.94
Mezcladora de concreto	hh	0.50	0.3200	25.00	8
					8.935
Costo total por m³ de concreto de f'c = 280kg/cm² + 4% de fibra					404.715

Nota: Esta tabla muestra el costo del personal, material y herramientas para realizar 1m³ de concreto de 280 kg/cm² agregando 4% de fibras metálicas.

4.2.5 Resumen de Costos de Fabricación del Concreto para cada caso.

Tabla 59

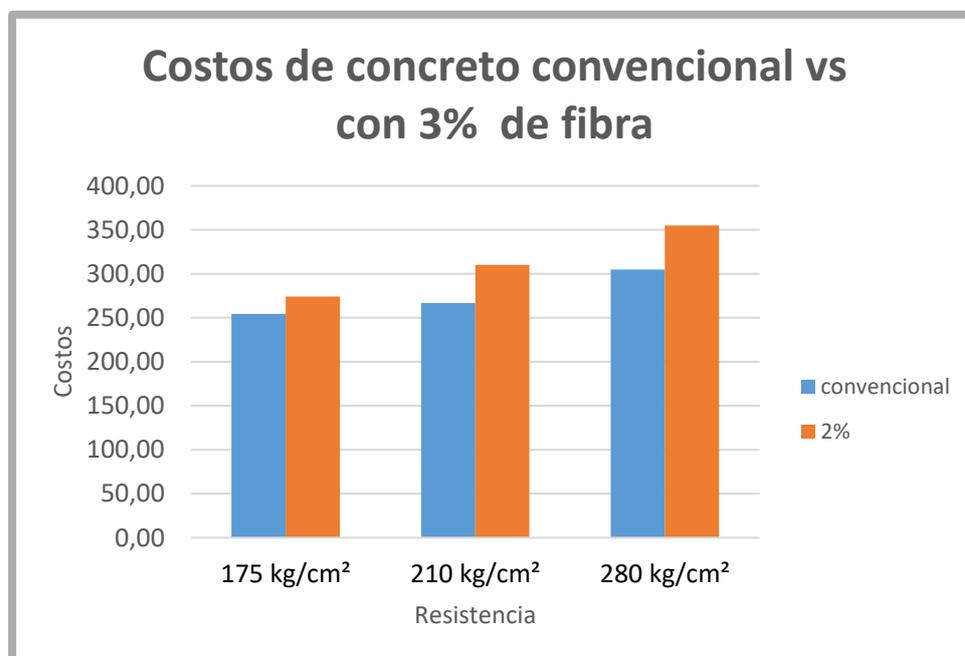
Resumen de costos del concreto convencional ante el modificado con fibras

Descripción	Costo por m ³ de concreto F ['] c =175 Kg/cm ²	Costo por m ³ de concreto F ['] c =210 Kg/cm ²	Costo por m ³ de concreto F ['] c =280 Kg/cm ²
Concreto convencional	S/ 254.34	S/ 266.77	S/ 304.85
Concreto con 2% de fibra adicional	S/ 274.20	S/ 310.20	S/ 354.88
Concreto con 3% de fibra adicional	S/ 292.05	S/ 329.22	S/ 379.74
Concreto con 4% de fibra adicional	S/ 310.81	S/ 352.57	S/ 404.71

Nota: En esta tabla podemos observar el costo por cada tipo de resistencia y para cada porcentaje agregado 2%, 3% y 4% ante el convencional.

4.2.6 Gráficos de los Costos para Cada Caso y Porcentajes.

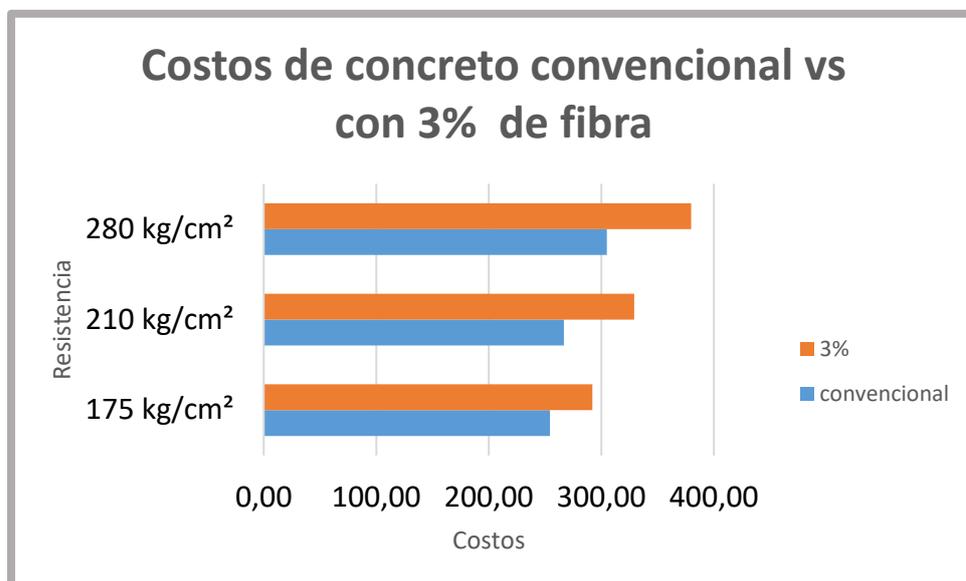
Figura 23



Nota: En esta figura observamos el grafico comparativo de los costos de elaboración del concreto patrón ante el modificado agregando fibras metálicas en 2%.

Figura 24

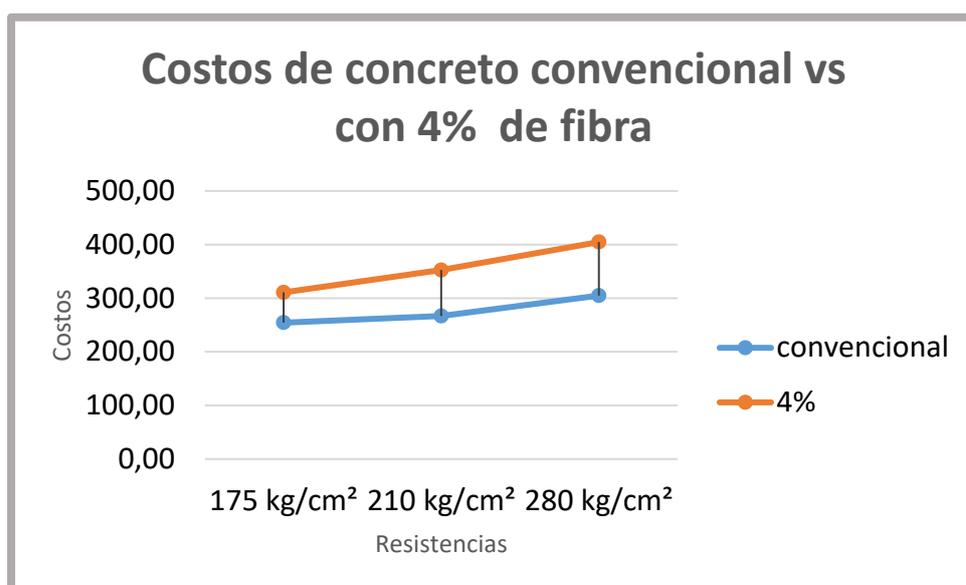
Costos del convencional ante el 3% de fibra (para las 3 resistencias)



Nota: En esta figura observamos el grafico comparativo de los costos de elaboración del concreto patrón ante el modificado agregando fibras metálicas en 3%.

Figura 25

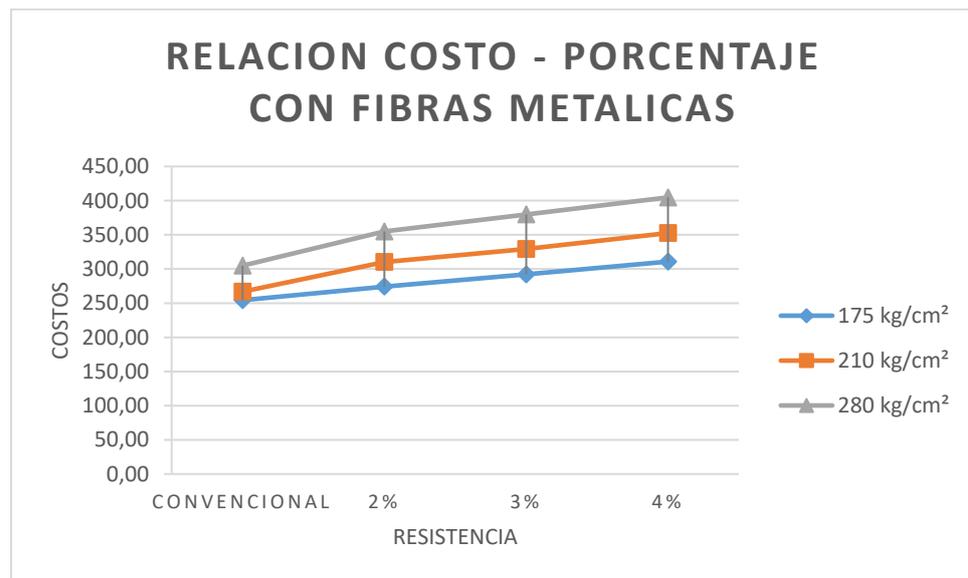
Costos del convencional ante el 4% de fibra (para las 3 resistencias)



Nota: En esta figura observamos el grafico comparativo de los costos de elaboración del concreto patrón ante el modificado agregando fibras metálicas en 4%.

Figura 26

Costos del convencional ante el 4% de fibra (para las 3 resistencias)



Nota: En esta figura observamos el resumen de los costos para cada resistencia y con fibras metálicas.

Tabla 60

Porcentaje en variación de costos usando fibras metálicas ante el convencional

Descripción	Costo por m ³ de concreto F'c =175 Kg/cm ²	Costo por m ³ de concreto F'c =210 Kg/cm ²	Costo por m ³ de concreto F'c =280 Kg/cm ²
Concreto con 2% de fibra adicional	Aumenta un 7.80 %	Aumenta un 16.27 %	Aumenta un 16.41 %
Concreto con 3% de fibra adicional	Aumenta un 14.82 %	Aumenta un 23.40 %	Aumenta un 24.56 %
Concreto con 4% de fibra adicional	Aumenta un 22.20 %	Aumenta un 32.16 %	Aumenta un 32.75%

Nota: En esta tabla vemos el porcentaje de variación de costos para cada resistencia y porcentaje

de fibra metálica.

4.3 Discusión de Resultados

- i. A los 28 días observamos que las resistencias del concreto de 175kg/cm², 210kg/cm² y 280 kg/cm² con proporciones respecto al peso del cemento de 2%, 3% y 4% para caso usando fibras metálicas Dramix 3D, se observaban mejoras a la resistencia a compresión y flexión. de acuerdo a la distribución t Student es significativa, ya que todas las hipótesis específicas fueron aceptadas estando dentro de la zona de aceptación según indican los valores del t de Student y así validando los resultados probabilísticos de la investigación que están detallados.

- ii. En los costos de fabricación de las probetas observamos que aumentan en cierto porcentaje indicado en la tabla 60, vemos que en su totalidad el aumento es netamente por el precio elevado de las fibras metálicas Dramix 3D, se tendría que considerar un uso específico para las fibras y poder realizar un análisis costo beneficio.

- iii. Se concluye que las resistencias a compresión del concreto con fibras metálicas de 2%, 3% y 4% fueron mayores que el concreto convencional, La resistencia a flexión para los casos evaluados fueron mayores que el concreto convencional en vigas.

4.4 Contrastación de Hipótesis

- i. “Empleando fibras metálicas, se logra mayor resistencia a la compresión” se valida la hipótesis por que el concreto gana mayor resistencia a la compresión en un margen del 5.80% hasta 25.57% para cada caso indicadas en la “tabla 44”
- ii. “Disminuye el costo respecto al concreto convencional”, se rechaza la hipótesis para ambos casos, porque al usar fibras metálicas se incrementa los costos y en algunos casos llegan hasta un 32.75% más del costo del concreto convencional.
- iii. “Al usar fibras metálicas en vigas para el ensayo a flexión”, Se valida la hipótesis porque se obtuvieron resultados y con un margen de mejora del 21.08 % hasta un 28.07 % para cada caso ante en convencional.

CAPITULO V.

5. CONCLUSIONES

5.1 Conclusión general

En esta tesis se comprobó cual es la ventaja comparativa de resistencia y económica, de concreto con fibras metálicas y convencional, fabricados con agregados de la cantera Rio Seco, Huaura-2021.

5.1.1 Conclusión Especifica 1

Se determinó que las fibras metálicas Dramix 3D si mejoran la resistencia a la compresión del concreto, para el cual se dice lo siguiente:

- ✓ Agregando 2% de fibra metálica ante la convencional mejora, para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 9.02 % de 178.65 kg/cm^2 a 194.77 kg/cm^2 ; para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 5.80 % de 216.12 kg/cm^2 a 228.12 kg/cm^2 y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 8.16 % de 287.12 kg/cm^2 a 310.56 kg/cm^2 .

- ✓ Agregando 3% de fibra metálica ante la convencional mejora, para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 19.28 % de 178.65 kg/cm^2 a 213.11 kg/cm^2 , para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 14.86 % de 216.12 kg/cm^2 a 248.25 kg/cm^2 y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 15.12 % de 287.12 kg/cm^2 a 33.56 kg/cm^2 .

- ✓ Agregando 4% de fibra metálica ante la convencional mejora, para $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 26.05 % de 178.65 kg/cm^2 a 225.20 kg/cm^2 , para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 25.57 % de 216.12 kg/cm^2 a 271.39 kg/cm^2 y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 22.51 % de 287.12 kg/cm^2 a 351.77 kg/cm^2 .

5.1.2 Conclusión Especifica 2

Se determinó que las fibras metálicas si mejoran la resistencia a flexión del concreto, para el cual se dice lo siguiente:

- ✓ Para la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$; agregando 2% de fibra metálica Dramix 3D ante el convencional mejora en 21.08 % de 28.6 kg/cm^2 a 34.03 kg/cm^2 , para 3% de fibras metálicas en 26.43 % de 28.6 kg/cm^2 a 36.16 kg/cm^2 y para 4% de fibras metálicas en 28.07 % de 28.6 kg/cm^2 a 36.63 kg/cm^2 .

5.1.3 Conclusión Especifica 3

En los costos obtenemos los siguientes resultados:

- ✓ Agregando 2% de fibra metálica ante el convencional aumenta el precio para, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 7.80 % de 254.34 soles a 274.20 soles, para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 16.27 % de 266.77 soles a 310.20 soles y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 16.41 % de 304.85 soles a 354.88 soles.
- ✓ Agregando 3% de fibra metálica ante el convencional aumenta el precio para, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 14.82 % de 254.34 soles a 292.05 soles, para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 23.40 % de 266.77 soles a 329.22 soles y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 24.56 % de 304.85 soles a 379.74 soles.
- ✓ Agregando 4% de fibra metálica ante el convencional aumenta el precio para, $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en 22.20 % de 254.34 soles a 310.81 soles, para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en 32.16 % de 266.77 soles a 352.57 soles y para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en 32.75 % de 304.85 soles a 404.71 soles.
- ✓ Con los resultados obtenidos se concluye que no se obtienen menores costos, al contrario, se elevan hasta un 32.75 % ante el costo del concreto convencional

CAPITULO VI.

RECOMENDACIONES

Considerando la importancia que tiene esta investigación y en función de los resultados obtenidos se formulan las siguientes recomendaciones tanto para el personal directivo como a los docentes, alumnos y a la comunidad educativa.

1. Se recomienda para el proceso de mezclado se debe añadir las fibras antes de los agregados y no al final, ya que esto ocasiona que las fibras no se distribuyan uniformemente en la mezcla.

2. Se recomienda un uso muy especial para las fibras metálicas tales como, reemplazo parcial o total del acero de temperatura; analizar el comportamiento de estas y la resistencia que aporta.
3. Se recomienda analizar e investigar sobre el reemplazo parcial o total del acero de refuerzo para pavimentos rígidos armados por las fibras metálicas, para obtener ahorros y mejores resultados de acuerdo a los ensayos.
4. Se recomienda el uso de las fibras metálicas para mejorar el concreto y aumentar su resistencia a la compresión y flexión.
5. Dado los resultados de la presente investigación se recomienda hacer una investigación con fibras metálicas aplicadas a cierto sector y con una tarea determinada para su posterior aplicación.
6. Al agregar fibras metálicas Dramix 3D, se podría quitar algún agregado para poder compensar los gastos, obtener un concreto con mayor resistencia y menor costo de fabricación.
7. Al utilizar o manipular las fibras metálicas se recomienda el uso de guantes para evitar cualquier tipo de accidente.

CAPITULO VI.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Abanto, F. (1998). *Tecnología del concreto*. Editorial San Marcos. Lima, Perú.

Abanto, F. (s.f.). *Tecnología del concreto* – Segunda edición 2008.

ACI - PERU (1995). *Supervisión de obras de concreto*. Editorial H&M S.R. Ltda.
Lima, Perú.

- Astm International Compresión. (2017). *Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto astm c39*. Editorial Board.
- Astm International Compresión. (2015). *Práctica normalizada para la preparación y curado de concreto en la obra astm c31*. Editorial Board.
- Blanco, A. (2009). *Durabilidad del Hormigón con Fibras metálicas*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima, Perú.
- Bellis, M. (2009). *The history of concret and cement*. Recuperado de <http://inventors.about.com/library/inventors/blconcrete.htm>, consultado el 16 de agosto de 2011.
- Castillo, A. (2015). *Estudio comparativo de concreto convencional y concreto reforzado con fibras de acero Dramix en la ciudad de Juliaca*.
- De la cruz W.; Quispe W. (2014). *Influencia de la adición de fibras de acero empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga*.
- Flores M. (2005). *Estudio de las propiedades del concreto pesado de alta resistencia utilizando cemento portland tipo I y un aditivo superplastificante*.
- Gutiérrez, L.L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*.
- Guevara Jimmy. (2008). *Análisis comparativo del comportamiento del concreto simple con el concreto reforzado con fibras de acero Wirand*.
- INDECOPI. (2012). *Norma Técnica Peruana ntp 339.079*. Lima, Perú. Editorial INDECOPI
- INDECOPI. (2013). *Norma Técnica Peruana ntp 334.051*. Lima, Perú. Editorial INDECOPI

INDECOPI. (2013). *Norma Técnica Peruana ntp 400.017*. Lima, Perú. Editorial INDECOPI

INDECOPI. (2015). *Norma Técnica Peruana ntp 339.035*. Lima, Perú. Editorial INDECOPI

Lao W. (2007). *Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa*.

Montalvo, M. (2015). *Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales*.

Patazca, P. y Tafur, J. *Evaluación comparativa de la resistencia a compresión del concreto convencional, concreto con fibra de acero Sikafiber CHO 80/60 NB, y concreto con fibra sintética Sikafiber Force PP/PE-700/55*.

Parizaca, R. (2015). *Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros supe absorbentes en la ciudad de Puno*.

Sánchez, D. (2010). *Tecnología del Concreto y del Mortero*. Pontificia Universidad.

Silva, L. (2014). *Comportamiento del hormigón reforzado con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el Cantón Ambato, provincia de Tungurahua*.

Sotil, A. y Zegarra, J. (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*.

Walhoff, G. (2017). *Influencia del vidrio molido en la resistencia a la compresión del concreto y costos de fabricación, comparado con el concreto convencional, barranca-2016*.

ANEXOS

Anexo 01: Elaboración y rotura de probetas

Figura 27

Preparando la Mezcla de Concreto.



Figura 28

Observando la fibra en la mezcla.



Figura 29

Realizando los ensayos para la verificación de la trabajabilidad.





Figura 30

Llenado de briquetas con concreto reforzado con fibras metalicas



Figura 31

Desmoldado de briquetas para su posterior curación en la poza



Figura 32

Iniciando con las roturas de las probetas en el laboratorio.



Figura 33

Briquetas sometidas a compresión y con fallas distintas



Anexo 02: Proceso de elaboración y ensayo a flexión

Figura 34

Sacando las primeras muestras de vigas convencionales en el laboratorio.



Figura 35

Sacando las primeras muestras de vigas con fibra metálica en el laboratorio.



Figura 36

Marcando las muestras para su posterior curado en el laboratorio.





Figura 37

Iniciando con los ensayos a flexión de las vigas





Figura 38

Observamos los primeros resultados del ensayo a flexión



Figura 39

Observamos las fallas producidas en las vigas después del ensayo.



Anexo 03: Ubicación y extracción del material de la cantera

Figura 40

Extracción del material de la cantera.







Figura 41

Ubicación de la cantera.



Anexo 04: Fotos del proceso de elaboración del diseño de mezcla

Figura 42

195



División del material para el ensayo de peso unitario



Figura 43

Peso de la piedra para proceder con los ensayos



Figura 44

Pesaje de los agregados



Figura 45

Colocación de los agregados al horno



Figura 46

Muestra del agregado y su respectivo peso.



Figura 47

Agitado de columna de tamices



Figura 48

Peso del material



Anexo 05: Diseño de mezcla EMV Laboratorios



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Solicitud N° D-011-2017

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - Método del Comité 211 del ACI

TESIS : Ventaja comparativa de resistencia y económica del concreto con fibras metálicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016

TESISTA : Gustavo Adolfo Jara Nieto

UBICACIÓN : Barranca - Lima FECHA : Marzo 2017

CANTERAS : Agregado Fino : Rio Seco - Huaura
Agregado Grueso : Rio Seco - Huaura

RESISTENCIA DE DISEÑO					
Especificada	$f'_c =$	175	$\text{Kg/cm}^2 =$	17.5	MPa
Prom. Requerida	$f'_{cr} =$	245	$\text{Kg/cm}^2 =$	24.5	MPa NTE 060

DATOS TECNICOS AGREGADO FINO

Módulo de Fineza = 3.07 Peso Específico de masa (Tn/m^3) = 2.570
 Contenido de Humedad (%) = 1.85 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1520
 Absorción (%) = 1.10 Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1720

AGREGADO GRUESO

Contenido de Humedad (%) = 0.52 Peso Específico de masa (Tn/m^3) = 2.790
 Absorción (%) = 1.00 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1600
Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1660

VALORES DE DISEÑO

Cemento = Sol Tipo I Peso específico del Cemento = 3.11
 Tamaño Maximo Nom. (Pulg) = 3/4 Asentamiento (Pulg.) = 3" - 4"
 Agua de Mezclado (lts.) = 205 Aire incluido (%) = 2.0
 Relación a/c = 0.63 Volumen de Agregado Grueso = 0.59

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Material	Kg/m^3	
Cemento	325	
Piedra	989	
Arena	831	
Agua	204	7.656 bolsas/ m^3

PROPORCIONES

175

PROPORCION	PESO	VOLUMEN	
Cemento	1	1	
Arena	2.6	2.5	
Piedra	3.0	2.9	
Agua	0.63	26.6	lt/saco

Notas: - Verificar la calidad de los agregados en obra.
 - Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


 Ing. Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO
 (NTP 400.012-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
 Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
 Lugar : Barranca - Lima Fecha : Marzo 2017
 Agregado : *Fino* Cantera : Rio Seco - Huaura Especificación NTP : 400.037 C-33

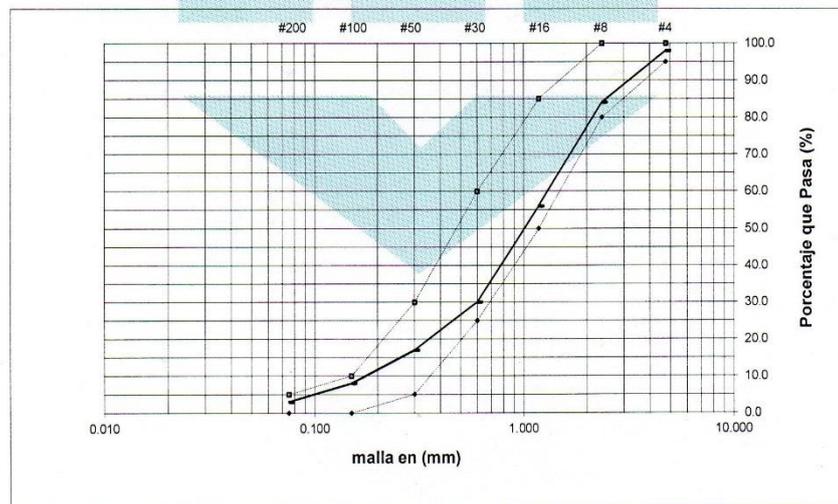
RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f'_c = 175$	$\text{Kg/cm}^2 = 17.5$	Mpa
Requerida	$f'_{cr} = 245$	$\text{Kg/cm}^2 = 24.5$	MPa

Especificaciones de NTP 400.018

Procedimiento A - Lavado con Agua % del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda= 2.8

Masa Seca Inicial (gr) 743.0 % que pasa N° 200 = 3.0
 Masa Lavada y Seca (gr) 722.1 M. Retenido # 4 (gr) = 17.4

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	Porcentajes				NTP: 400.037	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
# 4	4.750	17.4	2.0	2.0	2.0	98.0	95	100
# 8	2.360	107.3	14.0	16.0	16.0	84.0	80	100
# 16	1.180	209.1	28.0	42.0	44.0	56.0	50	85
# 30	0.600	190.0	26.0	54.0	70.0	30.0	25	60
# 50	0.300	96.1	13.0	39.0	83.0	17.0	5	30
# 100	0.150	64.3	9.0	22.0	92.0	8.0	0	10
# 200	0.075	37.9	5.0	14.0	97.0	3.0	0	5
> 200	Fondo	20.5	3.0	8.0	100.0	0.0		



Módulo de Fineza = 3.07

D60 (mm) =	1.349	Coef. Unif. (Cu) =	7.36
D30 (mm) =	0.600	Coef. Cope (Cc) =	1.46
D10 (mm) =	0.183		

Nota -

* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Ing. Elio Velazquez Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
 (NTP 400.012-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

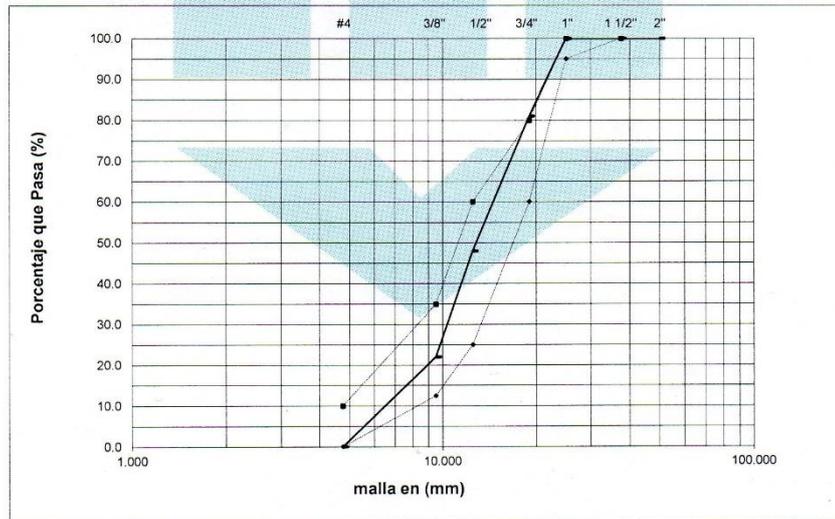
Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
 Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
 Lugar : Barranca - Lima Fecha : Marzo 2017

Agregado : *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huaura Espec. NTP: 400.037 57

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f'c = 175$	$kg/cm^2 = 17.5$	MPa
Requerida	$f'cr = 245$	$kg/cm^2 = 24.5$	MPa

Especificaciones de NTP 400.018		
Procedimiento A - Lavado con Agua	% del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda=	0.0
Masa Seca Inicial (gr)	3816.5	% que pasa N° 4 = 0.0
Masa Lavada y Seca (gr)	3816.0	P. Retenido 2"(gr) = 0.0

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	% ACUMULADO				NTP HUSO: 57	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
3/4"	19.000	714.1	19.0	19.0	19.0	81.0		
1/2"	12.500	1241.3	33.0	52.0	52.0	48.0	25	60
3/8"	9.500	985.6	26.0	59.0	78.0	22.0		
# 4	4.750	856.4	22.0	48.0	100.0	0.0	0	10
> # 4	Fondo	18.6	0.0	22.0	100.0	0.0		



Módulo de Fineza = 6.97

Según la especificación ASTM C-33 Y NTP 400.037- HUSO 57 TM = 1" - # 4

D60 (mm) =	14.864	Coef. Unif. (Cu) =	2.15
D30 (mm) =	10.423	Coef. Conc. (Cc) =	1.06
D10 (mm) =	6.909		

Nota:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing. Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.co



**DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO
 FINO (NTP 400.022-2013)**

		Solicitud N°	D-011-2017
Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaraz, 2016		
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto	Fecha :	Marzo 2017
Lugar :	Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO				
Especificada	f'c =	175	Kg/cm ² =	17.5 MPa
Requerida	f'cr =	245	Kg/cm ² =	24.5 MPa

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaraz

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración	gr	B	673.3	656.2
Masa del picnómetro lleno de la muestra + agua hasta la marca de calibración	gr	C	982.8	970.1
Masa de la Muestra de saturado superficialmente seca	gr	S	502.3	510.3
Masa de la muestra seca	gr	A	496.8	504.9
Gravedad Especifica secado al horno (OD=A/(B+S-C))		OD	2.58	2.57
Gravedad Especifica secado al horno Promedio (OD) = A / (B + S - C)		OD	2.57	
Densidad en base al secado al horno (OD) = 997,5A / (B + S - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2570	2564
Densidad en base al secado al horno Promedio (OD) = 997,5A / (B + S - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2570	
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca SSD = S / (B + S - C)		SSD	2.61	2.60
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca Promedio (SSD) = S / (B + S - C)		SSD	2.60	
Densidad saturado superficialmente seca (SSD) = 997,5S / (B + S - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2599	2592
Densidad saturado superficialmente seca Promedio (SSD) = 997,5S / (B + S - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2600	
Gravedad Especifica Aparente, Gea = A / (B + A - C)		Gea	2.65	2.64
Gravedad Especifica Aparente Promedio = 997,5A / (B + A - C)		Gea	2.65	
Densidad Aparente Gea = 997,5A / (B + A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2646	2637
Densidad Aparente Promedio Gea = 997,5A / (B + A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2640	
Absorción, Ab = ((S - A) / A)x100	%	Ab	1.11	1.07
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	1.1	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Delgado Milta Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha :	Marzo 2017
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto	Lugar :	Barranca - Lima

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	f'c =	175 Kg/cm ² =	17.5 MPa
Requerida	f'cr =	245 Kg/cm ² =	24.5 MPa

Agregado *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa de la Muestra saturada superficialmente seca	gr	B	2005.2	1985.7
Masa de la muestra saturada superficialmente seca dentro del agua + Canastilla (gr)	gr		2294.8	2282.1
Masa de la Canastilla dentro del agua (gr)	gr		1000.0	1000.0
Masa de la muestra saturada dentro del agua	gr	C	1294.8	1282.1
Masa de la muestra seca	gr	A	1985.5	1967.1
Gravedad Especifica secado al horno (OD = A / (B - C))		OD	2.79	2.80
Gravedad Especifica secado al horno Promedio (OD) = A / (B - C)		OD	2.80	
Densidad en base al secado al horno (OD) = 997,5A/(B - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2788	2789
Densidad en base al secado al horno Promedio (OD) = 997,5A/(B - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2790	
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada SSD = B / (B - C)		SSD	2.82	2.82
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = B / (B - C)		SSD	2.82	
Densidad en base de superficie seca saturada (SSD) = 997,5B/(B - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2816	2815
Densidad en base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = 997,5B/(B - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2820	
Gravedad Especifica Aparente, Gea = A / (A - C)		Gea	2.87	2.87
Gravedad Especifica Aparente Promedio Gea = 997,5A / (A - C)		Gea	2.87	
Densidad Aparente Gea = 997,5A / (A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2867	2864
Densidad Aparente Promedio Gea = 997,5A / (A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2870	
Absorción, Ab = ((B - A) / A)x100	%	Ab	0.99	0.95
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	1.0	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Zito Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 RES. DIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS (NTP 400.017-2011)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
Tesisista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
Lugar : Barranca - Lima Fecha : Marzo 2017

RESISTENCIA DE DISEÑO

Especificada $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2 = 17.5 \text{ MPa}$
Requerida $f_{cr} = 245 \text{ Kg/cm}^2 = 24.5 \text{ MPa}$

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado		
	Ensayo N°	1	2	3	1	2
Recipiente N°	1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)	7048.6	7062.3	7089.6	7638.9	7652.1	7641.3
Masa del Recipiente (T)	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)	4242.6	4256.3	4283.6	4832.9	4846.1	4835.3
Volumen del Recipiente (V)	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06
Densidad de Masa (Kg/m3) (M=(G-T)/V)	1,511	1,516	1,526	1,722	1,726	1,723
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)	1,520			1,720		
Contenido de Vacios (%)	41			33		

Agregado: *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado		
	Ensayo N°	1	2	3	1	2
Recipiente N°	2	2	2	2	2	2
Masa Recipiente + Agregado (G)	22438.5	22410.2	22470.6	23042.3	23009.6	23068.9
Masa del Recipiente (T)	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0
Masa del Agregado (G-T)	15036.5	15008.2	15068.6	15640.3	15607.6	15666.9
Volumen del Recipiente (V)	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56
Densidad de Masa (Kg/m3) (M=(G-T)/V)	1,596	1,593	1,600	1,660	1,657	1,663
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)	1,600			1,660		
Contenido de Vacios (%)	43			41		

Observaciones:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. *Elia Alejandra Milia Vergara*
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42632

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO
 (NTP 339.185-2013)

		Solicitud N°	D-011-2017
Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016		
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar :	Barranca - Lima	Fecha :	Marzo 2017

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	f'c =	175	Kg/cm ² = 17.5 MPa
Requerida	f'cr =	245	Kg/cm ² = 24.5 MPa

Agregado: *Fino* Cantera : Rio Seco - Huaura

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	285.71	295.13
Masa Seca + Recipiente	281.00	290.12
Masa Recipiente	23.30	22.15
Masa muestra original	257.70	267.97
Masa del Agua	4.71	5.01
Contenido de Humedad evap. (%)	1.83	1.87

Humedad Evaporable Promedio (%)	1.85
Humedad Superficial (%)	0.75

Agregado: *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huarmey

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	305.86	314.88
Masa Seca + Recipiente	304.34	313.47
Masa Recipiente	26.05	26.28
Masa muestra original	278.29	287.19
Masa del Agua	1.52	1.41
Contenido de Humedad evap. (%)	0.55	0.49

Humedad Evaporable Promedio (%)	0.52
Humedad Superficial (%)	-0.48

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42932

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Solicitud N° D-011-2017

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - Método del Comité 211 del ACI

TESIS : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016

TESISTA : Gustavo Adolfo Jara Nieto

UBICACIÓN : Barranca - Lima FECHA : Marzo 2017

CANTERAS : Agregado Fino : Rio Seco - Huaura
Agregado Grueso : Rio Seco - Huaura

RESISTENCIA DE DISEÑO					
Especificada	$f'_c =$	210	$\text{Kg/cm}^2 =$	21.0	MPa
Prom. Requerida	$f'_{cr} =$	295	$\text{Kg/cm}^2 =$	29.5	MPa NTE 060

DATOS TECNICOS AGREGADO FINO

Módulo de Fineza = 3.12 Peso Especifico de masa (Tn/m^3) = 2.560
 Contenido de Humedad (%) = 1.91 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1530
 Absorción (%) = 1.10 Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1740

AGREGADO GRUESO

Peso Especifico de masa (Tn/m^3) = 2.810
 Contenido de Humedad (%) = 0.51 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1600
 Absorción (%) = 0.90 Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1670

VALORES DE DISEÑO

Cemento = Sol Tipo I Peso especifico del Cemento = 3.11
 Tamaño Maximo Nom. (Pulg.) = 3/4 Asentamiento (Pulg.) = 3" - 4"
 Agua de Mezclado (Its.) = 205 Aire incluido (%) = 2.0
 Relación a/c = 0.56 Volúmen de Agregado Grueso = 0.59

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Material	Kg/m^3	
Cemento	366	
Piedra	987	
Arena	803	
Agua	202	8.613 bolsas/ m^3

PROPORCIONES

210

PROPORCION	PESO	VOLUMEN
Cemento	1	1
Arena	2.2	2.2
Piedra	2.7	2.5
Agua	0.55	23.5

lt/saco

Notas: - Verificar la calidad de los agregados en obra.
 - Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Elio Mejano Mila Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012-2013)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huarura, 2016
Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
Lugar : Barranca - Lima Fecha : Marzo 2017

Agregado : *Fino* Cantera : Rio Seco - Huarura Especificación NTP : 400.037 C-33

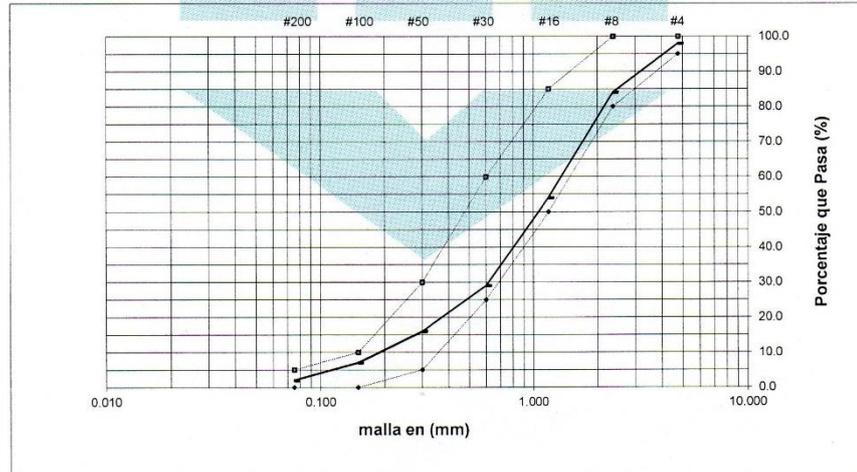
RESISTENCIA DE DISEÑO

Especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 = 21.0 \text{ Mpa}$
Requerida $f'cr = 295 \text{ Kg/cm}^2 = 29.5 \text{ MPa}$

Especificaciones de NTP 400.018

Procedimiento A - Lavado con Agua % del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda= 2.6
Masa Seca Inicial (gr) 760.1 % que pasa N° 200 = 2.0
Masa Lavada y Seca (gr) 740.1 M. Retenido # 4 (gr) = 16.6

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	Porcentajes				NTP: 400.037	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
# 4	4.750	16.6	2.0	2.0	2.0	98.0	95	100
# 8	2.360	103.9	14.0	16.0	16.0	84.0	80	100
# 16	1.180	227.9	30.0	44.0	46.0	54.0	50	85
# 30	0.600	190.8	25.0	55.0	71.0	29.0	25	60
# 50	0.300	99.7	13.0	38.0	84.0	16.0	5	30
# 100	0.150	66.3	9.0	22.0	93.0	7.0	0	10
# 200	0.075	34.9	5.0	14.0	98.0	2.0	0	5
> 200	Fondo	19.0	2.0	7.0	100.0	0.0		



Módulo de Fineza = 3.12

D60 (mm) =	1.416	Coef. Unif. (Cu) =	7.08
D30 (mm) =	0.623	Coef. Conc. (Cc) =	1.37
D10 (mm) =	0.200		

Nota.-

* Muestreo e identificación realizada por el interesado

Ing. Eiro Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO
 (NTP 400.012-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
 Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
 Lugar : Barranca - Lima
 Fecha : Marzo 2017
 Agregado : *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huaura Espec. NTP: 400.037 57

RESISTENCIA DE DISEÑO

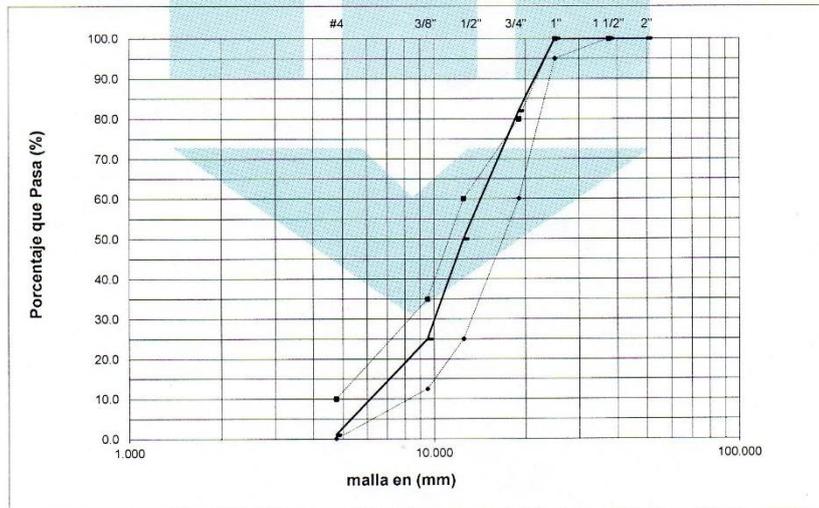
Especificada $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 21.0 \text{ MPa}$
 Requerida $f_{cr} = 295 \text{ kg/cm}^2 = 29.5 \text{ MPa}$

Especificaciones de NTP 400.018

Procedimiento A - Lavado con Agua % del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda= 0.0

Masa Seca Inicial (gr) 4198.1 % que pasa N° 4 = 1.0
 Masa Lavada y Seca (gr) 4197.9 P. Retenido 2"(gr) = 0.0

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	% ACUMULADO				NTP HUSO: 57	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
2 "	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
3/4"	19.000	743.2	18.0	18.0	18.0	82.0		
1/2"	12.500	1363.2	32.0	50.0	50.0	50.0	25	60
3/8"	9.500	1067.1	25.0	57.0	75.0	25.0		
# 4	4.750	1011.7	24.0	49.0	99.0	1.0	0	10
> # 4	Fondo	12.7	0.0	24.0	99.0	1.0		



Módulo de Fineza = 6.92

Según la especificación ASTM C-33 Y NTP 400.037- HUSO 57 TM = 1" - # 4

D60 (mm) =	14.531	Coef. Unif. (Cu) =	2.22
D30 (mm) =	10.100	Coef. Conc. (Cc) =	1.07
D10 (mm) =	6.531		

Nota:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing. Elio Augusto Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO
 (NTP 339.185-2013)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha :	Marzo 2017
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar :	Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO

Especificada	f'c = 210	Kg/cm² = 21.0	MPa
Requerida	f'cr = 295	Kg/cm² = 29.5	MPa

Agregado: *Fino* Cantera : Rio Seco - Huaura

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	201.86	204.36
Masa Seca + Recipiente	198.74	201.30
Masa Recipiente	38.64	37.12
Masa muestra original	160.10	164.18
Masa del Agua	3.12	3.06
Contenido de Humedad evap. (%)	1.95	1.86

Humedad Evaporable Promedio (%)	1.91
Humedad Superficial (%)	0.81

Agregado: *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huaura

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	312.70	351.23
Masa Seca + Recipiente	311.05	349.75
Masa Recipiente	24.00	24.19
Masa muestra original	287.05	325.56
Masa del Agua	1.65	1.48
Contenido de Humedad evap. (%)	0.57	0.45

Humedad Evaporable Promedio (%)	0.51
Humedad Superficial (%)	-0.39

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 M.E.C. S.P. N° 42852

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668
 Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS (NTP 400.017-2011)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
Tesisista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
Lugar : Barranca - Lima Fecha : Marzo 2017

RESISTENCIA DE DISEÑO

Especificada $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2 = 21.0 \text{ MPa}$
Requerida $f'cr = 295 \text{ Kg/cm}^2 = 29.5 \text{ MPa}$

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado			
	Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°		1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)		7070.7	7091.3	7124.2	7674.1	7688.9	7711.1
Masa del Recipiente (T)		2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)		4264.7	4285.3	4318.2	4868.1	4882.9	4905.1
Volumen del Recipiente (V)		2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06
Densidad de Masa (Kg/m3) $(M=(G-T)/V)$		1,519	1,527	1,538	1,734	1,740	1,747
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)		1,530			1,740		
Contenido de Vacíos (%)		40			32		

Agregado: *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado			
	Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°		2	2	2	2	2	2
Masa Recipiente + Agregado (G)		22496.4	22431.2	22463.6	23174.8	23074.5	23124.9
Masa del Recipiente (T)		7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0
Masa del Agregado (G-T)		15094.4	15029.2	15061.6	15772.8	15672.5	15722.9
Volumen del Recipiente (V)		9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56
Densidad de Masa (Kg/m3) $(M=(G-T)/V)$		1,602	1,595	1,599	1,674	1,664	1,669
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)		1,600			1,670		
Contenido de Vacíos (%)		43			41		

Observaciones:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis	: Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha	: Marzo 2017
Tesista	: Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar	: Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO				
Especificada	f'c =	210	Kg/cm ² =	21.0 MPa
Requerida	f'cr =	295	Kg/cm ² =	29.5 MPa

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaura

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración	gr	B	673.3	656.2
Masa del picnómetro lleno de la muestra + agua hasta la marca de calibración	gr	C	987.2	971.4
Masa de la Muestra de saturado superficialmente seca	gr	S	510.0	512.5
Masa de la muestra seca	gr	A	504.3	507.2
Gravedad Especifica secado al horno (OD=A/(B+S-C))		OD	2.57	2.57
Gravedad Especifica secado al horno Promedio (OD) = A / (B + S - C)		OD	2.57	
Densidad en base al secado al horno (OD) = 997,5A / (B + S - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2565	2564
Densidad en base al secado al horno Promedio (OD) = 997,5A / (B + S - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2560	
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca SSD = S / (B + S - C)		SSD	2.60	2.60
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca Promedio (SSD) = S / (B + S - C)		SSD	2.60	
Densidad saturado superficialmente seca (SSD) = 997,5S / (B + S - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2594	2591
Densidad saturado superficialmente seca Promedio (SSD) = 997,5S / (B + S - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2590	
Gravedad Especifica Aparente, Gea = A / (B + A - C)		Gea	2.65	2.64
Gravedad Especifica Aparente Promedio = 997,5A / (B + A - C)		Gea	2.65	
Densidad Aparente Gea = 997,5A / (B + A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2642	2635
Densidad Aparente Promedio Gea = 997,5A / (B + A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2640	
Absorción, Ab = ((S - A) / A)x100	%	Ab	1.13	1.04
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	1.1	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing. Elvira Milia Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42930

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis	: Ventaja comparativa de resistencia y económica del concreto con fibras metálicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha	: Marzo 2017
Tesista	: Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar	: Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO				
Especificada	$f'c =$	210	$Kg/cm^2 =$	21.0 MPa
Requerida	$f'cr =$	295	$Kg/cm^2 =$	29.5 MPa

Agregado *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa de la Muestra saturada superficialmente seca	gr	B	1762.3	1678.6
Masa de la muestra saturada superficialmente seca dentro del agua + Canastilla (gr)	gr		2141.9	2089.7
Masa de la Canastilla dentro del agua (gr)	gr		1000.0	1000.0
Masa de la muestra saturada dentro del agua	gr	C	1141.9	1089.7
Masa de la muestra seca	gr	A	1746.5	1663.0
Gravedad Especifica secado al horno ($OD = A / (B - C)$)		OD	2.82	2.82
Gravedad Especifica secado al horno Promedio (OD) = $A / (B - C)$		OD	2.82	
Densidad en base al secado al horno ($OD = 997,5A / (B - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m^3	OD	2808	2817
Densidad en base al secado al horno Promedio (OD) = $997,5A / (B - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m^3	OD	2810	
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada $SSD = B / (B - C)$		SSD	2.84	2.85
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = $B / (B - C)$		SSD	2.85	
Densidad en base de superficie seca saturada ($SSD = 997,5B / (B - C)$, (Temp. del agua 23°C)	kg/m^3	SSD	2833	2843
Densidad en base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = $997,5B / (B - C)$, (Temp. del agua 23°C)	kg/m^3	SSD	2840	
Gravedad Especifica Aparente, $Gea = A / (A - C)$		Gea	2.89	2.90
Gravedad Especifica Aparente Promedio = $997,5A / (A - C)$		Gea	2.89	
Densidad Aparente $Gea = 997,5A / (A - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m^3	Gea	2881	2893
Densidad Aparente Promedio $Gea = 997,5A / (A - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m^3	Gea	2890	
Absorción, $Ab = ((B - A) / A) \times 100$	%	Ab	0.90	0.94
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	0.9	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 Ing. Erico Ramón Castilla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

Solicitud N° D-011-2017

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - Método del Comité 211 del ACI

TESIS : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016

TESISTA : Gustavo Adolfo Jara Nieto

UBICACIÓN : Barranca - Lima FECHA : Marzo 2017

CANTERAS : Agregado Fino : Rio Seco - Huaura

Agregado Grueso : Rio Seco - Huaura

RESISTENCIA DE DISEÑO					
Especificada	$f'c =$	280	$Kg/cm^2 =$	28.0	MPa
Prom. Requerida	$f'cr =$	365	$Kg/cm^2 =$	36.5	MPa NTE 060

DATOS TECNICOS AGREGADO FINO

Módulo de Fineza = 3.06 Peso Especifico de masa (Tn/m^3) = 2.560

Contenido de Humedad (%) = 1.89 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1530

Absorción (%) = 1.10 Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1730

AGREGADO GRUESO

Peso Especifico de masa (Tn/m^3) = 2.810

Contenido de Humedad (%) = 0.45 Peso Seco Suelto (Kg/m^3) = 1610

Absorción (%) = 0.90 Peso Seco Compactado (Kg/m^3) = 1670

VALORES DE DISEÑO

Cemento = Sol Tipo I Peso especifico del Cemento = 3.11

Tamaño Maximo Nom. (Pulg.) = 3/4 Asentamiento (Pulg.) = 3" - 4"

Agua de Mezclado (lts.) = 205 Aire incluido (%) = 2.0

Relación a/c = 0.47 Volúmen de Agregado Grueso = 0.59

CANTIDAD DE MATERIALES POR M3 DE CONCRETO

Material	Kg/m^3	
Cemento	436	
Piedra	996	
Arena	735	
Agua	204	10.263 bolsas/ m^3

PROPORCIONES

PROPORCION	PESO	VOLUMEN	
Cemento	1	1	lt/saco
Arena	1.7	1.7	
Piedra	2.3	2.1	
Agua	0.47	19.9	

Notas: - Verificar la calidad de los agregados en obra.
- Muestreo e identificación realizada por el solicitante.


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Elio Gregorio Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO (NTP 400.012-2013)

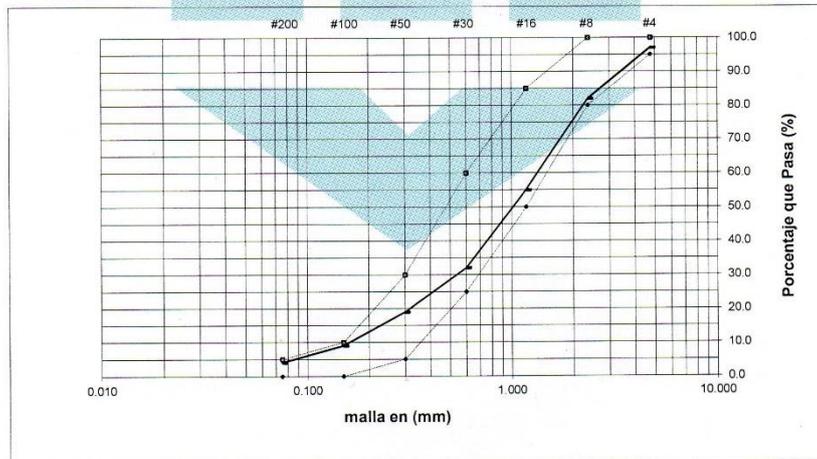
Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
 Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
 Lugar : Barranca - Lima
 Fecha : Marzo 2017
 Agregado : *Fino* Cantera : Rio Seco - Huaura Especificación NTP : 400.037 C-33

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f'c = 280$	$Kg/cm^2 = 28.0$	Mpa
Requerida	$f'cr = 365$	$Kg/cm^2 = 36.5$	MPa

Especificaciones de NTP 400.018
 Procedimiento A - Lavado con Agua % del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda= 3.6
 Masa Seca Inicial (gr) 754.0 % que pasa N° 200 = 4.0
 Masa Lavada y Seca (gr) 727.2 M. Retenido # 4 (gr) = 21.6

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	Porcentajes				NTP: 400.037	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
# 4	4.750	21.6	3.0	3.0	3.0	97.0	95	100
# 8	2.360	114.8	15.0	18.0	18.0	82.0	80	100
# 16	1.180	201.4	27.0	42.0	45.0	55.0	50	85
# 30	0.600	174.7	23.0	50.0	68.0	32.0	25	60
# 50	0.300	101.0	13.0	36.0	81.0	19.0	5	30
# 100	0.150	78.0	10.0	23.0	91.0	9.0	0	10
# 200	0.075	35.7	5.0	15.0	96.0	4.0	0	5
> 200	Fondo	26.8	4.0	9.0	100.0	0.0		



Módulo de Fineza = 3.06

D60 (mm) =	1.399	Coef. Unif. (Cu) =	8.48
D30 (mm) =	0.554	Coef. Conc. (Cc) =	1.33
D10 (mm) =	0.165		

Nota.-

* Muestreo e identificación realizada por el interesado

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Meléndro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42932

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis : Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016
Tesista : Gustavo Adolfo Jara Nieto
Lugar : Barranca - Lima
Fecha : Marzo 2017

Agregado : *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huaura Espec. NTP: 400.037 57

RESISTENCIA DE DISEÑO

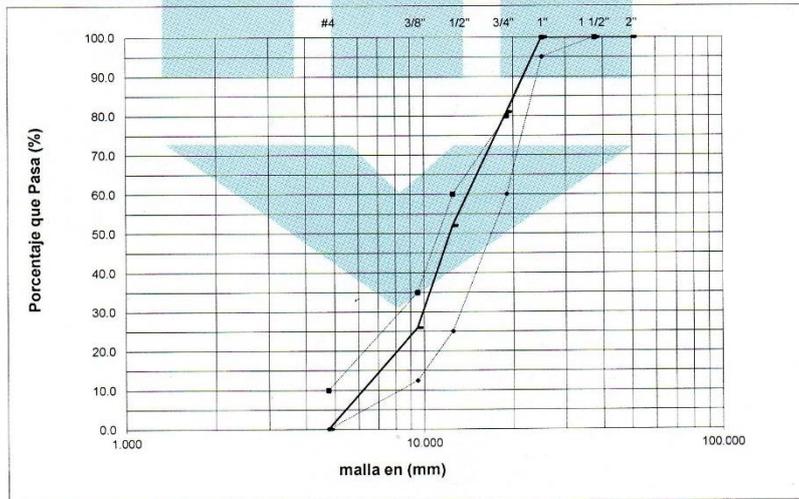
Especificada $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2 = 28.0 \text{ MPa}$
Requerida $f'cr = 365 \text{ kg/cm}^2 = 36.5 \text{ MPa}$

Especificaciones de NTP 400.018

Procedimiento A - Lavado con Agua % del mat. más fino que la malla N° 200 por vía húmeda= 0.0

Masa Seca Inicial (gr) 3696.7 % que pasa N° 4 = 0.0
Masa Lavada y Seca (gr) 3696.7 P. Retenido 2"(gr) = 0.0

Abertura de Tamices		Masa Retenida (gr)	% ACUMULADO				NTP HUSO: 57	
Pulg	mm		Retenido	Retenido dos mallas	Retenido acumulado	Porcentaje que pasa	Inferior	Superior
2"	50.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.500	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
1"	25.000	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	95	100
3/4"	19.000	695.1	19.0	19.0	19.0	81.0		
1/2"	12.500	1081.5	29.0	48.0	48.0	52.0	25	60
3/8"	9.500	957.4	26.0	55.0	74.0	26.0		
# 4	4.750	956.7	26.0	52.0	100.0	0.0	0	10
> # 4	Fondo	6.0	0.0	26.0	100.0	0.0		



Módulo de Fineza = 6.93

Según la especificación ASTM C-33 Y NTP 400.037- HUSO 57 TM = 1" - # 4

D60 (mm) =	14.293	Coef. Unif. (Cu) =	2.17
D30 (mm) =	9.962	Coef. Conc. (Cc) =	1.06
D10 (mm) =	6.577		

Nota:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 48992

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO (NTP 339.185-2013)

Solicitud N° **D-011-2017**

Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha :	Marzo 2017
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar :	Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f_c =$	280	$Kg/cm^2 =$ 28.0 MPa
Requerida	$f_{cr} =$	365	$Kg/cm^2 =$ 36.5 MPa

Agregado: *Fino* Cantera : Rio Seco - Huaura

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	197.35	199.84
Masa Seca + Recipiente	194.39	196.84
Masa Recipiente	37.39	38.41
Masa muestra original	157.00	158.43
Masa del Agua	2.96	3.00
Contenido de Humedad evap. (%)	1.89	1.89

Humedad Evaporable Promedio (%)	1.89
Humedad Superficial (%)	0.79

Agregado: *Grueso* Cantera : Rio Seco - Huaura

DESCRIPCION	M - 1	M - 2
Masa original + Recipiente	233.26	207.19
Masa Seca + Recipiente	232.37	206.47
Masa Recipiente	39.93	38.27
Masa muestra original	192.44	168.20
Masa del Agua	0.89	0.72
Contenido de Humedad evap. (%)	0.46	0.43

Humedad Evaporable Promedio (%)	0.45
Humedad Superficial (%)	-0.45

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
 INGENIERO CIVIL
 RES. C.I.P. N° 42632

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DETERMINACION DE LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS (NTP 400.017-2011)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016		
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar :	Barranca - Lima	Fecha :	Marzo 2017

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f'c = 280$	$Kg/cm^2 = 28.0$	MPa
Requerida	$f'cr = 365$	$Kg/cm^2 = 36.5$	MPa

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado			
	Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°		1	1	1	1	1	1
Masa Recipiente + Agregado (G)		7123.6	7113.7	7058.1	7631.6	7708.5	7669.3
Masa del Recipiente (T)		2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0	2806.0
Masa del Agregado (G-T)		4317.6	4307.7	4252.1	4825.6	4902.5	4863.3
Volumen del Recipiente (V)		2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06	2807.06
Densidad de Masa (Kg/m3) (M=(G-T)/V)		1,538	1,535	1,515	1,719	1,746	1,733
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)		1,530			1,730		
Contenido de Vacios (%)		40			32		

Agregado: *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

TIPO DE DENSIDAD DE MASA	Densidad Masa Suelto			Densidad Masa Compacto Apisonado			
	Ensayo N°	1	2	3	1	2	3
Recipiente N°		2	2	2	2	2	2
Masa Recipiente + Agregado (G)		22550.4	22585.4	22567.9	23173.4	23174.3	23173.9
Masa del Recipiente (T)		7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0	7402.0
Masa del Agregado (G-T)		15148.4	15183.4	15165.9	15771.4	15772.3	15771.9
Volumen del Recipiente (V)		9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56	9420.56
Densidad de Masa (Kg/m3) (M=(G-T)/V)		1,608	1,612	1,610	1,674	1,674	1,674
Densidad de Masa Promedio (Kg/m3)		1,610			1,670		
Contenido de Vacios (%)		43			41		

Observaciones:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. *Elio Antonio Billa Vergara*
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com





EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022-2013)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis :	Ventaja comparativa de resistencia y economica del concreto con fibras metalicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha :	Marzo 2017
Tesista :	Gustavo Adolfo Jara Nieto		
Lugar :	Barranca - Lima		

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	$f'c =$	280	Kg/cm ² = 28.0 MPa
Requerida	$f'cr =$	365	Kg/cm ² = 36.5 MPa

Agregado: *Fino* Cantera: Rio Seco - Huaura

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración	gr	B	673.3	656.2
Masa del picnómetro lleno de la muestra + agua hasta la marca de calibración	gr	C	984.2	964.8
Masa de la Muestra de saturado superficialmente seca	gr	S	507.0	502.2
Masa de la muestra seca	gr	A	501.4	497.0
Gravedad Especifica secado al horno ($OD = A / (B + S - C)$)		OD	2.56	2.57
Gravedad Especifica secado al horno Promedio ($OD = A / (B + S - C)$)		OD	2.56	
Densidad en base al secado al horno ($OD = 997,5A / (B + S - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2550	2561
Densidad en base al secado al horno Promedio ($OD = 997,5A / (B + S - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2560	
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca SSD ($= S / (B + S - C)$)		SSD	2.59	2.59
Gravedad Especifica saturado superficialmente seca Promedio (SSD) ($= S / (B + S - C)$)		SSD	2.59	
Densidad saturado superficialmente seca (SSD) ($= 997,5S / (B + S - C)$, (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2579	2588
Densidad saturado superficialmente seca Promedio (SSD) ($= 997,5S / (B + S - C)$, (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2580	
Gravedad Especifica Aparente, $Gea = A / (B + A - C)$		Gea	2.63	2.64
Gravedad Especifica Aparente Promedio ($= 997,5A / (B + A - C)$)	Gea	Gea	2.64	
Densidad Aparente $Gea = 997,5A / (B + A - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2625	2631
Densidad Aparente Promedio ($Gea = 997,5A / (B + A - C)$, (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2630	
Absorción, $Ab = ((S - A) / A) \times 100$	%	Ab	1.12	1.05
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	1.1	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 Ing. Elio Alejandro Villa Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021-2013)

Solicitud N° D-011-2017

Tesis	: Ventaja comparativa de resistencia y económica del concreto con fibras metálicas y convencionales fabricados con agregados de la cantera rio seco - Huaura, 2016	Fecha	: Marzo 2017
Tesista	: Gustavo Adolfo Jara Nieto	Lugar	: Barranca - Lima

RESISTENCIA DE DISEÑO			
Especificada	f'c =	280 Kg/cm ² =	28.0 MPa
Requerida	f'cr =	365 Kg/cm ² =	36.5 MPa

Agregado *Grueso* Cantera: Rio Seco - Huaura

Descripción	Unid.	Simb.	Ensayo 1	Ensayo 2
Masa de la Muestra saturada superficialmente seca	gr	B	1789.9	1644.7
Masa de la muestra saturada superficialmente seca dentro del agua + Canastilla (gr)	gr		2161.1	2066.8
Masa de la Canastilla dentro del agua (gr)	gr		1000.0	1000.0
Masa de la muestra saturada dentro del agua	gr	C	1161.1	1066.8
Masa de la muestra seca	gr	A	1773.0	1630.6
Gravedad Especifica secado al horno (OD = A / (B - C))		OD	2.82	2.82
Gravedad Especifica secado al horno Promedio (OD) = A / (B - C)		OD	2.82	
Densidad en base al secado al horno (OD) = 997,5A/(B - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2813	2815
Densidad en base al secado al horno Promedio (OD) = 997,5A/(B - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	OD	2810	
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada SSD = B / (B - C)		SSD	2.85	2.85
Gravedad Especifica sobre la base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = B / (B - C)		SSD	2.85	
Densidad en base de superficie seca saturada (SSD) = 997,5B/(B - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2839	2839
Densidad en base de superficie seca saturada Promedio (SSD) = 997,5B/(B - C), (Temp. del agua 23°C)	kg/m ³	SSD	2840	
Gravedad Especifica Aparente, Gea = A / (A - C)		Gea	2.90	2.89
Gravedad Especifica Aparente Promedio = 997,5A / (A - C)	Gea	Gea	2.89	
Densidad Aparente Gea = 997,5A / (A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2890	2885
Densidad Aparente Promedio Gea = 997,5A / (A - C), (Temperatura del agua 23°C)	kg/m ³	Gea	2890	
Absorción, Ab = ((B - A) / A) x 100	%	Ab	0.95	0.86
Absorción Promedio (Ab)	%	Ab	0.9	

Ensayo del agregado en condición: Naturalmente Seco

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU

 Ing. Elio Alejandro Millia Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com

Anexo 05: Resultado de los ensayos a compresión







LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH GUSTAVO ADOLFO, JARA NIETO
PROYECTO: TESIS VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL, FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2016
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0513-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=280 Kg/Cm2, CON FIBRA 4%
SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.01	176.9	615.55	62,747	355	280	127
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.01	176.9	602.59	61,426	347	280	124
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	609.66	62,147	352	280	126

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 TECNICO LABORATORISTA FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y DE ASFALTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR N° 54792 INGENIERO CIVIL R.U.C. C.I.P. N° 084495
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO **Certificado :** 0511-2021-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO TESIS: VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL, FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2018. **Hecho por Tec.:** FREDY W.ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA. **Rev. Por Ingº.** : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=280 Kg/Cm2, CON FIBRA 2%
SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	543.98	55,452	314	280	112
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.01	176.9	538.43	54,886	310	280	111
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	530.82	54,110	306	280	109

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	  FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL R=0 CIP N° 054405
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021

Av. Coronel Portillo #216 – Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO **Certificado :** 0512-2021-LAB/MS-JONELTA
PROYECTO TESIS VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO. HUAURA - 2016 **Hecho por Tec.:** FREDY W.ROSALES VILLARREAL
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA. **Rev. Por Ing°.** : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA :	TESTIGO, F'c=280 Kg/Cm2, CON FIBRA 3%
SECTOR	ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO:	31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	562.89	57,379	325	280	116
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.01	176.9	573.76	58,487	331	280	118
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	579.75	59,098	334	280	119

OBSERVACIONES :
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 días ≤ a	70 % F'c
14 días ≤ a	85 % F'c
21 días ≤ a	92 % F'c
28 días ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC LABORATORISTA MTC DE SUELOS CONCRETO Y CEMENTO	Firma:	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL Reg CIP N° 084495
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO
PROYECTO: TESIS: VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS. DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO. HUAURA - 2016
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0510-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec.: FREDY W. ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS - STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=280 Kg/Cm2, CONVENCIONAL
SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CONVENCIONAL
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.02	177.2	496.44	50,606	286	280	102
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.01	176.9	505.15	51,493	291	280	104
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 280 Kg/cm2	15.00	176.7	491.00	50,051	283	280	101

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y FUNDAMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL Reg. E.I.P. N° 064405
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO
PROYECTO: TESIS VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL, FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2016
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0508-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec. : FREDY W.ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=210 Kg/Cm2, CON FIBRA 4%
SECTOR: ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.01	176.9	469.99	47,909	271	210	129
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	472.81	48,197	273	210	130
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.01	176.9	465.31	47,432	268	210	128

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C.  JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL RPO CIP N° 064495
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO

Certificado : 0507-2021-LAB/MS-JONELTA

PROYECTO TESIS VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL, FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2016

Hecho por Tec.: FREDY W. ROSALES VILLARREAL

Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA

Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

- 1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico
- 2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=210 Kg/Cm2, CON FIBRA 3%

SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA

FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.01	176.9	428.88	43,719	247	210	118
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.02	177.2	425.23	43,347	245	210	116
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.01	176.9	436.78	44,524	252	210	120

OBSERVACIONES : Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:		Firma:	
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021

Av. Coronel Portillo #216 – Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418 Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH GUSTAVO ADOLFO, JARA NIETO

Certificado : 0506-2021-LAB/MS-JONELTA

PROYECTO: TESIS: VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2016

Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL

Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA

Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico

2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020

3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA :	TESTIGO, F _c =210 Kg/Cm ² , CON FIBRA 2%
SECTOR	ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO:	31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm ²	F _c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F _c = 210 Kg/cm ²	15.00	176.7	389.22	39,676	225	210	107
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F _c = 210 Kg/cm ²	15.02	177.2	395.57	40,323	228	210	108
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F _c = 210 Kg/cm ²	15.01	176.9	400.33	40,808	231	210	110

OBSERVACIONES :

Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)

07 dias ≤ a	70 % F _c
14 dias ≤ a	85 % F _c
21 dias ≤ a	92 % F _c
28 dias ≤ a	100 % F _c

ELABORADO POR		APROBADO POR	
Nombre:	FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre:	Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo:	Tecnico Laboratorio	Cargo:	Jefe Laboratorio
Firma:	 FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:	 CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR C 21792 INGENIERO CIVIL Reg CIP N° 084405
Fecha:	28/08/2021	Fecha:	28/08/2021

Av. Coronel Portillo #216 – Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
Correo jl_canari@hotmail.com



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO
PROYECTO: TESIS: VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL, FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO, HUAURA - 2016
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0505-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec. : FREDY W. ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing° : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilindrico
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA :	TESTIGO, F'c=210 Kg/Cm2, CONVENCIONAL
SECTOR	ENSAYO DE INVESTIGACION CONVENCIONAL
FECHA VACIADO:	31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.02	177.2	368.00	37,513	212	210	101
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.01	176.9	375.31	38,258	216	210	103
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 210 Kg/cm2	15.00	176.7	380.11	38,747	219	210	104

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR	APROBADO POR
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo: Tecnico Laboratorio	Cargo: Jefe Laboratorio
Firma: 	Firma: 
Fecha: 28/08/2021	Fecha: 28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO
RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS
MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO
PROYECTO: TESIS :VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO. HUAURA - 2016
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0502-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec. : FREDY W.ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilindrico
2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=175 Kg/Cm2, CON FIBRA 4%
SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.02	177.2	382.99	39,041	220	175	126
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.00	176.7	399.11	40,684	230	175	132
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.00	176.7	389.08	39,662	224	175	128

OBSERVACIONES :
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR	APROBADO POR
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo: Tecnico Laboratorio	Cargo: Jefe Laboratorio
Firma:  FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:  CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL Reg CIP N° 064435
Fecha: 28/08/2021	Fecha: 28/08/2021



LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC

CONSULTORIA N° C-64792

R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO **Certificado :** 0501-2021-LAB/MS-JONELTA

PROYECTO TESIS VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS, DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO. HUAURA - 2016 **Hecho por Tec. :** FREDY W.ROSALES VILLARREAL

UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA. **Rev. Por Ing° :** ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA

Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

1.0 DE LA MUESTRA: Probetas de Concreto Cilíndrico

2.0 DEL EQUIPO: Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020

3.0 RESULTADOS:

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=175 Kg/Cm2, CON FIBRA 3%

SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CON FIBRA METALICA

FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.02	177.2	361.11	36,810	208	175	119
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.01	176.9	377.54	38,485	217	175	124
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.00	176.7	369.75	37,691	213	175	122

OBSERVACIONES :
Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

ELABORADO POR	APROBADO POR
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo: Tecnico Laboratorio	Cargo: Jefe Laboratorio
Firma:  FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO	Firma:  CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 064405
Fecha: 28/08/2021	Fecha: 28/08/2021





LABORATORIO MECANICA DE SUELOS

CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA SAC
CONSULTORIA N° C-64792
R.U.C. 20600141865



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESION EN TESTIGOS CILINDRICOS

MTC E704 - ASTM C39 - AASHTO T22

SOLICITANTE: BACH.GUSTAVO ADOLFO,JARA NIETO
PROYECTO: TESIS :VENTAJAS COMPARATIVAS DE RESISTENCIA Y ECONOMICAS. DEL CONCRETO CON FIBRAS METALICAS Y CONVENCIONAL. FABRICADOS CON AGREGADOS DE LA CANTERA RIO SECO. HUAURA - 2016.
UBICACIÓN : LOCALIDAD DE HUAURA - PROVINCIA DE HUAURA - DPTO. DE LIMA.

Certificado : 0499-2021-LAB/MS-JONELTA
Hecho por Tec. : FREDY W.ROSALES VILLARREAL
Rev. Por Ing°. : ING. JOSE L. CAÑARI RAVICHAGUA
Fecha Entrega : HUAURA, 28 DE AGOSTO DEL 2021

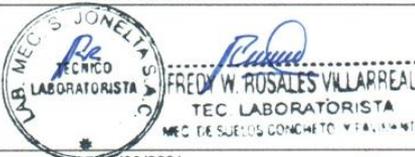
- 1.0 DE LA MUESTRA:** Probetas de Concreto Cilindrico
- 2.0 DEL EQUIPO:** Prensa marca A&A INSTRUMENTS – STYE - 2000
 Certificado de Calibración PT - LF - 014 - 2020
- 3.0 RESULTADOS:**

ESTRUCTURA : TESTIGO, F'c=175 Kg/Cm2, CONVENCIONAL
SECTOR ENSAYO DE INVESTIGACION CONVENCIONAL
FECHA VACIADO: 31/07/2021

N° DE PROBETA	FECHA		EDAD DIAS	DATOS FISICOS DEL CONCRETO	DIAMETRO	AREA CMS.	CARGA		TENSION		
	MOLDEO	ROTURA					Kn	Kg	Kg/cm²	F'c	%
P-1	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.02	177.2	310.00	31,600	178	175	102
P-2	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.01	176.9	303.88	30,977	175	175	100
P-3	31-07-21	28-08-21	28	DISEÑO F'c = 175 Kg/cm2	15.00	176.7	315.99	32,211	182	175	104

OBSERVACIONES :
 Las muestras fueron proporcionados al Laboratorio por el Solicitante.

4.0 NORMAS DE ROTURAS POR EDAD (DIAS)	
07 dias ≤ a	70 % F'c
14 dias ≤ a	85 % F'c
21 dias ≤ a	92 % F'c
28 dias ≤ a	100 % F'c

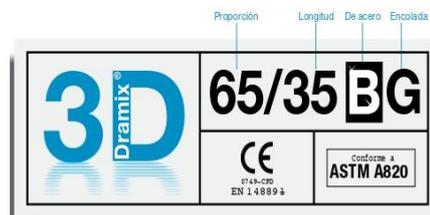
ELABORADO POR	APROBADO POR
Nombre: FREDY W. ROSALES VILLARREAL	Nombre: Ing. Jose Luis Cañari Ravichagua
Cargo: Tecnico Laboratorio	Cargo: Jefe Laboratorio
Firma:  <small>LAB. MEC. S. JONELTA SAC TECNICO LABORATORISTA FREDY W. ROSALES VILLARREAL TEC. LABORATORISTA MEC. DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTO</small>	Firma:  <small>CONSTRUCTORA Y CONSULTORA JONELTA S.A.C. JOSE LUIS CAÑARI RAVICHAGUA REGISTRO DE CONSULTOR INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 064405</small>
Fecha: 28/08/2021	Fecha: 28/08/2021

Av. Coronel Portillo #216 – Huaura Teléfono 656-8935 Celular 996172418
 Correo jl_canari@hotmail.com

Anexo 06: Ficha técnica Fibra metálica Dramix 3D



DRAMIX® 3D



1. DRAMIX® 3D

Dramix® 3D es la referencia en refuerzos con fibra de acero. Gracias a su combinación de rendimiento, durabilidad y fácil manejo, 3D es una solución eficiente para un gran número de utilidades y le permite ahorrar tiempo y dinero.

CARACTERÍSTICAS:

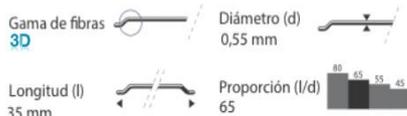
- > Anclaje original.
- > Resistencia a la tracción.
- Dramix® 3D es una solución rentable para:
 - > Pavimento.
 - > Túneles.
 - > Prefabricados.
 - > Viviendas.

2. RENDIMIENTO

PROPIEDADES DEL MATERIAL

- Resistencia a la tracción:
 - R_{m,nom}: 1.345 N/mm²
 - Tolerancias: ± 7,5% promedio
- Módulo de Young: ± 210.000 N/mm²

GEOMETRÍA



RED DE FIBRA

8,0 km por m³ (para 15 kg/m³)
14.531 Fibras/ kg

GAMA DRAMIX® 5D 4D 3D

Resistencia a la tracción	
Ductilidad del alambre	
Fuerza de anclaje	

Av. Néstor Gambetta No. 6429 Callao - Perú
Telf. : (51-1) 613-6666 Fax: (51-1) 577-0041
infraestructura@prodac.com.pe
www.prodac.com.pe

3. CERTIFICACIONES DEL PRODUCTO

Dramix® dispone del certificado para uso estructural conforme a la EN 14889-1 (sistema '1'). Si lo desea, puede solicitar información más detallada.



4. CERTIFICACIONES



5. EMBALAJE



SACOS 20 kg

BIG BAG 1100 kg

6. ALMACENAJE



