

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN
ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE
CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN
LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019**

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

**AUTOR
MIGUEL ABISAI FANZO MASIAS**

**ASESOR
CESAR EDUARDO CACHAY LAZO
<https://orcid.org/0000-0002-0547-522X>**

Chiclayo, 2021

**INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN
ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS
DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34
KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE
2019**

PRESENTADA POR:

MIGUEL ABISAI FANZO MASIAS

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR:

**Héctor Augusto Gamarra Uceda
PRESIDENTE**

**Justo David Pedraza Franco
SECRETARIO**

**Cesar Eduardo Cachay Lazo
VOCAL**

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a Dios Todopoderoso, quien me bendice con su sabiduría y entendimiento para alcanzar mis metas trazadas.

A mis padres que siempre me inculcan sus valores, me aconsejan y me apoyan para lograr mis anhelos.

También a mi familia por sus consejos para ser cada día mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a al Ing. Eduardo Larrea Wong y al Ing. Johan Cuichap Aguilar, por brindarme su tiempo al compartir sus amplias experiencias y conocimientos para poder realizar esta investigación.

A mi asesor el Ing. Eduardo Cachay Lazo, por apoyarme a culminar esta investigación con gran éxito.

A mis padres, que fueron el apoyo fundamental de esta investigación.

Finalmente agradezco a mis amigos, en especial a Fernando Silva y a Enrique Chayan, por apoyarme en el proceso de ejecución de la presente investigación.

RESUMEN

Actualmente, se busca reciclar todos aquellos residuos que contaminan el medio ambiente. Por aquella razón con esta investigación se ha buscado evaluar la influencia de las virutas de acero, que es el residuo de las empresas de manufacturarias que brindan servicio de torno, en la incorporación del concreto para el control de las fisuras por contracción plástica que se dan en pavimentos rígido de concreto simple. Para el desarrollo de esta investigación se tuvo que buscar una longitud y porcentaje óptimo de las virutas de acero en función del peso del cemento; para obtener estos resultados se ha empleado un ensayo de tracción indirecta con un diseño de mezcla cuya relación agua cemento es de 0.50. Obteniendo como resultado que la longitud y porcentaje óptimo que le da mayor resistencia a la tracción a comparación de la muestra patrón y que cumple con la norma de tener una consistencia mínima de 2", es la viruta de 7cm con una adición de 1% del peso del cemento. Por otro lado, para un módulo de rotura de 34 kg/cm² mediante el ensayo a flexión de una viga apoyada con cargas a tercios del tramo, se obtuvo una dosificación en peso de 1:1.4:2.05 +21.33 lts/bls. Finalmente obteniendo estos datos se procedió a realizar ensayos a la compresión, flexión a tercios, tracción y potencial de fisuración, para realizar comparaciones de un concreto sin adiciones, de un concreto con la adición de virutas de acero y un concreto con la fibra Sika Fiber® CHO80/60 NB.

PALABRAS CLAVE: virutas de acero, tasa de evaporación, fibra

ABSTRACT

Currently, it seeks to recycle all those wastes that pollute the environment. For this reason, this research has sought to evaluate the influence of steel shavings, which is the residue of manufacturing companies that provide lathe service, in the incorporation of concrete for the control of plastic contraction cracks that occur. on rigid simple concrete pavements. For the development of this investigation, an optimal length and percentage of the steel shavings had to be found as a function of the weight of the cement; To obtain these results, an indirect tensile test was used with a mixture design whose water-cement ratio is 0.50. Obtaining as a result that the optimal length and percentage that gives it greater tensile strength compared to the standard sample and that complies with the standard of having a minimum consistency of 2", is the 7cm chip with an addition of 1% of the cement weight. On the other hand, for a modulus of rupture of 34 kg / cm² through the bending test of a supported beam with loads at thirds of the section, a weight dosage of 1: 1.4: 2.05 +21.33 lts / bls was obtained. Finally, obtaining these data, we proceeded to perform compression, thirds flex, tensile and cracking potential tests, to make comparisons of a concrete without additions, of a concrete with the addition of steel shavings and a concrete with Sika Fiber ® CHO80 / 60 NB.

KEYWORDS: steel shavings, evaporation rate, fiber

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	7
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	7
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	10
2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES	12
2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	13
2.2.1. EL CONCRETO	13
2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO.....	14
2.2.3. CAMBIOS VOLUMETRICOS DEL CONCRETO.....	16
2.2.3.1. CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN ESTADO PLÁSTICO	16
2.2.3.1.1. Fisuración Plástica	18
2.2.3.1.2. Movimientos Durante La Contracción	19
2.2.3.1.3. Fisuras Por Heladas Tempranas	19
2.2.3.1.4. Contracción Intrínseca o Espontanea	19
2.2.3.2. CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN ESTADO ENDURECIDO.....	20
2.2.3.2.1. Fisuras Por Cambios De Humedad	20
2.2.3.2.2. Fisuras Por Cambios De Temperatura.....	21
2.2.3.2.3. Contracción por Carbonatación.....	22
2.2.3.2.4. Flujo Plástico o Fluencia.....	23
2.2.4. FIBRAS EN EL CONCRETO.....	23
2.2.4.1. FIBRAS DE ACERO	25
2.2.5. VIRUTAS DE ACERO	26
2.2.6. ENSAYO DE LOS MATERIALES	26
2.2.6.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS	26
2.2.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	27
2.2.6.3. PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS	28
2.2.6.4. GRADO DE ABSORCIÓN.....	30
2.2.6.5. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO DE LOS AGREGADOS	31
2.2.6.6. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS	31
2.2.7. ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO	32
2.2.5.1. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS	32
2.2.5.2. PRUEBA DE POTENCIAL DE FISURACIÓN	33

2.2.5.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLA DEL CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.....	37
2.2.8. ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO	38
2.2.8.1. COMPRESIÓN A MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO	38
2.2.8.2. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO.....	39
2.2.8.3. ENSAYO DE FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO	40
III. MATERIALES Y MÉTODOS	42
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	42
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
3.2.1. HIPOTESIS.....	42
3.2.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	42
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN	44
3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	45
3.6.1. TÉCNICA	45
3.6.2. FUENTES	46
3.6.3. PROGRAMAS PARA EL PROCESO DE DATOS.....	46
3.6.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
3.7. PROCEDIMIENTOS	46
3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	48
3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	49
3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	51
4.1. RESULTADOS.....	51
4.1.1. DESCRIPCION DE LAS VIRUTAS DE ACERO	51
4.1.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES.....	53
4.1.2.1. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS	53
4.1.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS	55
4.1.2.3. PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS	55
4.1.2.4. GRADO DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS	56
4.1.2.5. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICOS	56
4.1.3. DISEÑO DE MEZCLA	58
4.1.4. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS	60
4.1.5. PESO UNITARIO DEL CONCRETO.....	60

4.1.6. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO	61
4.1.7. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	65
4.1.8. ENSAYO DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO.....	66
4.1.9. PRUEBA DE POTENCIAL DE FISURACIÓN.....	70
4.1.10. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO DEL CONCRETO.....	72
4.2. DISCUSIONES.....	75
4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VIRUTAS DE ACERO	75
4.2.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES.....	75
4.2.3. DISEÑO DE MEZCLA	76
4.2.4. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS	78
4.2.5. PESO UNITARIO DEL CONCRETO.....	78
4.2.6. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO	78
4.2.7. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	79
4.2.8. ENSAYO DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO.....	80
4.2.9. POTENCIAL DE FISURACIÓN.....	80
4.2.10. ANÁLISIS COMPARATIVOS DEL COSTO UNITARIO DEL CONCRETO	83
V. CONCLUSIONES.....	86
VI. RECOMENDACIONES.....	87
VII. ANEXOS.....	91
ANEXO N°01: PRODUCCIÓN DE VIRUTAS DE ACERO	91
ANEXO N°02: ENSAYO DE LOS AGREGADOS	92
ANEXO N°03: DISEÑO DE MEZCLA $a/c=0.50$ – MUESTRA PATRÓN (34Kg/cm ²).....	100
ANEXO N°04: ENSAYOS AL CONCRETO.....	104
ANEXO N°04.1: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN.....	104
ANEXO N°04.2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	109
ANEXO N°04.3: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	114
ANEXO N°05: POTENCIAL DE FISURACIÓN.....	121
ANEXO N°06: FICHA TÉCNICA DE LAS VIRUTAS DE ACERO	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Pavimento Urbano en Villaguay - Argentina.....	1
Fig. 2 Fisuración Tipo Malla en la Av. Santa Cruz - Lima.....	2
fig. 3 Industria manufacturera – El Torno.....	3
fig. 4 Residuo del Torno - Virutas de Acero	3
fig. 5 Virutas de Acero en España.....	4
fig. 6 Gráfica de la Tasa de Evaporación	17
fig. 7 Efectos de Alabeo diurno y nocturno de un pavimento de concreto	22
fig. 8 Molde para prueba de potencial de fisura	34
fig. 9 Vista perfil del molde: Geometría de la contrahuella vertical	34
fig. 10 Vista en planta y elevación de la cámara de ensayo	35
fig. 11 Ejemplo de Medidor fisura	36
Fig. 12 Virutas Discontinuas.....	51
Fig. 13 Formas de Virutas de Acero	51
Fig. 14 Virutas Continuas.....	52
Fig. 15 Espesores de las Virutas de Acero	52
Fig. 16: Curva Granulométrica del Agregado Fino.....	53
Fig. 17: Curva Granulométrica del Agregado Grueso	54
Fig. 18: Peso Unitario del Concreto en diferentes porcentajes de Virutas de Acero	61
Fig. 19 Resistencia de la Tracción del concreto con diferentes longitudes de virutas	62
Fig. 20 Slump del concreto con virutas de 7 cm	62
Fig. 21: Rotura de Probeta con longitud de 7cm.....	62
Fig. 22 Resistencia a Tracción del concreto en diferentes porcentajes de virutas de acero	63
Fig. 23 Consistencia del concreto EG-2013.....	64
Fig. 24 Gráfica comparativa de la Resistencia a la tracción	65
Fig. 25 Gráfica Comparativa de la Resistencia a la Compresión.....	66
Fig. 26 Sección Transversal - Muestra con Resistencia Requerida	67
Fig. 27 Sección Transversal de la rotura de viga – Muestra Patrón.....	67
Fig. 28 Comparación de la Resistencia a la Flexión	69
Fig. 29 Ancho medio de fisuras del concreto con y sin adición de las fibras de acero.....	70
Fig. 30 Porcentaje de Reducción de fisuras de la muestra 1 y 2	70
Fig. 31 Resistencia a la Penetración del Concreto	71
Fig. 32 Ancho medio de fisuras del concreto con y sin adición de las virutas de acero	71
Fig. 33 Porcentaje de Reducción de fisuras de la muestra 3 y 4	71

Fig. 34 Calidad de la Mezcla respecto a su Resistencia - EG-2013.....	77
Fig. 35 Cámara de Ensayo para evaluar el Potencial de Fisuración.....	81
Fig. 36 Fisuración de la Muestra 3.....	81
Fig. 37 Fisura de 0.10 mm de la muestra con Virutas.....	81
Fig. 38 Método Empírico para el Ensayo de Penetración.....	82
Fig. 39 Comparación de Fisuras de las Muestras Respecto a su Área.....	82
Fig. 40 Análisis Comparativo del Costos Unitario del Concreto.....	84
Fig. 41 Porcentaje de los Costos Unitarios de las Muestras.....	84
Fig. 42 Torno.....	91
Fig. 43 Análisis Comparativo del Costos Unitario del Concreto.....	91
Fig. 44 Visita a la Empresa de Manufactura - Giron.....	91
Fig. 45 Fotos - Ensayos del Agregado Fino.....	95
Fig. 46 Fotos - Ensayos del Agregado Grueso.....	99
Fig. 47 Consistencia de la Muestra Patrón.....	115
Fig. 48 Consistencia del Concreto adicionando Virutas de Acero.....	115
Fig. 49 Ensayo a la Tracción - Rotura de Probeta de a Muestra Patrón.....	116
Fig. 50 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=8cm.....	116
Fig. 51 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=7cm.....	116
Fig. 52 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=6cm.....	117
Fig. 53 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=5cm.....	117
Fig. 54 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=4cm.....	117
Fig. 55 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta en Porcentajes diferentes.....	118
Fig. 56 Ensayo a la Tracción - Rotura de Probetas (Patrón, Fibra y Viruta).....	118
Fig. 57 Ensayo a la Compresión - Rotura de Probetas (Patrón, Fibra y Viruta).....	119
Fig. 58 Ensayo a la Flexión - Rotura de la Muestra Patrón $a/c=0.43$	119
Fig. 59 Ensayo a la Flexión - Rotura de la Muestra Patrón $a/c=0.50$	119
Fig. 60 Ensayo a la Flexión - Sección Transversal - Muestra Patrón $a/c=0.50$	120
Fig. 61 Ensayo a la Flexión - Rotura de Muestras (Patrón, Fibra y Viruta).....	120
Fig. 62 Cámara Ambientada para el Ensayo de Potencial de Fisuración.....	121
Fig. 63 Medición de las Condiciones Ambientadas para la Cámara de Ensayo.....	121
Fig. 64 Ensayo de Penetración - Método Empírico.....	122
Fig. 65 Ensayo de Penetración - Muestra 1.....	122
Fig. 66 Resistencia a la Penetración - Muestra 1.....	123
Fig. 67 Ensayo de Penetración - Muestra 2.....	123

Fig. 68 Resistencia a la Penetración - Muestra 2	124
Fig. 69 Ensayo de Penetración - Muestra 3.....	124
Fig. 70 Resistencia a la Penetración - Muestra 3	125
Fig. 71 Ensayo de Penetración - Muestra 4.....	125
Fig. 72 Resistencia a la Penetración - Muestra 4	126
Fig. 73 Fisuración dentro de la cámara de ensayo	126
Fig. 74 Medición de Fisuras en todo el paño	127
Fig. 75 Sección Transversal - Potencial de Fisuración	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Granulometría del Agregado Fino	53
Tabla 2: Granulometría del Agregado Grueso	54
Tabla 3: Contenido de Humedad de los Agregados	55
Tabla 4: Peso Específico del Agregado Fino	55
Tabla 5: Peso Específico del Agregado Grueso	56
Tabla 6: Absorción de los Agregados	56
Tabla 7: Peso Volumétrico del Agregado Fino	56
Tabla 8: Peso Volumétrico del Agregado Grueso.....	57
Tabla 9 Diseño de Mezcla – a/c=0.43	58
Tabla 10 Diseño de Mezcla – a/c=0.50	59
Tabla 11 Asentamiento del Concreto Adicionando Diferentes Longitudes de Virutas	60
Tabla 12 Asentamiento del Concreto en Diferentes Porcentajes de Virutas.....	60
Tabla 13: Ensayo a la Tracción Indirecta del Concreto en Diferentes Longitudes	61
Tabla 14: Resistencia a la Tracción de las Virutas de Acero en diferentes porcentajes	63
Tabla 15 Cuadro Comparativo de la Resistencia a la tracción.....	64
Tabla 16 Cuadro Comparativo de la Resistencia a la Compresión	65
Tabla 17 Módulo de Rotura - Resistencia Requerida	66
Tabla 18 Módulo de Rotura a los 28 – Diseño Patrón	67
Tabla 19 Ensayo a la Flexión de la Muestra Patrón	68
Tabla 20 Ensayo a la Flexión de la Muestra con SikaFiber CHO 80/60 NB	68
Tabla 21 Ensayo a la Flexión de la Muestra con Virutas	69
Tabla 22 Análisis de Costos Unitarios de la Extracción de la Viruta de Acero.....	72
Tabla 23 Análisis de Costos Unitario de un concreto simple para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$	73
Tabla 24 Análisis de Costos Unitario de un concreto con Virutas de Acero para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$	73
Tabla 25 Análisis de Costos Unitario de un concreto con SikaFiber CHO 80/60 para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$	74
Tabla 26 Cuadro Resumen - Costos Unitarios del concreto	74
Tabla 27: Cuadro Comparativo de los Ensayos del Agregado Fino	75
Tabla 28: Ensayos del Agregado Grueso	76
Tabla 29 Hoja de Campo - Ensayo de Penetración	82
Tabla 30 Hoja de Campo - Ensayo de Penetración	82
Tabla 31 Cuadro Resumen	85

I. INTRODUCCIÓN

El concreto ha estado presente desde los inicios del imperio Romano, debido a que es el material más resistente a la compresión y es el más versátil. Por esta razón el hombre, con el tiempo ha buscado perfeccionar las propiedades de este material; es por ello que en [1], se narra sobre la evolución del concreto hasta en la actualidad, comenzando que en 1824 Joseph Aspdin, patentó el cemento portland, en 1845 Lambot fabrica el primer concreto armado y en 1911 Graham fue el primero en utilizar las fibras para la adición en el concreto. Desde entonces, el cemento portland ha surgido claramente como el material más usado en la industria de la construcción, debido a que su utilidad se da en un variado campo de aplicación, como: carreteras, edificios, puentes, represas, canales, entre otras y esto se debe también, que a comparación de otros materiales es más durable.

Según [2], es por aquella razón que actualmente en la construcción de carreteras, los pavimentos de concreto son reconocidos como una solución vial debido a su larga vida útil con un mínimo de mantenimiento, por su resistencia, por ser ecológicamente amigables, por su seguridad vial y por resultar más económica a lo largo del tiempo a comparación de los pavimentos asfálticos.

Sin embargo, de acuerdo con Becker [3], llama la atención que un material tan utilizado sea al mismo tiempo desconocido desde el punto de vista de sus propiedades reales, es decir, desconocimiento de las propiedades del concreto en su evolución con el tiempo y con el medio ambiente (clima). Teniendo una de las consecuencias principales, el riesgo de deterioro temprano de las estructuras, que son las fisuras no previstas en el diseño, la cual se puede llamar fisuras no controladas. Mayormente este tipo de deterioro se da en pavimento de concreto debido a que estas estructuras, sufren cambios durante su evolución y está más expuesta al medio ambiente. En la figura 1 se puede apreciar la fisuración por contracción y el alabeo que se da en pavimento rígido urbano, localizado en Villaguay - Argentina.

Fig. 1 Pavimento Urbano en Villaguay - Argentina



Tomado de: <https://bit.ly/2XRuSXm>

Según [4], la aparición de fisuras puede ser originado por factores como: el clima, el de los agregados, la temperatura del concreto, la temperatura ambiente, entre otros. Existen diferentes tipos de clasificación respecto a las fisuras en el concreto, y muchas investigaciones dan como principal causante de fisuras a los cambios volumétricos que puede sufrir el concreto, que con el tiempo estas fisuras pueden perjudicar a la durabilidad de este tipo de pavimentos.

En nuestro Perú, se caracteriza por tener una geografía variada; y el desconocimiento de este problema también se da acá; debido a que varios desconocen el efecto del clima hacia los pavimentos de concreto. De acuerdo con Castillo y Romero [5] en algunos casos las fisuras son aisladas, es decir, estas fisuras se pueden originar debido a la contracción del concreto en estado fresco, y con el tiempo estas se interconectan, formando así una fisuración tipo malla, como se muestra en la figura 2.

Fig. 2 Fisuración Tipo Malla en la Av. Santa Cruz - Lima



Tomado por: Castillo Renán y Romero Gil

En los pavimentos de concreto del departamento de Lambayeque, también se puede apreciar el problema de fisuración en varios paños de concreto, y un ejemplo muy común es el de la avenida Chiclayo, la cual muy aparte de las fisuras, se aprecian las grietas y todas las fallas que se pueden presentar en un pavimento de concreto. Por aquella razón, conforme al comentario de Quispe y De La Cruz [6], un profesional de ingeniería debe tomar conciencia del rol determinante del concreto en el desarrollo nacional, considerando aspectos técnico inherentes del mismo, con el fin de que este tome vigencia en el tiempo que se espera.

Según [7], para mitigar este problema, se ha adecuado el uso de las fibras con el beneficio de incrementar la durabilidad, la reducción de esfuerzos tradicionales y la reducción a la mano de obra. Debido a que el concreto al momento que soporta esfuerzos a tracción provocado por contracciones que se le pueden presentar, estas las transmiten a las fibras produciendo así las microfisuras y así controlar la fisuración.

Sin embargo, según [8], los ensayos realizados del concreto con adición de fibras, demuestran que estas sí presentan una buena resistencia y durabilidad, pero, el uso de las fibras aún está limitado debido a que estas incrementan el costo.

Por otro lado, la variedad de actividades industriales ocasiona residuos; uno de estos residuos son las virutas de acero, provenientes de las industrias de manufacturación producido por el mecanizado del torno; la cual, en la ciudad de Chiclayo, estas industrias, botan este desperdicio y en algunos casos terminan vendiéndolo a un reciclador. Al apreciar este residuo la cual tiene un diámetro constante, pero longitudes diferentes. Se propone en este proyecto emplearlo como si fuera una fibra para prevenir la contracción plástica del concreto. Realizando así, ensayos a la compresión, tracción, flexión y el ensayo por contracción plástica del concreto simple para una resistencia de rotura de 34 Kg/cm², que es la resistencia mínima que se requiere para un pavimento rígido urbano.

fig. 4 Residuo del Torno - Virutas de Acero



Fuente: Propia

fig. 3 Industria manufacturera – El Torno



Fuente: Propia

Analizando la situación problemática planteada y teniendo en cuenta el tema del reciclaje del acero en las industrias de manufacturación; podemos relacionar las virutas de acero como una fibra en el concreto para controlar las fisuras que se dan por contracción plástica; de este modo la formulación del problema para esta investigación es:

¿La incorporación de las virutas de acero obtenidas de los residuos del torno, podrán controlar las fisuras por contracción plásticas y las propiedades mecánicas en pavimentos de concreto simple con un módulo de rotura de 34Kg/cm²?

Evaluando desde el punto de vista económico, se sabe que el uso de las fibras, a pesar de que presentan grandes aportes en las propiedades del concreto y mejoran la durabilidad, presentan una desventaja que es el aumentar el costo del diseño de un pavimento. En cambio, la adición de virutas de acero, puede generar menos costos en la adición del concreto, debido a que es un residuo de las industrias de manufactura y ofrecer similares resultados a comparación de la adición de las fibras industriales.

Sabemos también, que nuestra ciudad de Chiclayo, cuenta con temperaturas elevadas y fuertes vientos; por ende, estas condiciones ambientales afectan en el proceso de fraguado del concreto originando los cambios volumétricos como, la fisuración por contracción plástica, que con el tiempo esta puede ser perjudicial en la durabilidad del pavimento. Es por eso que el empleo de las virutas de acero pretende mitigar estas fisuras ocurridas en las primeras horas del colocado del concreto y también mejorar sus propiedades, ya que se sabe que el concreto simple se caracteriza por tener una buena resistencia a la compresión, pero es muy débil ante esfuerzos a la tracción; y resulta inadecuado para estructuras que trabajen a la flexión o tracción como es el caso de una losa de pavimento rígido.

Desde un punto de vista de ambiental, indirectamente la reutilización de este residuo como una fibra en el concreto estaría aportando al medio ambiente. Según [9], todo material que está fabricado de acero necesita un adecuado reciclaje, para así reducir en un 70% el consumo de energía y evitar la extracción y transporte de nuevas materias primas (hierro y carbón), es más, por cada tonelada de acero usado se está reciclando una tonelada y media de mineral de hierro y quinientos kilogramos de carbón, debido a que este último se emplea para realizar el coque siderúrgico, la cual es el combustible que se utiliza para la fabricación de este metal. Cabe recalcar que, en España, las industrias de manufacturas es la segunda que genera mayor parte de los residuos [10]. En la figura 5 se aprecia las virutas de acero reciclado en España. En Perú en cambio, las industrias de manufactura que trabajan con torno son muchas. En Chiclayo, la cantidad de virutas de acero que fabrica cada industria es relativa; porque esta depende del trabajo que se les presente; la industria de manufactura Giron, la cual es la empresa que me otorgó las virutas de acero, aproxima que recolecta entre unos 100 – 200 kilogramos por mes y se obtiene un aproximado entre 1-1.5 Tn por año de tan solo una empresa, si sacamos la cuenta de las varias industrias que trabajan con torno es bastante; valga la redundancia la obtención de este residuo es relativa.

fig. 5 *Virutas de Acero en España*



Tomado de: RECEMSA

En el aspecto social, se justifica que el empleo de estas virutas, favorecerá económicamente a todas aquellas empresas que ofrezcan servicio de torno, debido que tendrán un ingreso más por tan solo el residuo que ellos generan. De igual manera, se tendrá trabajos para aquellos ciudadanos desempleados, en la cual dicho trabajo consistirá en cortar las virutas de acero en su longitud optima.

Hoy en día los pavimentos de concreto son reconocidos como una solución vial en nuestra ciudad, ya que son ideales con respecto a la durabilidad a comparación de otros materiales y resulta más económico a lo largo del tiempo y no requiere un mantenimiento casi constante. En el Perú este punto es muy importante, debido a la política de mantenimiento de nuestras vías, los pavimentos asfálticos presentan fallas en poco tiempo. Por esta razón se debe diseñar un pavimento de concreto que sea bueno estructuralmente y económicamente barato. Es por eso que en el desarrollo de mi investigación se pretendió que la incorporación de este residuo, pretenda tener estas dos cosas al ser incorporado en la fabricación del concreto simple para pavimentos urbanos.

Finalmente, para el desarrollo de este proyecto, se tuvo que plantear una serie de objetivos, en el que permitió responder a las interrogantes propuestas en la formulación del problema.

- **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la influencia de las virutas de acero en el control de la fisuración asociada a la contracción plástica en pavimentos de concreto simple para un módulo de rotura de 34 kg/cm² en la provincia de Chiclayo, Lambayeque 2019.

- **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Describir las diferentes características de las virutas de acero.
- ✓ Determinar mediante el ensayo a tracción indirecta una longitud optima de la viruta de acero, con una adición de 1% del peso del cemento.
- ✓ Determinar con la longitud optima y mediante el ensayo a tracción indirecta con adición de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% del peso del cemento, un porcentaje óptimo de las virutas de acero adicionadas en el concreto.
- ✓ Analizar el peso unitario del concreto con la longitud optima y en porcentajes de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% del peso del cemento.
- ✓ Determinar el diseño de mezcla, con una relación agua-cemento de 0.50, para un módulo de rotura de 34 Kg/cm².

- ✓ Determinar el comportamiento del concreto con la longitud y porcentaje optimo, mediante los ensayos de compresión, tracción y flexión.
- ✓ Realizar ensayos de compresión, tracción y flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, de un concreto normal y la de un concreto con adición de la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB.
- ✓ Comparar mediante cuadros y gráficas comparativas, las propiedades mecánicas y los costos de un concreto con virutas de acero, la de un concreto sin ninguna adición y la de un concreto con la adición de la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En la actualidad, existen varios estudios relacionados con diferentes adiciones para controlar la fisuración por contracción plástica del concreto, entre ellos tenemos:

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **S. Choi, J. Park y W. Jung. “A Study On The Shrinkage Control Of Fiber Reinforced Concrete Pavement”, *ScienceDirect*, vol.14, pp.2815-2822, 2011.**

Este artículo [11], radica de que tan importante son los pavimento de concreto en la actualidad, debido a que ofrece una vida útil a largo plazo y resulta ser más económico a comparación de un pavimento flexible. Sin embargo, la reparación adecuada del pavimento de concreto es más difícil y caro a comparación de los pavimentos de asfalto.

Se detalla que el agrietamiento del concreto es la causa principal de las reparaciones de las carreteras. La cual esto involucra a la urgencia de tecnologías seguras para el control de principios y largos plazos del agrietamiento. Debido a que la durabilidad de este tipo de pavimento es perjudicada debido al agrietamiento por contracción plástica, el agrietamiento ambiental causado por cambios térmicos en la parte superior del pavimento, la contracción por secado y las grietas causadas por el proceso a largo plazo de la reacción álcali-sílice. Es por ello, que este artículo tiene como objetivo el control de las grietas por contracción plástica, para así mejorar la durabilidad en los pavimentos de concreto.

Este estudio presenta la evaluación de la contracción por secado reforzado con el fin de controlar el daño del pavimento mediante el refuerzo de fibras. En el que se presenta tres tipos de macrofibras con longitudes superiores a 30mm con relación de aspectos pequeños junto con microfibras de nylon con una longitud de 12mm. Se realizó el refuerzo con un solo tipo de fibra con un refuerzo híbrido con micro y macro fibras, con un diseño de mezcla de 0.2 a 0.3% del volumen del concreto

En este artículo se realiza la variación de la longitud de contracción en los días: 1, 7, 14, 28 y 56 días. Concluyendo que el muestreo S-N2-00 (empleando la microfibra nylon con una dosificación de 0.2% del volumen del concreto) ofrece un notable efecto de control de la contracción por secado que se da en el concreto.

- **Sadiqul Islam y Sristi Das Gupta (2016), en su artículo: “Evaluating Plastic Shrinkage And Permeability Of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete” de la revista International Journal of Sustainable Built Environment.**

Este artículo [12], tiene como objetivo la reducción de propagación de las grietas y la determinación de la permeabilidad de un concreto reforzado con fibras de polipropileno. En este estudio se evaluó la contracción plástica y la permeabilidad del concreto reforzado con fibras de polipropileno en diversas proporciones de 0.10%, 0.15%, 0.20%, 0.25% y 0.30% en volumen del concreto.

Para la prueba de contracción se realizó mediante la norma ASTM C490, en el que se prepararon tres tipos de concretos reforzado con fibras en diferentes porcentajes. La losa se preparó en un molde 500 x 250 x 75mm, en el que se colocó una lámina delgada de polietileno sobre la base para eliminar la fricción entre el concreto y la base. Después de la realización de mezcla, se vertió el concreto en el molde. En el que se tuvo que ensayar a una temperatura constante de $35 \pm 1^\circ\text{C}$, a una humedad relativa de 60% en una cámara de control. Posteriormente las losas fueron revisadas de manera visual para detectar algún agrietamiento posible, por aquella razón se tuvo que capturar cada 30 minutos. Estos especímenes se mantuvieron durante 24 horas hasta el momento de la aparición de la primera grieta.

Para la prueba de permeabilidad, se tuvo que evaluar la incorporación de líquidos y gases consecuentemente hasta un posible deterioro del concreto. Este ensayo se basó bajo la norma EN 12390-08. En el que se utilizó una muestra de cubo de 150 mm y donde la muestra para la probada para dicha permeabilidad se curó durante 28 días contadas desde el inicio del vaciado. El aparato para la prueba de presión de agua de 500 ± 50 KPa se aplicó durante 48 ± 2 horas. Posteriormente se retira el espécimen del aparato de prueba y se divide por la mitad y en la medida que se puede observar la penetración del agua que fue aplicada se marca el máximo registro de la profundidad de penetración bajo el área de prueba al milímetro más cercano; utilizando los datos de prueba de la permeabilidad del agua se mide el coeficiente. Para medir el coeficiente de permeabilidad se aplicó la ley de Darcy debido a que este flujo es continuo: $K = \frac{Q X}{Ah}$, donde el Q es el caudal volumétrico dado, el A es el área de la sección transversal de la muestra, h es la altura de la cabeza del agua dada y X es el espesor del espécimen en la dirección del flujo.

Al realizar estos dos ensayos, los autores concluyen que la incorporación de la fibra de polipropileno a un 0.1% es más beneficioso a comparación de los otros porcentajes ya que tan

solo reduce el 2% de la resistencia a la compresión. Aumenta el 39% de la resistencia a la tracción y reduce la contracción de grietas en un 50 %.

- **G. Gonzáles, “Análisis de la efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y un aditivo compensador”, tesis de grado para Magister en Construcción, Unv. Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, 2017**

La presente investigación [13], da a conocer el concepto de retracción en el concreto y como este ha tomado relevancia en el área de la construcción, debido a que esta compromete la estabilidad estructural de un elemento, en la cual, en el país de Colombia, existe muy poca tecnología para medirla y entender cómo actúa este problema en las estructuras de concreto. Es por eso que se plantea como objetivo analizar el comportamiento del fenómeno de retracción en concreto, adicionándole cenizas volantes y un aditivo compensador en el diseño de mezcla.

Para aquello plantea su metodología con la finalidad de identificar el comportamiento del fenómeno de retracción en cuatro diseños de mezcla y con relaciones agua - cemento de 0.40 y 0.50; de las cuales cada una tenía dos tipos de mezcla: la mezcla 1 la cuál era 100% cemento y sin adición de cenizas ni el aditivo y la mezcla 2 en un porcentaje de 70% cemento, 30% cenizas volante e inclusión del 1% aditivo compensador (Eucocomp100). Utilizando así tres ensayos para identificar el fenómeno de la retracción plástica en cada uno de sus diseños y estos son:

- ✓ La primera, determinación de la edad del agrietamiento y la tensión inducidas por tensiones características del concreto bajo contracción restringida; utilizando así la norma ASTM C1581M.
- ✓ La segunda, el método de prueba para el cambio de longitudes de hormigón endurecido; utilizando la norma CSA A23.2-21C.
- ✓ La tercera, utilizando el método de estándar para la evaluación de agrietamiento debido a la contracción plástica, según la norma NTC 673.

Concluyendo así, que en el ensayo ASTM C1581M, la mezcla 2 (70% cemento+ 30% cenizas volantes+ aditivo), toleró una mayor contracción; en el ensayo CSA A23.2-21C, la mezcla 2 fue la que tuvo mayor contracción y finalmente en el ensayo NTC 673, la mezcla 2 se obtuvo un espesor promedio cuyo agrietamiento era mayor.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

- **H. Rojas, “*Concreto reforzado con fibras natural de origen animal (plumas de ave)*”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil, Fac. de Ingeniería Civil, Unv. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2009**

El autor mediante esta investigación pretende aprovechar las plumas de aves y mitigar el problema por contracción plástica del concreto; es por esto que tiene como objetivo, desarrollar un concreto con un $f'c=175$ kg/cm² adicionándole las plumas de ave en reemplazo de las fibras sintéticas para así reducir la fisuración en losas. Y proporcionar así una alternativa económica más accesible por su bajo costo.

Cabe recalcar, que el aprovechamiento de las fibras naturales (plumas de aves) constituye un aspecto importante a nivel local y nacional ya que esto representa un beneficio económico, debido a su bajo costo y a su vez ayuda a la preservación de los recursos naturales.

La metodología de su investigación con respecto a la contracción plástica del concreto lo realizó según la norma ASTM C1579, la cual tuvo que realizar un molde de 40 x 70 cm y espesor de 5 cm, colocándole dos reflectores y un ventilador, cuya finalidad de estos era de tener una similitud con respecto a la temperatura que tenía que estar en un rango de 21 ± 2 °C y tener una velocidad de viento de 24 km/hr. A aquel molde se le añadió las mezclas del concreto con una dosis de 300, 500 y 900 gr/m³. Concluyendo así, que el uso de fibras de animal (plumas de ave), permite controlar la formación de fisuras en 49, 62 y 75% para dosis de 300, 500 y 900 gr/m³.

- **A. Castagne, “*Es conveniente reforzar el concreto con virutas de cuero, en Lima*”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil, Fac. de Ingeniería Civil, Unv. Ricardo Palma, Lima, Perú, 2013**

Esta investigación [14], comenta que el uso de las industrias de aditivo y fibras sintéticas, tienen tiempo en el mercado, aportando así el mejoramiento en la resistencia al desgaste, la durabilidad del concreto e inhiben las fisuras por contracción plástica del concreto; pero la aplicación comercial aún está limitada debido a que estas fibras incrementan el costo. Es por ello que nace su idea de utilizar una fibra natural que podría ser barato y que no tenga un impacto ambiental, la cual es las virutas de cuero que se obtienen en las curtiembres productos del proceso de rebajado de piel de los animales vacunos (vacas).

Por esta razón se plantea como objetivo la evaluación del concreto adicionándole virutas de cuero para reducir la fisuración en losas.

Su metodología, se basó en diseños de mezclas de 210 kg/cm² y 280 kg/cm² con una dosis de 900 gr/m³ de virutas de cuero. Respecto al ensayo de fisuración por contracción plástica, lo realizó mediante un molde de 45 x 75 cm y con espesor de 5cm. En el molde se le adicionó la mezcla de concreto cuya temperatura tenía que oscilar en 21 ± 2 °C y para realizar esto tuvo que colocar dos reflectores que le dieran una temperatura similar, también se le adicionó un ventilador de alta velocidad capaz de generar 24 Km/hr sobre la superficie de la losa.

Concluyendo que para un $f'c=210$ kg/cm², inhibe la fisuración por contracción plástica en un 51% y para un $f'c=280$ kg/cm², inhibe un 79% la contracción plástica del concreto. También concluye que la fibra de origen animal, resulto más económica que una fibra sintética.

Cabe recalcar una recomendación importante de los autores, que trata sobre la trabajabilidad del concreto, el cual a mayor dosis de fibra de cuero se necesita un plastificante.

- **W. de la Cruz y W. Quispe, “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil, Fac. de Ingeniería de Minas - Civil, Unv. Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Perú, 2014**

La presente tesis [6], tiene como objetivo de investigación, determinar la influencia de la adición de fibras de acero en pavimentos rígidos en pistas de Huamanga – Ayacucho; cuya idea nace, debido a la adición de barras que se emplea en pavimentos de concreto para contrarrestar el agrietamiento por alteraciones volumétricas y a la deficiencia que presenta el concreto en su resistencia a la flexión; es por ello que nace su idea de conocer alternativas a fin de optimizar en los diseños de pavimentos rígidos, planteando como alternativa de solución la implementación de fibras de acero.

Para esta investigación se realizó una comparación de un concreto normal versus un concreto con fibras de acero. En el cual, en el análisis de las propiedades del concreto endurecido, se realizó mediante los ensayos por flexión y compresión, dando conocer que estas fibras no tienen mucha influencia en el aumento del $f'c$. Y con respecto a las propiedades del concreto en estado fresco, las fibras de acero reducen la trabajabilidad y el asentamiento de la muestra.

Los autores concluyen, que las fibras de acero le brindan un refuerzo a la losa de concreto en todas las direcciones, lo que garantiza un control eficaz de la fisuración e incremento de la capacidad de carga gracias a una mejor distribución de las tensiones.

- **A. Sotil y J. Zegarra, “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Winrad FF3 y concreto reforzado con fibras de acero Winrad FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil, Fac. de Ingeniería, Unv. Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2015.**

Esta investigación [7], su objetivo era comparar en forma analítica las propiedades de concreto sin refuerzo respecto al concreto reforzado con fibras de acero winrand FF3 y la fibra de acero winrand FF4, para aquello se realizó el diseño de mezcla mediante el método de Fuller para un concreto $f'c=280$ kg/cm², la cual se utilizó probetas cilíndricas para determinar la resistencia a la compresión y tracción, vigas normalizadas para determinar la resistencia a la flexión y también se realizó el ensayo de tenacidad del concreto.

Concluyendo mediante su ensayo a tracción una posible hipótesis, de que esta fibra de acero es una alternativa preventiva para controlar la fisuración por contracción plástica y endurecida del concreto.

Así también, que para cargas con ciclos altos y de mayor magnitud de preferencia se debe utilizar las fibras winrrad FF4, debido a que proporcionan un mejor comportamiento a la flexión del concreto, caso contrario de que si las cargas fueran estáticas y si se busca tener una mejor densificación de la mezcla de preferencia que se utilice el winrrar FF3.

Finalmente se concluye que para pavimentos rígidos se recomienda utilizar la fibra winrrad FF4 y para losas industriales la fibra winrrad FF3. Debido a que los pavimentos tienden a estar más en contacto con la intemperie a comparación de las losas industriales, de igual manera que los pavimentos tienen a presentar desgaste debido al tránsito.

2.1.3. ANTECEDENTES REGIONALES

- **J. Cuichap, “Uso de fibras de Envases Plásticos PET como refuerzo para el control de Fisuras del Concreto Simple”, tesis para optar el título profesional de Ingeniería Civil Ambiental, Fac. de Ingeniería, Unv. Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú, 2015.**

En la presente investigación [4], tiene como objetivo evaluar el uso de las fibras extraídas de envases plásticos (PET) como refuerzo para el control de fisuras en el concreto simple. Por la cual, primero se identificó las propiedades extraídas de los envases plásticos, para poder ser incorporadas en el concreto. Posteriormente se cortó las fibras de plástico en diferentes longitudes (30mm, 40mm, 50mm, 60mm y 70mm) con un espesor de 1.5mm a 2mm y mediante el ensayo a tracción indirecta (ensayo brasilero), se determinó que la longitud óptima de esta

fibra era de 60mm. Una vez encontrada la longitud óptima se procedió a incorporar la fibra en diferentes porcentajes (0.30%, 0.60%, 0.90%, 1.20% y 1.50%) de acuerdo al peso del cemento. Se apreció que los porcentajes de 0.9% y 1.5% son aquellos que ofrecen una mejor resistencia a la tracción del concreto pero el porcentaje 1.5% ofrece menor resistencia a la compresión del concreto y con esto se determinó que la dosificación de la fibra, que es de 60 mm de longitud con 0.90% del peso del cemento.

Finalmente se realizó el ensayo de potencial de fisuración cuya conclusión es que la adición de la fibra de plástico PET reduce en un 67% el porcentaje de fisuras en la muestra del concreto producidas por contracción plástica y contracción por secado. El cual, también realizó una comparación de la fibra Sika Fiber PP65 cuya adición que se le incorporó al concreto redujo un 82% de las fisuras.

Concluyendo de esta manera que las fibras de plástico PET de longitud de 60 mm y con un porcentaje de 0.9% es conveniente utilizarlo, debido a que esta mejora las propiedades del concreto y a la vez reduce las fisuras por contracción plástica.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

2.2.1. EL CONCRETO

Según [15], el concreto es la mezcla de materiales cementantes (cemento portland hidráulico), materiales de rellenos (agregado fino y grueso), agua, aire y en algunas veces aditivos o fibras, que al endurecerse se forma una piedra artificial que es capaz de soportar grandes cargas (esfuerzos de compresión).

El uso del concreto ha estado presente desde la época romana y con el tiempo se ha convertido en el material más usado en la industria de la construcción, debido a su fácil maleabilidad que le permiten adaptarse a una gran cantidad de formas que lo hacen más versátil. Esta versatilidad permite que se utilice en todo tipo de formas estructurales, ya sea en carreteras, edificios, puentes, presas hidráulicas, canales, entre otras.

Se sabe que el concreto se caracteriza por ser el material que soporta grandes esfuerzos a la compresión, pero es muy deficiente a esfuerzos de tracción y flexión. Es por eso que el hombre con el transcurrir del tiempo ha buscado mejorar sus propiedades, por aquella razón nace la incorporación intencional de nuevas adiciones, como: las barras de acero, los aditivos, las fibras sintéticas y las fibras naturales.

De acuerdo con [16] el concreto de cemento portland es el material más versátil y el más usado en nuestro país. Por ello constituye un permanente desafío para el ingeniero responsable en la selección de las propiedades de los materiales que integran la unidad cubica del concreto. La calidad final del concreto depende básicamente de dos factores muy importante, del conocimiento de los materiales que lo constituyen y del conocimiento del profesional. Por aquella razón se tienen los siguientes aspectos para el diseño del concreto: el ambiente (zona donde se va a realizar la mezcla), los materiales (agregados, cemento y agua), ensayo de los materiales, el diseño de mezcla, proceso de mezclado en obra, el control de calidad.

2.2.2. COMPONENTES DEL CONCRETO

Los componentes o materiales que se tomarán para poder realizar el concreto tomará cierta rigurosidad en la elección de estos materiales y esto se debe a que en todo país existe una normativa y en el caso de Perú la elección y supervisión de los materiales tiene que cumplir los requisitos del Reglamento Nacional de edificaciones en todo tipo de obra.

a. Cemento:

El cemento es a aquel producto que amasado con agua empieza a fraguar y endurecen en un determinado tiempo, formando un nuevo compuesto resultante de reacciones de hidratación que son estables tanto al aire como sumergidos en agua [17].

Según [18], cuando hablamos de material cementante, es aquel que tiene propiedades de adhesión y cohesión, las cuales son necesarias para unir agregados inertes y conformar una masa sólida que tenga resistencia y durabilidad. La cual, para la fabricación de elementos estructurales se emplea el cemento hidráulico. Y para completar el proceso químico del cemento hidráulico, se requiere agua, con la finalidad de que el polvo de cemento fragüe y endurezca para convertirse en una masa sólida. Cabe recalcar que de los diferentes cementos hidráulicos el más común que empleamos para las edificaciones es el cemento portland.

El cemento portland es el componente más importante del concreto pues las propiedades del concreto dependen de las características de los componentes del cemento, el cual se encuentra dentro del grupo de los Aglomerados Hidráulicos por ser un componente que endurece al estar en contacto con el agua. El cemento empleado en la fabricación de concreto debe cumplir con los requisitos de la norma, es decir, el cemento para la fabricación de concreto deberá cumplir con la norma NTP 334.009 para cemento portland tipo I, II o III y con la norma NTP 334.09 para cemento portland puzolánicos tipo IP o IPM [16].

b. Agregados

Para concretos estructurales que son comunes, los agregados ocupan un 70% – 75% del volumen de toda la masa endurecida. El resto del volumen está conformado por la pasta del cemento endurecido (cemento, agua y aire). Mientras más denso pueda empaquetarse el agregado, mejor será el refuerzo, la economía del concreto y la resistencia en la intemperie, por aquella razón resulta la importancia del tamaño de las partículas de los agregados, con la finalidad de tener un concreto más compacto [18].

De acuerdo con [19], la calidad de los agregados es de suma importancia, debido a que ocupa aproximadamente las tres cuartas partes del concreto; el cual no tan solo puede limitar a la resistencia del concreto, sino también pueden afectar enormemente su desempeño y durabilidad. Es decir, agregados cuyas propiedades son satisfactorias hará siempre un buen concreto, siempre y cuando se tenga un control de calidad. Los agregados incorporados en el diseño de mezcla en el concreto, son el agregado fino y el agregado grueso.

- **Agregado Fino**

Para [1], el agregado fino es aquel, que proviene de la desintegración ya sea natural o artificial de las rocas; que pasas por el tamiz 3/8" y la cual cumple con los límites de acuerdo con la Norma NTP 400.037. Este tipo de agregado puede consistir en arena natural o manufacturada, o ya sea la combinación de las dos. Debemos tener en cuenta para el diseño de mezcla, el módulo de fineza de este agregado debe estar en los límites de 2.35 y -3.15 para la aceptación del material.

- **Agregado Grueso**

El agregado grueso, es aquel material que es retenido por la malla N°04 y cumple los límites establecidos, de acuerdo con la norma 400.037. Este agregado puede consistir, ya sea de grava natural, triturada, piedra partida, agregados metálicos naturales o artificiales. Este material tiene que estar conformado por partículas limpias y de perfil preferente angular o semi angular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa [1].

c. Agua

El agua que se presenta en el diseño de mezcla del concreto reacciona químicamente con el material cementante para lograr así la formación del gel. Este va a facilitar una adecuada manipulación y colocación del concreto cuando esté en el estado fresco. Por ende, también se convierte en un producto que brindara propiedades y características deseadas, cuando el concreto está en el estado endurecido [16].

De acuerdo con Sánchez [15], no toda agua, que son aptas para beber son convenientes para el mezclado del concreto; al igual que no toda agua que no son aptas para beber son inadecuadas para la preparación del concreto. Por aquella razón al momento de realizar la preparación y curado del concreto se debe cumplir con la NTP 339.088 y debe ser de preferencia agua potable, caso contrario se realizará estudio en el laboratorio para comprobar si son aptas o no.

2.2.3. CAMBIOS VOLUMETRICOS DEL CONCRETO

Para [20], uno de los aspectos más importantes del comportamiento del concreto son los cambios volumétricos cuyo efecto producen una gran variedad de problemas, que principalmente están asociados a las fisuraciones y deformaciones.

Según [4], los cambios volumétricos, constituyen uno de los aspectos más importantes en la tecnología del concreto, empezando del diseño de mezcla del concreto, su producción, colocación y curado; de igual manera de un punto de vista estructural, debido a que sus efectos dan productos a las contracciones que ocasionan una gran variedad de problemas, asociados principalmente a fisuraciones, grietas y deformaciones que algunas veces son objetables desde un punto de vista estético, al igual que pueden ocasionar la pérdida de capacidad portante o alteraciones de las condiciones de uso y eficiencia de las estructuras.

Sabemos que el concreto es muy resistente a esfuerzos de compresión, pero su capacidad de tolerar esfuerzos a tracción es relativamente baja. Por aquella razón los movimientos que experimenta el concreto se manifiesta mediante dos tipos de deformaciones: intrínsecas (contracción del concreto, dilatación del concreto y expansión de materiales embebidos) y extrínsecas (deformaciones impuestas y pérdida de masa); la cual puede desarrollar las microfisuras, fisuras y grietas [15].

2.2.3.1. CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN ESTADO PLÁSTICO

El cambio volumétrico del concreto en estado plástico, puede a ver sido afectado por la contracción o dilatación que experimenta este material, en etapas de vaciado, fraguado o en las heladas tempranas [16].

Este fenómeno ocurre durante las primeras 24 horas, en donde el concreto puede sufrir cambios de volumen y formación de fisuras en el concreto endurecido. Este fenómeno tiende a ocurrirse en aquellos concretos que tienen una relación agua – cemento muy baja.

Existe una relación entre la evaporación y la aparición de fisuras en la superficie del concreto, mayormente estas se dan debido al asentamiento o contracción plástica.

Por aquella razón, la asociación nacional de concreto preparado [21], comenta que las condiciones que generan las fisuras por contracción plástica, es debido a altas tasas de evaporación en la superficie de concreto, en la cual son generados por:

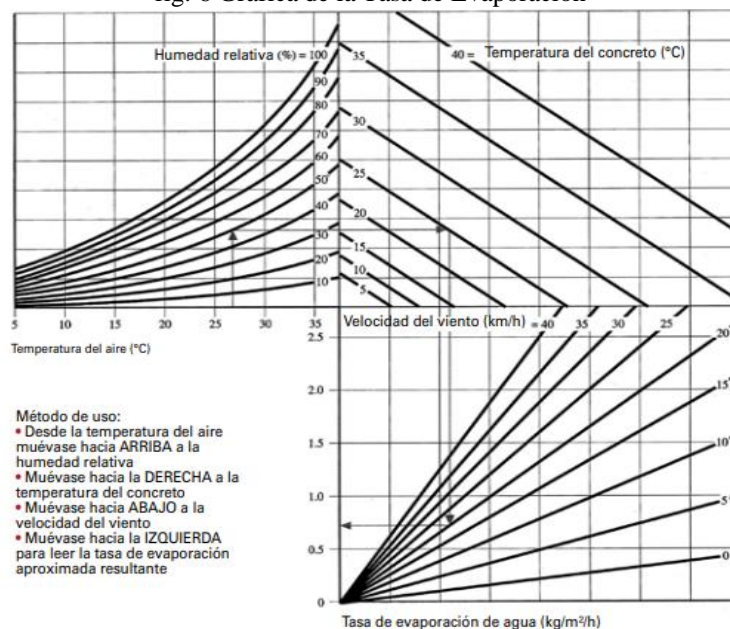
- ✓ Una velocidad del viento superior a 5 m/h
- ✓ Baja humedad relativa en la zona
- ✓ Altas temperaturas ambientales del concreto

En el que cualquiera de estos cambios, puede variar la tasa o velocidad de evaporación. El ACI 305R-99 aporta una gráfica en el que se estima la tasa de evaporación para cualquier combinación de condiciones del sitio, con el fin de prevenir cuando se requiere el uso de fibras o aditivos para poder controlar la contracción plástica del concreto.

El ACI 305 recomienda que la tasa de evaporación mínima para que no ocurra la fisuración por contracción plástica es de 1 kg/m².h; pasado este valor se va a requerir el empleo de un aditivo o fibra para el control de las fisuras por contracción plástica.

Para la determinación de esta gráfica se debe empezar con la temperatura del aire, seguida de la humedad relativa, hasta llegar a la temperatura de concreto fabricado, posteriormente la flecha se baja de acuerdo a la velocidad del viento y finalmente la flecha se dibuja hacia la izquierda, obteniendo así la tasa de evaporación del concreto.

fig. 6 Gráfica de la Tasa de Evaporación



Tomado de: ACI 308R-99

2.2.3.1.1. Fisuración Plástica

Las micro fisuras y fisuras plásticas se caracterizan, debido a que presentan dos fenómenos como son:

a) Asentamiento Plástico

Según [16], después de que los sólidos han sido colocados y compactados, estos tienden a asentarse debido a la gravedad, desplazando los elementos menos densos como el agua y el aire; donde el agua se aparece en la superficie y los sólidos asentados continúan hasta endurecerse.

De acuerdo con [22], el asentamiento plástico es un fenómeno que experimenta el concreto cuando se produce la exudación o sangrado, en las primeras tres horas, variando un poco este plazo con la temperatura. La exudación es un fenómeno inherente al concreto que no puede ser eliminado. En tiempo húmedo, frío y sin viento el agua exudada se ve en la superficie, mientras que, en tiempo caluroso, seco y con viento, el agua exudada se evapora de la superficie más rápidamente de lo que el agua de reposición acude a ella. La exudación puede reducirse a través de, menor cantidad de cemento, adiciones en el cemento o al concreto de finura comparable a la del cemento, reducida relación agua cemento y un control riguroso del tipo y calidad si es que se usa aditivos retardadores.

b) Contracción Plástica

Los cambios volumétricos que presenta el concreto, mayormente se da en superficies horizontales cuando el concreto esta aún fresco; generando así las micro fisuras y fisuras en la superficie del concreto.

La fisuración por contracción plástica ocurre en las dos o cuatro primeras horas después del vaciado. Estas fisuras generalmente son de espesor que oscilan entre 0.2 mm y 0.4 mm, cuya profundidad es menor que 30 mm; pero cuando aumenta el diferencial de capa superficial con la relación masa interna del concreto, estas fisuras pueden incrementar su profundidad de manera muy considerable.

De acuerdo con [16], este tipo de fisuras ocurre cuando el agua se evapora de la superficie con mayor rapidez que con la que puede aparecer en la superficie durante el proceso de exudación. Esto origina un desecamiento de la capa superficial del concreto, acompañada de

una rápida contracción por secado (lo cual activa las fuerzas capilares en el agua de los poros del concreto) y el desarrollo de esfuerzos de tensión en la superficie que generan la formación de fisuras.

Según [22], este fenómeno se produce entre las seis primeras horas a partir de la colocación del concreto, y sus daños son frecuentes en elementos superficiales como pavimentos, losas, muros, etc. Se produce especialmente cuando la evaporación del agua exudada es más rápida que la velocidad de acudida del agua de la masa interna de la superficie, frenada por acción capilar en los poros del concreto. Situación típica en el concreto en climas secos con vientos, agravándose la situación si el curado es deficiente. Generalmente son fisuras amplias y poco profundas (menores a 30 mm), de escasa trascendencia estructural, pueden ser cerradas fratasando la superficie del concreto.

Basicamente la fisuras por contracción plástica ocurre cuando el concreto esta sujeto a una pérdida de humedad muy rápida provocada por los factores ambientales, ya sea por la temperatura del aire o del concreto, la humedad relativa y la velocidad del viento en la superficie del concreto.

2.2.3.1.2. Movimientos Durante La Contracción

Cuando el concreto está fraguando puede presentarse vibraciones, impactos, movimiento de la misma base (tránsito vehicular, operaciones de excavación en zonas adyacentes, entre otras) y movimiento del encofrado (estas son causadas por la presión que ejerce el mismo concreto fresco o movimientos propios del proceso constructivo). La cual este tipo de movimiento presenten en la fragua del concreto, da origen a las micro fisuras, fisuras y grietas.

2.2.3.1.3. Fisuras Por Heladas Tempranas

Según [15] este fenómeno, ocurre cuando el concreto está fraguando y se presenta una refrigeración significativa del ambiente, la cual puede detener el proceso de fraguado e incluso congelar el agua que se encuentra adentro del concreto dando origen a las fracturas de los enlaces por los geles de cemento hidratado. Este fenómeno es poco común en climas tropicales (salvo que haya presencia de nieve perpetua).

2.2.3.1.4. Contracción Intrínseca o Espontanea

Según [4], es el producto del proceso químico de hidratación del cemento y su propiedad propia de disminuir el volumen del concreto en estado plástico. Este proceso físico-químico,

ocurre al momento en el que se mezcla el cemento con el agua, obteniendo el gel del cemento, iniciando el proceso de hidratación, así como la formación de poros del gel y poros capilares.

El intercambio del agua contenida en los poros de gel y poros capilares con el cemento aún no hidratado, es el responsable del cambio de volumen total de la pasta, y consecuentemente el volumen absoluto del cemento hidratado es siempre inferior al correspondiente al de las sales anhidras y el agua. Esta retracción es irreversible y no depende de los cambios de humedad posteriores al proceso de hidratación y endurecimiento.

Este tipo de contracción espontánea depende exclusivamente del tipo y las características del cemento a emplear, ya que cada cemento tiene un comportamiento singular frente a este fenómeno.

2.2.3.2. CAMBIOS VOLUMÉTRICOS EN ESTADO ENDURECIDO

El concreto cuando se encuentra en su estado endurecido, experimentará cambio generalmente asociados a la contracción o dilatación que experimenta el material por cambios de humedad o de temperatura [15].

2.2.3.2.1. Fisuras Por Cambios De Humedad

Entre lo mecanismo por cambios de humedad o la ausencia permanente del agua, ocurre dos fenómenos comunes como es: las grietas capilares o cuarteadas y la contracción por secado [16].

a) Grietas Capilares

Este tipo de fenómeno, ocurre cuando el concreto está en proceso de fraguado e inclusive posteriormente, donde las fisuras aparecen en la superficie del concreto en distribución hexagonal, debido a procedimientos incorrecto de consolidación, acabado y curado. Las causas más comunes de este tipo de grieta son: la sobre vibración o el excesivo aplanado que durante el acabado provoca el avance del agua, cemento y la fracción más fina del agregado hacia la superficie [15].

b) Contracción Por Secado

Según [20], se produce por la pérdida de humedad de la pasta debido a acciones de agentes externos como son: la temperatura, viento, humedad relativa, entre otros; la cual propician la evaporación del agua y el secado. En otras palabras, cuando el concreto está en estado fresco y

la velocidad de exudación es menor que la velocidad de evaporación del agua superficial, se produce una contracción por secado rápido, que es causante de fisuraciones, debido a que el concreto aún no presenta características de resistentes significativas y por ende no podrá soportar las tensiones superficiales que acarrea la contracción.

Este tipo de fisuración es provocada debido a la pérdida de humedad de la pasta cementicia, la cual según el ACI 224.1R-93, puede lograr contraer hasta un 1%. Estos cambios de volumen son inducidos por los cambios de humedad, el cual es una característica propia del concreto. Es la combinación de la retracción y restricciones (proporcionada mayormente por la parte misma de la estructura o por la subrasante), el cual permite el desarrollo de las tensiones en tracción. Cuyas fisuras se pueden propagar a tensiones mucho menores que las requeridas para provocar el inicio de la fisuración.

2.2.3.2.2. Fisuras Por Cambios De Temperatura

De acuerdo con [16], el mecanismo de los daños inherentes a diferentes cambios de temperatura, se encuentran: el congelamiento y deshielo, ataques a fuego (choque térmico), la contracción térmica inicial y la dilatación o contracción por temperatura. En nuestra región en la realización de pavimentos de concreto, se debe tener en cuenta:

a) Contracción Térmica Inicial

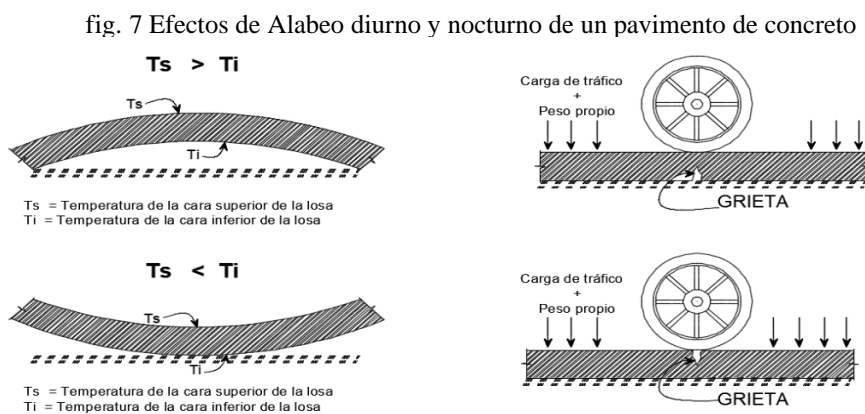
Según [16], este fenómeno se procede esencialmente del calor de hidratación derivado de la reacción de hidratación del cemento. Estas se presentan solo en la pasta de cemento y tan solo rodean al agregado. Normalmente se aparecen como microfisura entre el primer y quinto día. Cabe recalcar que este tipo de fenómenos puede darse en climas cálidos cuando hay una alta temperatura a más de 50 °C en la formaleta de los elementos, antes del vaciado del concreto. Pudiendo acentuar la pérdida de humedad superficial de la mezcla (por evaporación), generando tracción superficial de la masa en contacto con la formaleta.

Este fenómeno se puede controlar reduciendo la velocidad de enfriamiento superficial del concreto, empleando: cemento que tengan bajo calor de hidratación (cemento tipo IV), agregados de bajo coeficiente de dilatación, curando adecuadamente el concreto, teniendo juntas de contracción adecuada y refrigerando las formaletas y bases del concreto, antes de realizar el vaciado [15].

b) Variaciones Estacionales

Conocido también como la dilatación y contracción por temperatura, el cual se dilata con aumentos de temperatura y se contrae por bajas temperaturas. Este fenómeno ocurre el alabeo por gradiente térmico, el cual depende de la cantidad de energía absorbida por las superficies de concreto.

En la figura 7, muestra un caso típico de variación estacional que se da mayormente en pavimentos de concreto; en donde, durante el día la temperatura de la cara superior de la losa es mayor que la temperatura de la cara inferior de la losa; en otras palabras, la cara de arriba se dilata más que la cara de debajo de una losa, provocado así una figura cóncava. Sin embargo, el mismo peso propio del concreto y la del tráfico tienden a impedir esta deformación, produciendo esfuerzos a flexión, lo cual se traduce a esfuerzo de tracción en la cara inferior y esfuerzo de compresión en la cara superior, provocando así, grietas que empiezan desde la parte inferior de la losa. Caso contrario es durante la noche cuando la temperatura de la cara superior de la losa es menor que la temperatura de la cara inferior de la losa, produciendo ahora una figura convexa y originando que las grietas empiecen a formarse desde la cara superior de la losa de concreto



Tomado del libro: Durabilidad y patología del concreto – Sánchez de

2.2.3.2.3. Contracción por Carbonatación

Según [4], este tipo de contracción es causado por la reacción de los cristales de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ de los productos de hidratación del cemento comprimidos por la contracción de secado, con el CO_2 del ambiente formándose CaCO_3 con una reducción del volumen inicial que causa una descompresión interna y contracción adicional. Cabe recalcar que la humedad durante la

exposición al bióxido de carbono es el factor principal que influye en la contracción por carbonatación.

2.2.3.2.4. Flujo Plástico o Fluencia

Según [4], es el incremento de deformación unitaria en el concreto en función del tiempo, bajo una carga constante y permanente. Es una característica propia de la pasta del cemento endurecido y depende de la interrelación con los demás componentes. Este flujo produce una deformación irre recuperable debido a las constantes cargas y un tiempo de aplicación determinado. Se ha demostrado que la deformación plástica bajo carga constante es proporcional a la deformación elástica y para cargas inferiores a la carga de rotura, la deformación plástica es proporcional a la carga.

Esta deformación para concretos normales en un periodo de carga entre 1 a 4 años es del orden del 70% al 80% de la deformación producida por la carga aplicada descontando la deformación por contracción. El efecto que produce este flujo es la reducción gradual de los esfuerzos de compresión, lo cual resulta de singular importancia en el caso del concreto pre-esforzado.

2.2.4. FIBRAS EN EL CONCRETO

El uso de las fibras ha estado presente en el uso de los materiales de construcción, mucho más antes de la aparición del cemento portland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pastos, hilo, pelo de animales, paja, entre otros, los cuales se le adicionaba al adobe con la finalidad de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión.

Con el avance de nuevas tecnologías en la industria de la construcción ha permitido que el desarrollo de fibras de diversos materiales sea empleado en el concreto. Cuya finalidad ha sido mejorar las propiedades del concreto, reduciendo la fisuración por asentamiento, por contracción plástica, disminuir la permeabilidad, incrementar la resistencia a la abrasión y al impacto, mejorar la resistencia a la compresión, tracción, flexión, entre otras. Pero según [23], el aspecto más importante de un concreto reforzado con fibras es mejorar la resistencia a la tensión.

Según [24], uno de los beneficios del empleo de las fibras en el concreto fresco es el revenimiento de la mezcla. La adición de fibras en el concreto fresco, tiende a disminuir. Es decir, a mayor longitud de fibras, menor revenimiento. Al aumentar la relación agua-cemento en la corrección del asentamiento perdido, puede ser muy peligroso, debido a la consecuente

reducción de la resistencia y al aumento de la contracción por secado. Los concretos reforzados con fibras, evitan la formación de fisuras y grietas, así como también la propagación de las mismas. Para [23], la trabajabilidad de un concreto reforzado con fibras, dependerá de la dosificación en volumen y la forma de la fibra, el estado superficial, las dimensiones de los agregados, su cantidad relativa y el enlace entre ellas.

El empleo de las fibras en el concreto es una de las innovaciones más relevantes hoy en día, por aquella razón nace investigaciones de emplear fibras de diferentes materiales en el concreto, con la finalidad de mejorar sus propiedades y sobre todo que sea económico. Por aquella razón encontramos investigaciones como las: plumas de ave, los plásticos PET, virutas de cuero, entre otros. De igual manera se ha investigado comparaciones de las fibras comerciales en la industria de la construcción, con la finalidad de evaluar cual es el que mejora las propiedades del concreto y que tan económico resulta emplearlo.

Las fibras se pueden clasificar de acuerdo a su tipo o a su material:

Tipo	Material	Dosificación	Diámetro	Función
Macrofibra	Se encuentran las fibras metálicas, las fibras sintéticas o aquellas fibras naturales.	Es incorporado en un 0.2% a 0.8% del volumen del concreto	Oscila entre los 0.05 y 2mm. Teniendo una relación de Largo y diámetro de 20 a 100	<ul style="list-style-type: none"> • Evita la fisuración del concreto cuando este se encuentra en su estado endurecido • Minimiza la abertura de la fisura • Garantiza un gran desempeño del elemento que esta fisurado
Microfibra	En este grupo se encuentran las fibras de polipropileno, nylon, carbón y acrílicas	Entre 0.03% a 0.15% del volumen del concreto	Oscila 0.023mm y 0.05mm, pueden ser monofilamento o fibriladas.	Evita aquellas fisuras del concreto cuando se encuentra en estado fresco.

Fuente: Construcción y Tecnología del concreto, 2015

En esta clasificación, [23] comenta en un contexto general que la longitud de una microfibra de multifilamento oscila entre los 12 a 75 mm. Mientras que una macrofibra su longitud puede variar entre un 13 mm a 70 mm, debido a que estas últimas actúan como una malla electrosoldada y varillas de refuerzo, la cual incrementan la tenacidad del concreto, incrementando sobre todo la resistencia al impacto y a la fatiga.

POR SU MATERIAL	
Fibras de Acero	Son secciones discretas de acero que tienen una relación de aspecto de su longitud - diámetro que oscila entre los 20 a 100. Este tipo de fibra son de acero y por lo general son de bajo contenido de carbono.
Fibras Sintéticas	Son secciones que se distribuyen aleatoriamente dentro del concreto, estas fibras pueden estar compuestas por: carbón, acrílico, Nylon, polipropileno, Poliéster, etc.
Fibras de Vidrio	Son secciones discretas de fibras de vidrio resistentes al álcali.
Fibras de Natural	Son aquellas fibras de origen natural como: el coco, madera, caña de azúcar, yute, bambú, etc. Cuyos diámetros oscilan entre 0.5 y 0.2mm. Con valores de absorción superiores al 12%

Fuente: Construcción y Tecnología del concreto, 2015

2.2.4.1. FIBRAS DE ACERO

Según [25], un concreto reforzado con fibras de acero, está compuesto con propiedades y ventajas muy beneficiosas. Con la adición de estas fibras, el concreto puede alcanzar resistencias mecánicas similares a las del concreto armado tradicional. Al comparar un concreto armado tradicional, el concreto con fibras de acero controla mejor la fisuración. La resistencia mecánica alcanzada por este permite que sea reemplazado por un armado tradicional, la cual también con lleva a un mejor ahorro de tiempo y de costos.

La geometría de esta fibra, depende de la fabricación en el mercado, el cual pueden ser trefiladas en frío, cortadas o maquinadas. Su forma puede ser variable, recta, ondulada o con aplastamiento.

Las fibras de acero benefician al concreto en su estado plástico como endurecido, algunos de estos beneficios son:

- ✓ Mejor adherencia de la fibra en la matriz del concreto.
- ✓ Mayor resistencia a la tracción.
- ✓ Aumenta la resistencia al agrietamiento por contracción plástico, por asentamiento y por secado.
- ✓ Aumenta la resistencia al corte.

2.2.5. VIRUTAS DE ACERO

Según [26], las virutas de acero, producto del mecanizado del torno, son fragmento de láminas curvadas o en espiral, al realizar los trabajos de cepillado, desbastado o perforaciones sobre el metal.

Los tipos de virutas de acero, producto del mecanizado del torno pueden ser:

- Viruta discontinua: la cual es típica de los materiales frágiles y quebradizos, como es el bronce y la fundición. El mecanizado de este es que una vez ingresada a la cuchilla, se va desprendiendo fácilmente.
- Virutas continuas: aparece en materiales dúctiles, la cual las virutas se comprimen fuertemente al aproximarse al filo de la cuchilla, produciendo de esta manera una viruta alargada. Estas pueden producirse en forma de espirales o onduladas, este proceso de mecanizado es poco trabajable, por aquella razón se trata de evitar mediante un rompevirutas, como su nombre lo dice, divide la viruta continua en longitudes menores, con la finalidad de que la viruta no sea incomoda al trabajar e incluso no sea peligrosa, facilitando así su manipulación y evacuación.

El ancho de cada viruta va a depender de la cuchilla de corte dependiendo del trabajo que se esté realizando. Por aquella razón es donde se puede apreciar virutas de diferentes longitudes y espesores.

2.2.6. ENSAYO DE LOS MATERIALES

2.2.6.1. GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS

La granulometría es la distribución de cada partícula de agregado. Su análisis divide la muestra en diferentes fracciones de elementos que tienen el mismo tamaño, de acuerdo a las aberturas de los tamices.

Este ensayo nos permitió verificar que la granulometría de cada agregado es apta o no en la fabricación del concreto, con el fin de cumplir un papel más eficiente en la construcción de acuerdo con la norma establecida NTP 400.012.

Materiales:

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Cucharón metálico
- ✓ Brocha
- ✓ Tara

- ✓ Regla de metal.
- ✓ Muestras de agregado fino y grueso
- ✓ Serie de tamices de acuerdo al agregado que se va a analizar y según lo que dice la NTP 400.012

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, si se está ensayando el agregado grueso, se tiene que vaciar el material en forma cónica y de manera uniforme para realizar un cuarteo y seleccionar la muestra más representativa; caso contrario de que no se esté realizando el ensayo del agregado grueso ya no es necesario y tan solo se selecciona la muestra.
- ✓ Posteriormente dejaremos secar, la muestra
- ✓ Procedemos a pesar una cantidad exacta de agregado de acuerdo a la norma, en el caso del agregado fino será una cantidad de 500 gr como mínimo y si es agregado grueso, la norma nos indica la cantidad a través de unas tablas. Y así también podemos calcular el porcentaje de pérdida para verificar si está dentro de lo normado.
- ✓ Se hace pasar el agregado por los tamices establecido de acuerdo al material analizado y según la norma.
- ✓ La cantidad de muestra que es retenida por cada tamiz se cuantifica en la balanza obteniendo de esta manera el peso retenido para luego llenar unas tablas que me permitirán realizar la curva granulométrica, cabe recalcar que estas gráficas se pueden comparar de acuerdo con la norma ASTM C-136 que indica la cantidad de porcentajes retenidos que se debe obtener en cada agregado. Básicamente la NTP 400.012 tiene como referencia a dicha norma.

2.2.6.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

La determinación de la cantidad de agua que se encuentra en el agregado influye en el diseño de mezcla y en las propiedades físicas y mecánicas del concreto. Es por eso, que se debe controlar el contenido de la misma, debido a que si los agregados están saturados y superficialmente secos no podrán absorber ni ceder agua durante la mezcla. En otras palabras, un agregado parcialmente seco, resta una cantidad de agua en la mezcla, y un agregado mojado o superficialmente húmedo, originará un exceso de agua en la mezcla del concreto.

Por aquella razón se debe realizar este ensayo, el cual permitirá reajustar el contenido del agua, ya sea sumando o restando a la cantidad de agua efectiva durante la mezcla con el fin de que su contenido resulte correcto y así se evite posibles inconvenientes como es el asentamiento plástico.

Materiales:

- ✓ Balanza
- ✓ Horno
- ✓ Recipiente
- ✓ Agregado fino o grueso

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se pesará una muestra de 500 gr del agregado en su estado natural.
- ✓ Después, se colocará en un recipiente la muestra a analizar.
- ✓ Luego, se pesará la tara y se colocará en el horno a una temperatura de $100\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- ✓ Posteriormente se saca la muestra del horno y se pesa nuevamente.
- ✓ Finalmente se determinará el contenido de humedad mediante la siguiente fórmula:

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

Siendo:

P= Contenido de Humedad (%)

W: Masa inicial de la muestra (gr)

D: Masa de la muestra seca (gr)

2.2.6.3. PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS

Es aquella relación que se origina a una temperatura estable de la masa en el aire de un volumen unitario de material, a la masa en el aire de igual densidad de un volumen igual a de un agua destilada libre de gas. En otras palabras, el peso específico es la relación que existe entre el peso y el volumen de un material sólido.

Cabe recalcar que, cuando el peso específico del material es bajo, el material por lo general resulta absorbente o débil. De acuerdo con la norma los agregados, en el diseño de mezcla del concreto, deben tener un peso específico que este entre $2.40 - 2.8\text{ gr/cm}^2$.

Materiales:

- ✓ Balanza
- ✓ Matraz de 500 cm^3 (si el agregado a ensayar es el fino)
- ✓ Canastilla (si el agregado a ensayar es el grueso)
- ✓ Bandeja
- ✓ Cono de absorción

- ✓ Horno
- ✓ Agregado fino o grueso

Procedimiento para el agregado fino:

- ✓ En primer lugar, se pesó una muestra de 2kg. Se vaciará en un recipiente y posteriormente se vertirá agua, dejándole reposar durante 24 horas.
- ✓ Después, se retira el agua del recipiente y el agregado se extiende en un papel; que puede ser de cemento; dejándolo a la luz solar y a la corriente de aire, con la finalidad de que el material se seque.
- ✓ Al estar seco el material se colocará en una bandeja y se procederá a vaciar en el cono de absorción, llenándolo en tres partes iguales y ejerciendo 25 golpes en cada capa con el pillón. Si al momento de retirar el cono, se queda $\frac{3}{4}$ partes (asentado el agregado), se indicaría que la muestra está saturada superficialmente seca, caso contrario nos indicaría que la muestra aún se encuentra húmeda.
- ✓ Del material ya saturado superficialmente seca, se pesará 500 gr y adicional a eso se pesa el matraz.
- ✓ Posteriormente se colocará el agregado en el matraz y se le agregará agua destilada hasta los 400 cm³, si se aprecia burbujas se tiene que agitar en forma redonda y muy suavemente, con el fin de eliminar vacíos; se dejará reposar 24 horas.
- ✓ Luego se saca el agua destilada del matraz y tan solo se queda el agregado fino.
- ✓ Finalmente, el agregado sobrante dentro del matraz se pesa y se pone en el horno durante 24 horas a una temperatura de 110 °C ± 5°. Para determinar el peso específico se emplea la siguiente fórmula:

$$Pe = \frac{P}{V - Vo}$$

Siendo:

Pe= Contenido Específico de la masa

P = Peso en gramos de la muestra seca en el horno

V = Peso de volumen, frasco volumétrico

Vo = Peso de volumen del agua añadida al frasco

Procedimiento para el agregado grueso:

- ✓ En primer lugar, se lava la muestra con la finalidad de eliminar el polvo y se sumerge en agua durante 24 horas.

- ✓ Después, se retira la muestra del recipiente y con una toalla se elimina el agua de la superficie del agregado grueso, de esta manera la muestra queda saturada y seca superficialmente.
- ✓ Luego se pesará la muestra y se colocará en una canastilla con aberturas, se determinará su peso sumergido en agua a una temperatura ambiente.
- ✓ Finalmente se coloca la muestra en el horno a una temperatura de 105 °C durante 24 horas y se pesa nuevamente. El peso específico se determinará mediante la fórmula anterior.

$$Pe = \frac{P}{P_{ss} - P_{sw}}$$

Siendo:

Pe= Contenido Específico de la masa

P= Peso en gramos de la muestra seca

P_{ss}= Peso en gramos de la muestra saturada interiormente y seca superficialmente

P_{sw}= Peso de la muestra sumergida en agua

2.2.6.4. GRADO DE ABSORCIÓN

Es la cantidad de agua que absorbe el material durante un tiempo de 24 horas y este se expresa en porcentaje. El grado de absorción del material, permitirá realizar el diseño de mezcla para un concreto, teniendo en cuenta la absorción de cada agregado.

Procedimiento:

- ✓ El procedimiento para el grado de absorción se puede determinar mediante los ensayos ya realizados para el peso específico de los agregados, la diferencia es que para determinar el grado de absorción se utilizará la siguientes formulas:

- Para el agregado grueso

$$\% \text{ absorción} = \frac{P_{ss} - P}{P} \times 100$$

P= Peso en gramos de la muestra seca

P_{ss}= Peso en gramos de la muestra saturada interiormente y seca.

- Para el agregado fino

$$\% \text{ absorción} = \frac{PMSS - W_o}{W_o} \times 100$$

P= Peso de muestra seca en Horno

P_{ss}= Peso de muestra saturada con superficie seca

2.2.6.5. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO SUELTO DE LOS AGREGADOS

Este ensayo consiste en determinar el volumen unitario de los agregados que varía de acuerdo al tamaño de su granulometría; el cual se establece mediante la relación del peso entre volumen, dejando caer al agregado desde una cierta altura de 5 cm aproximadamente en un recipiente que contenga un volumen conocido y estable.

Materiales:

- ✓ Balanza
- ✓ Bandeja
- ✓ Brocha
- ✓ Varilla lisa de Ø 5/8" con puntas redondas
- ✓ Agregado
- ✓ Moldes de volumen conocido

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se deberá determinar la masa del molde vacío.
- ✓ Luego, se llena el molde con el agregado dejándolo caer a una altura de aproximadamente 5cm; el agregado se deberá llenar hasta el ras del molde.
- ✓ La parte sobrante se tiene que enrasar con la varilla lisa, y después mediante la brocha limpiar el agregado que quedó fuera del molde.
- ✓ Finalmente, se pesa el agregado con el molde; cabe recalcar que este procedimiento se recomienda realizarlo tres veces para obtener valores más precisos.

Cálculo:

- ✓ Para obtener el cálculo del peso volumétrico suelto seco de los agregados, primero se deberá restar el peso del molde más muestra menos el peso del molde, obteniendo así, el peso de la muestra.
- ✓ Finalmente, se deberá dividir el peso de la muestra entre el volumen del molde obteniendo de esta manera el peso volumétrico suelto.

2.2.6.6. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS

Este ensayo establece la relación del peso entre volumen del agregado en su forma compactada.

Materiales:

- ✓ Balanza

- ✓ Bandeja
- ✓ Brocha
- ✓ Varilla lisa de \varnothing 5/8" con puntas redondas
- ✓ Agregado
- ✓ Moldes de volumen conocido

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se deberá determinar la masa del molde vacío.
- ✓ Luego, se llena 1/3 de la altura del molde con el agregado, compactándolo con la varilla 25 veces, evitando golpear el fondo.
- ✓ Posteriormente se realiza el anterior paso llenando el 2/3 y luego llenando todo el molde.
- ✓ La parte sobrante se tiene que enrasar con la varilla lisa, y después mediante la brocha limpiar el agregado que quedó fuera del molde.
- ✓ Finalmente, se pesa el agregado con el molde, cabe recalcar que este procedimiento se recomienda realizarlo tres veces para obtener valores más precisos.

Cálculo:

- ✓ Para obtener el cálculo del peso volumétrico compactado seco de los agregados, primero se deberá restar el peso del molde más muestra menos el peso del molde, obteniendo así, el peso de la muestra.
- ✓ Finalmente, se deberá dividir el peso de la muestra entre el volumen del molde obteniendo de esta manera el peso volumétrico compactado.

2.2.7. ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

2.2.5.1. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS

Mediante este ensayo se determina la consistencia y fluidez del concreto en su estado fresco. El diseño de mezcla mediante método del ACI, recomienda estos tipos de asentamientos (slump); para zapatas y muros de cimentación reforzado un slump de 1"-3", para cimentaciones simples y calzadura de 1"- 3"; columnas, vigas y muros armados 1"-4" y para losas y pavimentos 1"-4" de slump

Materiales:

- ✓ Cono de abrams
- ✓ Varilla lisa de acero de \varnothing 5/8" con puntas redondas
- ✓ Regla de metal
- ✓ Cuchara

- ✓ Bandeja metálica

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se tendrá que colocar el molde sobre una superficie seca, plana y no absorbente.
- ✓ Luego, se tendrá que llenar el concreto en tres capas de aproximadamente de 1/3 del volumen total.
- ✓ Se compactará en cada capa, con la varilla lisa, mediante 25 golpes uniformemente distribuido en toda la sección
- ✓ Se enrasará el molde una vez terminado de compactar la última capa por exceso, para enrasar se podrá utilizar la misma varilla lisa.
- ✓ Finalmente, se tendrá que levantar el molde en forma vertical y medir la diferencia que hay entre la altura del molde y la del concreto fresco.
- ✓ Cabe recalcar que, si se observa un asentamiento tipo corte, este ensayo deberá desecharse y realizarse nuevamente. Y si vuelve a cortarse, se podrá concluir que el concreto carece de cohesión y plasticidad el cual no es correcto para este ensayo.

2.2.5.2. PRUEBA DE POTENCIAL DE FISURACIÓN

La fisuración por contracción plástica del concreto se da en edades tempranas, el cual tiene como factores a la temperatura del concreto y a las condiciones ambientales del lugar de donde se realiza la mezcla, por aquella razón se empleará la norma ASTM C 1579-06 “Standard test method for evaluating plastic shrinkage cracking of restrained fiber reinforced concrete”.

Este método compara el agrietamiento de la superficie de un concreto reforzado con fibras y la de un concreto sin reforzamiento de fibras, sometidos a condiciones prescritas de restricción y la pérdida de humedad que son lo suficientemente graves como para producir formación de grietas antes de ajuste final del hormigón.

Un parámetro importante en este método es la tasa de evaporación, debido a que las diferentes probetas de concreto no siempre tendrán la misma tasa de evaporación de agua; es por eso, que este método utiliza la velocidad de evaporación de 1 kg/m².h, que representa la evaporación mínima que debe ser alcanzado esta prueba y con el fin de alcanzar grietas de al menos 0.5mm en la muestra de control. En otras palabras, este método intenta controlar las variables atmosféricas más desfavorables para cuantificar el rendimiento relativo de una mezcla de concreto. Debido a factores como: finura del cemento, graduación de los agregados, procedimiento de la mezcla, descenso del cono (slump), contenido de aire, temperatura del

concreto y terminación de la superficie; pueden influir en la fisuración por contracción plástica del concreto.

Este ensayo termina en el momento final de fraguado de acuerdo con la norma ASTM C 403. Debido a que después de las 24 horas de mezcla inicial se determinará el espesor promedio de las grietas.

Materiales:

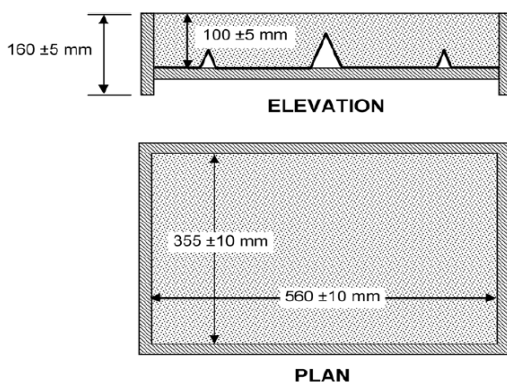
✓ Molde:

Si el tamaño máximo nominal de agregado grueso es igual o menor a 19mm, se utilizará un molde con una profundidad de 100 ± 5 mm y dimensiones rectangulares de 355 ± 10 mm por 560 ± 15 mm (figura N°08). La fabricación del molde puede ser de metal, plástico o madera contrachapada.

Si el agregado grueso es mayor a 19mm, la profundidad del molde será de al menos 65mm más.

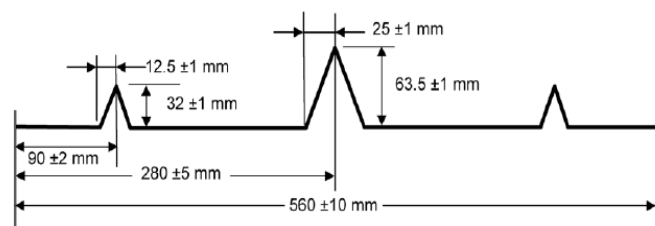
La restricción del inferior deberá ser doblado de una pieza de chapa metálica, como se muestra en la figura N°09. Esta chapa debe tener un espesor de 1.2 ± 0.05 mm.

fig. 8 Molde para prueba de potencial de fisura



Tomado de: ASTM C1579-

fig. 9 Vista perfil del molde: Geometría de la contrahuella vertical



Tomado de: ASTM

✓ Sensores:

Se va a requerir sensores de temperatura, humedad y velocidad del viento, para medir el aire ambiente y la temperatura de superficie del concreto a la más cercana 0.5°C , humedad relativa al 1° y una velocidad de aire a la más cercana de 0.1 m/s.

✓ Vibrador:

Se utilizará cualquier dispositivo que pueda consolidar el panel de ensayo y que cumpla con los requisitos mínimos de acuerdo con la norma ASTM C192.

✓ Depósitos de monitoreo:

Se va a requerir un recipiente con agua, que este expuesto a la corriente de aire para cada panel de prueba. Los lados de estos recipientes tienen que ser verticales y deberá tener un tamaño suficiente para exponer al menos $0.1 \pm 0.01 \text{ m}^2$ de agua a la corriente de aire (Figura N°10). Dicho borde expuesto del recipiente no deberá superar los 5mm por encima del nivel de agua en el momento que se inicia la prueba.

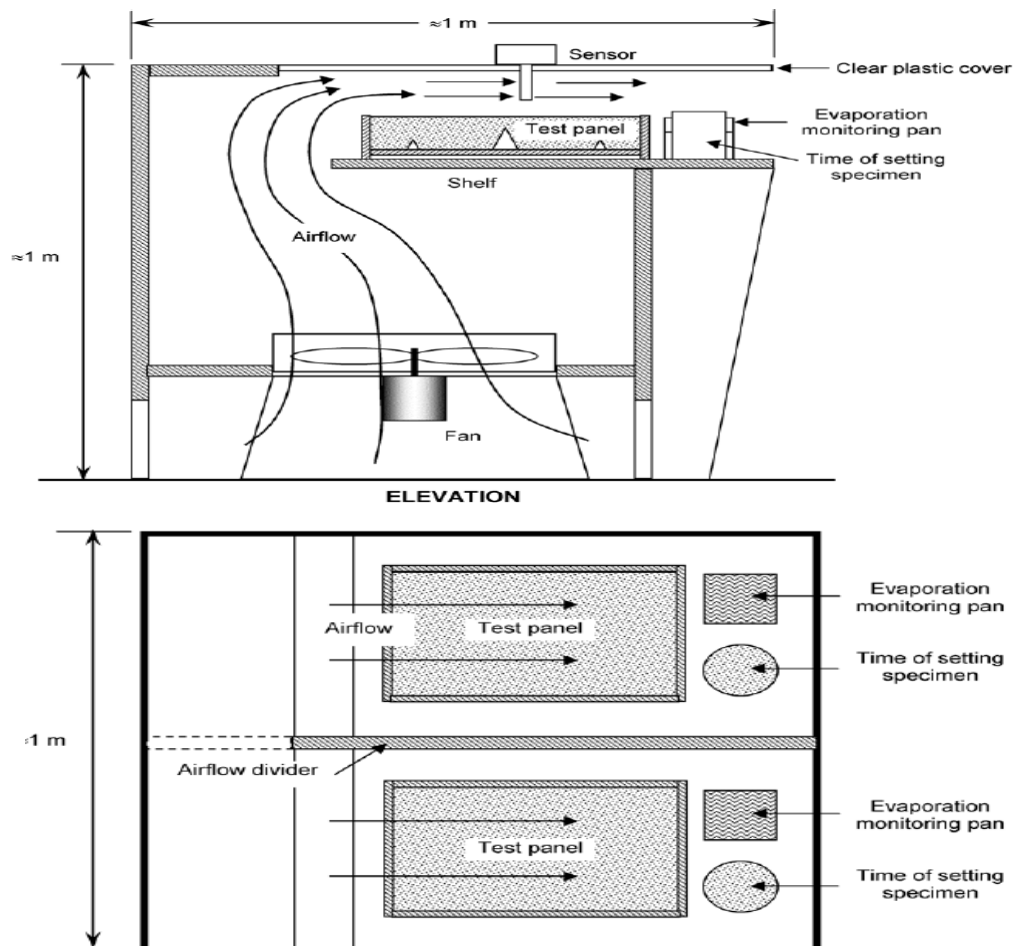
✓ Medidor de ancho de fisuras:

Se tendrá que emplear un comparador de fisuras o sistema de análisis de imágenes, que tiene como finalidad medir el ancho de la fisura de al menos 0.05 mm (Figura N°11).

✓ Ventilador:

Se va a requerir un ventilador que permita estimar una velocidad del viento mayor a 4.7m/s.

fig. 10 Vista en planta y elevación de la cámara de ensayo



Tomado de: ASTM C1579-06

fig. 11 Ejemplo de Medidor fisura



Tomado de: Sika - <https://bit.ly/2KzTOyC>

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se elabora especímenes para determinar el tiempo de fraguado del concreto de acuerdo con el método de ensayo ASTM-C403. Si en caso el concreto reforzado con fibras, no se puede tamizar fácilmente, se utilizará la probeta del concreto patrón para la medición del tiempo de fraguado.
- ✓ Posteriormente se rellenará los moldes, utilizando tan solo una capa y se deberá consolidar el concreto con una vibración hasta que el concreto llegue aproximadamente a la parte superior del molde, eliminando así cualquier adherencia del concreto residual en el exterior del molde.
- ✓ Se colocará un panel reforzado con fibras y otro sin refuerzo en la cámara ambientada con el ventilador.
- ✓ Se encenderá el ventilador que se ha preestablecido, para lograr la velocidad del aire y así obtener las condiciones que se necesitan para una tasa de evaporación mayor de $1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$; la evaluación de la fisuración empieza desde este momento.
- ✓ Después, se tendrá que registrar cada 30 minutos la temperatura, humedad relativa y la velocidad del flujo. Esto se registrará hasta que llegue su fraguado final del concreto.
- ✓ Se tendrá que determinar la velocidad de evaporación por cada pesaje de los recipientes de monitoreo, al comienzo de la prueba y en intervalos de 30 minutos. Para calcular la tasa de evaporación durante cada intervalo de tiempo, se tendrá que dividir la pérdida de masa de los sucesivos pesos entre los sucesivos pesos por la superficie de agua en el recipiente y el intervalo de tiempo entre las pesadas sucesivas. Cabe recalcar que la prueba no es válida si la tasa de evaporación es menor al $1 \text{ kg/m}^2\cdot\text{h}$.
- ✓ Finalmente, después de que ocurra el fraguado final se registrará las variables atmosféricas, se apagará el ventilador, se registra el tiempo y se determina la pérdida total de agua de los

recipientes. Se almacenará los paneles en el laboratorio a temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y bajo láminas de plástico, con la finalidad de minimizar la evaporación hasta el momento que se realce la medición del ancho de fisura.

Cuantificación de la fisuración:

- ✓ Se cuantificará la cantidad de fisuras que existen en los paneles después de 24 ± 2 horas después de la mezcla.
- ✓ Se medirá el ancho de la fisura a lo largo de la trayectoria de la fisura sobre el elevador de tensiones, en un orden progresivo desde un lado de panel hacia el otro.
- ✓ Se calculará el ancho un ancho medio de fisura, lo más cercana al 0.05mm. Esta norma, nos dice que si el ancho de fisuras no es al menos 0.5 mm o si cada panel no representa un ancho de fisura de 0.4 mm promedio, la prueba no es válida.
- ✓ Finalmente, se calculará el porcentaje de reducción de fisuras (CRR), utilizando la siguiente formula:

$$CRR = \left[1 - \frac{\text{ancho medio de la fisura del concreto reforzado con fibra}}{\text{ancho medio de la fisura del concreto control}} \right] \times 100$$

2.2.5.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLA DEL CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN

Mediante este ensayo se determina el tiempo de fraguado del concreto con un asentamiento mayor a cero, mediante la resistencia a la penetración del mortero tamizado de la mezcla del concreto.

Materiales:

- ✓ Molde Metálico
- ✓ Varilla lisa de acero con puntas redondeadas
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Cucharon metálico
- ✓ Agujas de penetración de 1, 1/2", 1/4", 1/10", 1/20", 1/40"
- ✓ Aparato de aplicación de carga
- ✓ Tamiz N°4

Procedimiento:

- ✓ Se tendrá que obtener una muestra de mortero, pasando por el tamiz N°4 de abertura 4.75mm.
- ✓ Se tendrá que verter el mortero en el molde metálico en una sola capa.
- ✓ Posteriormente se tendrá que compactar 25 veces la mezcla con la varilla de acero, distribuyendo uniformemente los varillazos. Se tendrá que golpear el molde de 10 a 15 veces para eliminar el aire atrapado.
- ✓ Luego se deja secar el molde y se extrae el agua de exudación con una jeringa.
- ✓ Se inserta el aparato de resistencia a la penetración con una aguja de tamaño apropiado dependiendo del grado de endurecimiento del mortero. Este será aplicado mediante una fuerza hacia abajo en el aparato hasta que la aguja penetra el mortero una profundidad de 25 ± 2 mm. La cual se calculará la resistencia a la penetración dividiendo la fuerza aplicada dentro del área de apoyo de la aguja. Cabe recalcar que la distancia libre de cada impresión de aguja y el lado del contenedor debe ser por lo menos de 25mm.
- ✓ Para mezclas convencionales de concreto en el laboratorio a temperaturas de 20 a 25 °C, se realiza el ensayo de penetración después de haber transcurrido un tiempo de 3 a 4h después del contacto del cemento con el agua.
- ✓ El ensayo concluye luego de haber obtenido por lo menos una lectura de resistencia a la penetración que iguale o exceda los 27.6 MPa (4000 PSI)

2.2.8. ENSAYOS DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO**2.2.8.1. COMPRESIÓN A MUESTRAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO**

Este ensayo consiste en aplicar una carga en compresión axial a muestras cilíndricas con la finalidad de determinar la resistencia a la compresión del concreto; esta resistencia se obtiene dividiendo la carga obtenida del ensayo entre el área la probeta. De acuerdo con la NTP E-060 de concreto armado, para el muestreo de estos ensayos se deberán tomar en cuenta los siguientes casos:

- a) Que la muestra para los ensayos de concreto deberá tomarse no menos de una vez al día, no menos de una vez cada 50 m³ de concreto y no menos de una vez por cada 300 m² de superficies de losas, muros o pavimentos de concreto.

- b) En caso fuera concreto premezclado, se deberá tomarse al menos una muestra de ensayo por cada cinco camiones.
- c) Para el ensayo de resistencia, se deberá tomar el promedio de dos probetas cilíndricas si estas tienen 15 cm de diámetro y 30 cm de altura; estas deberán ser ensayadas de acuerdo a la edad para determinar la resistencia a la compresión del concreto.
- d) De acuerdo al método, las muestras se deben obtener al azar, sin tener en cuenta la calidad del concreto

Materiales:

- ✓ Mazo de goma
- ✓ Moldes cilíndricos de 15x30 cm o 10x20 cm
- ✓ Barra de acero liso de Ø 5/8” de altura de 24”
- ✓ Plancha de albañil
- ✓ Equipo de compresión

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se humedeció la muestra cilíndrica
- ✓ Después se llenó y compactó en tres capas iguales el molde concreto, aplicando 25 golpes con la varilla y 10 a 15 golpes laterales con el mazo de goma.
- ✓ Posteriormente, se enrasó la superficie y se identificó el espécimen.
- ✓ Luego se desmoldó la probeta en un tiempo de 24 horas ± 0.5 horas.
- ✓ Después se procedió a curar las probetas (al testigo se le deberá colocar en un recipiente con agua potable).
- ✓ Finalmente se procedió a retirar el testigo del recipiente antes de las 6 horas, para así, mediante el equipo de compresión, ensayar la muestra. Donde la resistencia la compresión se determinó mediante la siguiente formula:

$$R_c = \frac{P}{A}$$

Donde:

P= Carga aplicada por la máquina

A=Área del cilindro

2.2.8.2. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO

Este ensayo de tracción indirecta se produce mediante una carga de compresión a una de las caras laterales de la muestra cilíndrica, el cual da como origen a una distribución de tensiones de tracción, en el que fisuran la probeta.

Materiales:

- ✓ Máquina de ensayo
- ✓ Listones de apoyo de madera prensada de 0.32 cm de espesor y 2.54 cm de ancho.

Procedimiento:

- ✓ En primer lugar, se debe tener la probeta cilíndrica, el cual se debe realizar los mismos pasos ya mencionados para la compresión de muestras cilíndricas de concreto.
- ✓ A diferencia del ensayo anterior, la probeta de se debe colocar de manera transversal y colocar los listones de apoyo a ambas caras de la probeta y mediante la máquina de ensayo originarle una carga a la compresión. La tracción indirecta del espécimen se consigue mediante la siguiente formula:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * D}$$

Donde:

P= Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo

L= Longitud de la probeta cilíndrica

D= Diámetro de la probeta cilíndrica

2.2.8.3. ENSAYO DE FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Este ensayo es una medida de la resistencia a la flexo-tracción del concreto, en el cual se realiza vigas de concreto no reforzado y me determina el módulo de rotura de una viga en Kg/cm²

Materiales:

- ✓ Agregados
- ✓ Cemento
- ✓ Molde de 15x15x55 cm
- ✓ Máquina de ensayo

Procedimiento:

- ✓ Los especímenes deberán estar conforme a los requisitos que manda la NTP 339.033 aplicable a las vigas a ensayar.
- ✓ Debido a que se utilizará vigas moldeadas, se tendrá que girar la viga, sobre uno de los lados con respecto a la posición de moldeado.

- ✓ Posteriormente, se tendrá que centrar en los bloques de apoyo y esto a la vez deben estar centrado a dos cargas que irán en toda la luz libre a cada tercio de la longitud de la viga.
- ✓ Finalmente, se tendrá que evaluar, donde ha ocurrido la falla, para así aplicar las fórmulas otorgadas por el reglamento NTP 339.078.

Si la falla ocurre dentro de los tercios medio de la luz, es decir dentro de las dos cargas actuantes, el módulo de rotura se calculará, mediante la siguiente formula:

$$Mr = \frac{P * L}{b * h^2}$$

Donde:

P= Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo (N)

L= Luz libre entre apoyos (mm)

b= Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)

h= Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)

Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia no mayor de 5% de la luz libre de la viga, el módulo de rotura se calculará, mediante la siguiente formula:

$$Mr = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$$

Donde:

P= Carga máxima aplicada por la máquina de ensayo (N)

L= Luz libre entre apoyos (mm)

b= Ancho promedio de la viga en la sección de falla (mm)

h= Altura promedio de la viga en la sección de falla (mm)

a= Distancia promedio entre la línea de falla y el apoyo más cercano (mm).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con el tipo de investigación es experimental, debido al manejo de las variables, que se han tenido que realizar para cumplir con los objetivos específicos planteados en la investigación con el fin de determinar el cumplimiento del objetivo general.

El fin que se persigue en esta investigación es aplicada, debido a que se va a generar nuevos conocimientos en el sector de construcción que será un aporte para solucionar las fisuras por contracción plástica que se dan en los pavimentos de concreto simple.

Mediante los datos analizados, esta investigación es mixta, ya que tiene cuantitativo, debido a la recolección y análisis del procesamiento de datos de los ensayos, a la vez también es cualitativo ya que se tuvo en cuenta las características de los materiales y de las virutas producidas en los tornos que se encuentran en la ciudad Chiclayo.

Las variables para dar el cumplimiento de la misma, son dependiente e independientes. Teniendo como variable independiente: las virutas de acero y como variable dependiente: la contracción plástica y las propiedades mecánicas del concreto.

Por otro lado, el nivel de la investigación es cuasiexperimental porque se tiene una muestra de control y muestras experimentales; además, no se utiliza la selección de muestras probabilísticas, debido a que las virutas de acero, es un material reciclado en el que presentan diferentes espesores y longitudes, dependiendo del trabajo de cada torno, por lo cual se realizó un análisis descriptivo de las virutas de acero producto de las diferentes industrias de manufacturaria que tienen servicio de torno en la ciudad de Chiclayo.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. HIPOTESIS

“La incorporación de las virutas de acero, obtenido de los residuos del torno, mejorará el control de las fisuras por contracción plástica y las propiedades mecánicas de los pavimentos de concreto simple para una resistencia a la rotura de 34 Kg/cm²”

3.2.2. DISEÑO DE CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

El diseño empleado en la presente investigación es cuantitativa, debido que se realizó métodos y técnicas, con la finalidad de evaluar mediante ensayos, la influencia de las virutas de acero en el concreto. Permitiendo así corroborar la hipótesis planteada en la investigación.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

- **Población:**

En la presente investigación, la población en donde se realizará la investigación es el concreto, el cual se le añadió las virutas de acero, con el fin de controlar la fisuración por contracción plástica que se dan en los pavimentos de concreto simple en la ciudad de Chiclayo.

- **Muestra:**

Para la muestra de estudio, las virutas de acero fueron recogidas de las industrias de manufacturaria que ofrecen el servicio de torno en la ciudad de Chiclayo, la que fueron adicionadas al concreto, elaborando probetas cilíndricas y prismáticas con el fin de realizar los diferentes ensayos planteados en los objetivos específicos; el cual los agregados fueron provenientes de las canteras de la región Lambayeque: la Victoria (Agregado Fino) y Tres Tomas (Agregado Grueso), y el tipo de cemento usado fue el cemento portland tipo Ms de Pacasmayo.

CANT. DE PROBETAS PARA LONGITUD OPTIMA (a/c=0.50)											
Longitud (mm)	M.P.		50 mm		60 mm		70 mm		80 mm		TOTAL DE PROBETAS
Días	7	28	7	28	7	28	7	28	7	28	
Probetas para la Resistencia a Tracción	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	15

CANT. DE PROBETAS PARA PORCENTAJE OPTIMO (a/c=0.50)											
Porcentaje (%)	M.P.		0.50%		0.75%		1.00%		1.20%		TOTAL DE PROBETAS
Días	7	28	7	28	7	28	7	28	7	28	
Probetas para la Resistencia a Tracción	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	15

Días	28 (a/c=0.43)	28 (a/c=0.50)	CANT. DE PROBETA PARA EL CÁLCULO DE UNA MUESTRA PATRON CON MR= 34 Kg/cm ²	TOTAL DE PROBETAS
Probetas para la Resistencia a Flexión	2	2		

CANT. DE PROBETA PARA EL CUADRO COMPARATIVO CON MP (MR=34 Kg/cm ²)										
Muestra	PATRON			VIRUTAS			FIBRA			TOTAL DE PROBETAS
Días	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
Probetas para la Resistencia a Flexión	-	-	2	-	-	2	-	-	2	6
Probetas para la Resistencia a Compresión	2	2	2	2	2	2	2	2	2	18
Probetas para la Resistencia a Tracción	2	-	2	2	-	2	2	-	2	12

ENSAYO DE POTENCIAL DE FISURACIÓN		TOTAL
MUESTRA PATRÓN	4	8
MUESTRA CON VIRUTAS DE ACERO	2	
MUESTRA CON FIBRAS	2	

TOTAL DE PROBETAS CILINDRICAS	60
TOTAL DE PROBETAS PRISMÁTICAS (VIGAS)	10
ENSAYO DE POTENCIAL DE FISURACIÓN	8

3.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para la realización de esta investigación, los criterios de evaluación fueron que:

- Las virutas de acero sean provenientes de las industrias de manufacturarias que brindan servicio de torno en la ciudad de Chiclayo, con la finalidad de realizar un análisis descriptivo de las características de estas.
- El cemento utilizado, fuera un cemento anti salitre, en el cual su uso sea para estructuras en contacto con el ambiente, al igual para suelo húmedos salitrosos que son muy comunes en la ciudad de Chiclayo; por aquella razón se optó por el cemento Pacasmayo MS.
- Los agregados cumplan con la norma NTP 400.012 y que sean provenientes de las canteras de la zona de Chiclayo; es por eso que se empleó el agregado fino, proveniente de la cantera de la Victoria y el agregado grueso, proveniente de la cantera de tres tomas; cabe recalcar que para que este último cumpla con la norma se tuvo que mezclar medio balde piedra de ¾” más dos baldes de piedra de ½”, debido a que el material proveniente de la cantera no era muy heterogéneo.
- El molde cilíndrico cumpla con la NTP 339.034 y ASTM C-496, que describen los ensayos de compresión y la tracción indirecta del concreto, por el que se realizó probetas cilíndricas de 15 x 30 cm.
- El molde prismático (viga) cumpla con la NTP 339.078, que describe el ensayo de flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, por aquella razón se realizó moldes de 15 x 15 x 55 cm.

3.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	INDICE
TIPO	DESCRIPCIÓN				
INDEPENDIENTE	ADICION DE VIRUTAS DE ACERO	Morfología	Longitud	Vernier / Regla	mm
		Porcentaje	% en peso de cemento	balanza	gr.
DEPENDIENTE	FISURAS POR CONTRACCIÓN PLÁSTICA	Ensayo del concreto en estado plástico	Potencial de fisuración del concreto simple	ASTM C1579-06	%
	PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO	Ensayos del concreto en estado endurecido	Resistencia a la Compresión	NTP 339.034	kg/cm ²
			Resistencia a la tracción	ASTM C-496	kg/cm ²
			Resistencia a la Flexión	NTP 339.078	Mr (Kg/cm ²)
INTERVINIENTE	AGREGADOS	Características	Análisis Granulométrico	NTP 400.012	gr.
			Contenido de Humedad	NTP 339.185	%
			Peso específico y Grado de Absorción	NTP 400.021 NTP 400.022	%
			Peso Volumétrico de los Agregados	NTP 400.017	kg/cm ³

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. TÉCNICA

Para realizar la presente investigación, se han realizado las siguientes técnicas:

- **Análisis de contenido:**

En vista de las diferentes fuentes bibliográficas en las que se han interpretado para realizar esta investigación.

- **Observación:**

Debido a que se observó las diferentes virutas de acero, generados en todas las empresas de manufactura que trabaja con torno en la ciudad de Chiclayo, con el fin de realizar un análisis descriptivo de las diferentes características este residuo.

• **Experimental:**

Se manipuló la variable independiente de estudios en diferentes longitudes y porcentajes, para así describir los resultados obtenido mediante los ensayos flexión, compresión, tracción y potencial de fisuración.

3.6.2. FUENTES

- Norma Técnica Peruana (NTP)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- Manual de carreteras (EG-2013)
- Reglamento nacional de edificaciones (CE 0.10)

3.6.3. PROGRAMAS PARA EL PROCESO DE DATOS

- Microsoft Office Word
- Microsoft Office Excel

3.6.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.4.1. ENSAYOS

- **Ensayo de los materiales:** Granulometría, absorción, peso específico, humedad, peso unitario suelto seco y peso unitario compactado
- **Ensayo del concreto en estado fresco:** Asentamiento, Peso Unitario, Potencial de Fisuración.
- **Ensayo del concreto en estado endurecido:** Resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión con carga a los tercios

3.7. PROCEDIMIENTOS

3.7.1. En primer lugar, se realizó la recolección y el análisis descriptivo de las diferentes características de las virutas que se generan en la mayoría de empresas de manufactura que brindan servicio del torno.



- 3.7.2. En segundo lugar, se efectuó el ensayo granulométrico de los agregados, con el fin de cumplir con los requisitos que nos otorga la NTP 400.012.
- 3.7.3. Posteriormente de haber encontrado los agregados idóneos, se realizaron los siguientes ensayos a cada uno de ellos: peso unitario suelto seco, peso unitario suelto húmedo, humedad, absorción y peso específico. Con el fin de realizar el diseño de mezcla con relación agua - cemento de 0.5 y con asentamiento de 3”.
- 3.7.4. Se procedió a cortar las virutas en diferentes longitudes de 4, 5, 6, 7 y 8 cm, con la finalidad de adicionarle al concreto con un porcentaje de 1% del peso del cemento, se escogieron estas longitudes para adaptarlas dentro del rango de una fibra, el cual presentan longitudes de 2.5 cm hasta 7.5 cm. Para aquello, se realizaron probetas de concreto de 15 x 30 cm.
- 3.7.5. Se realizó el ensayo de tracción para encontrar la longitud óptima de las virutas, teniendo en consideración una longitud de anclaje de esta con el concreto. Hallando de esta manera la longitud óptima. Luego, se realizó el vaciado de las fibras con la longitud óptima con diferentes porcentajes (0.5%, 0.75%, 1% y 1.2%) y de igual manera se empleó el ensayo a tracción, encontrando ahora un porcentaje óptimo de las virutas.
- 3.7.6. Por otro lado, se buscó el diseño de mezcla optimo, para encontrar mediante el ensayo a flexión a tercios, el módulo de rotura de 34 Kg/cm². Encontrando de esta manera la dosificación patrón.
- 3.7.7. Posteriormente se realizó ensayos de compresión y flexión, con un diseño de concreto patrón, de un concreto con virutas de acero y un concreto con la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB. Con la finalidad de realizar un cuadro comparativo de las diferentes adiciones mencionadas en el concreto.
- 3.7.8. Luego se realizó el ensayo de potencial de fisuración de un concreto patrón, concreto con virutas de acero y un concreto con la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB.
- 3.7.9. Finalmente se realizó el procesamiento de datos, comparando también que tan económico resulta utilizar las virutas de acero a comparación de las fibras Sika Fiber® CHO 80/60 NB.

3.8. PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para el desarrollo de esta investigación se han planteado cuatro fases, las cuales serán descritas a continuación:

❖ FASE I: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

- ✓ Revisión de bibliografías y búsqueda de antecedentes.
- ✓ Revisión de las normas vigentes.

❖ FASE II: OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES

- ✓ Adquisición de las virutas de acero.
- ✓ Adquisición de los agregados.

❖ FASE III: ENSAYOS

- ✓ Ensayo para los agregados.
- ✓ Diseño de mezcla.
- ✓ Elaboración de testigos
- ✓ Curado de los testigos
- ✓ Ensayo de resistencia a la tracción
- ✓ Ensayo de resistencia a la flexión
- ✓ Ensayos de resistencia a la compresión
- ✓ Ensayo de potencial de fisuración

❖ FASE IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS

- ✓ Obtención de los resultados de los ensayos
- ✓ Procesamiento de resultados
- ✓ Conclusiones y recomendaciones

❖ FASE V: CULMINACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- ✓ Presentación del proyecto al jurado
- ✓ Levantamiento de observaciones
- ✓ Revisión Final por parte del jurado

3.9. MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019.
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	¿La incorporación de las virutas de acero obtenidas de los residuos del torno, podrán controlar las fisuras por contracción plásticas y las propiedades mecánicas en pavimentos de concreto simple con un módulo de rotura de 34Kg/cm ² ?
FORMULACIÓN DE HIPOTESIS	La incorporación de las virutas de acero, obtenido de los residuos del torno, mejorará el control de las fisuras por contracción plástica y las propiedades mecánicas de los pavimentos de concreto para un módulo de rotura de 34 Kg/cm ² .
OBJETIVO GENERAL	Evaluar la influencia de las virutas de acero en el control de la fisuración asociada a la contracción plástica en pavimentos de concreto simple para un módulo de rotura de 34 kg/cm ² en la provincia de Chiclayo, Lambayeque 2019.
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	<p>Describir las diferentes características de las virutas de acero.</p> <p>Determinar mediante el ensayo a tracción indirecta una longitud optima de la viruta de acero, con una adición de 1% del peso del cemento.</p> <p>Determinar con la longitud optima y mediante el ensayo a tracción indirecta con adición de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% del peso del cemento, un porcentaje óptimo de las virutas de acero adicionadas en el concreto.</p> <p>Analizar el peso unitario del concreto con la longitud optima y en porcentajes de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% del peso del cemento.</p> <p>Determinar el diseño de mezcla, con una relación agua-cemento de 0.50, para un módulo de rotura de 34 Kg/cm².</p> <p>Determinar el comportamiento del concreto con la longitud y porcentaje optimo, mediante los ensayos de compresión, tracción y flexión.</p> <p>Realizar ensayos de compresión, tracción y flexión en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, de un concreto normal y la de un concreto con adición de la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB.</p> <p>Comparar mediante cuadros y gráficas comparativas, las propiedades mecánicas y los costos de un concreto con virutas de acero, la de un concreto sin ninguna adición y la de un concreto con la adición de la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB.</p>

3.10. CONSIDERACIONES ÉTICAS

CONSIDERACIÓN	ANTECEDENTE			INVESTIGACIÓN PROPIA	COMENTARIO
	AUTOR	TÍTULO	ELECCIÓN		
OBTENCIÓN DE LAS VIRUTAS DE ACERO	GARATE LABAJOS, MELISSA	EFFECTO DE LA VIRUTA DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c=210\text{Kg/cm}^2$	Realizó la muestra de un empresa que ofrece servicio de torno en el que obtuvo muestras de 2 mm de espesor con longitud de 35 mm	Se obtuvo muestras de cuatro empresas que ofrecen servicio de torno, el que los diámetros varían de 0.5 a 3mm y presentando diferentes longitudes	El espesor de virutas recaudadas en la ciudad de Chilayo mayormente varía entre 1mm a 2.5mm
ELECCIÓN DE LA LONGITUD y PORCENTAJE A UTILIZAR	ANTILLÓN JORGE	USO DE FIBRAS EN EL CONCRETO	Menciona que existen dos tipos de fibras: las microfibras, cuyas longitudes oscilan entre los 12 a 75mm y las macrofibras cuya longitudes oscilan entre 13mm a 70 mm	Con la finalidad de encajar las virutas de acero como fibras, se optó longitudes de 40mm, 50mm, 60mm, 70mm y 80mm, de igual manera se optó por adicionarlas en porcentajes de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% del peso del cemento	En la presente investigación se obtuvo que la longitud y porcentaje óptimo de las virutas de acero es de 7cm con 1% del peso del cemento
	CUICHAP AGUILAR, JOHAN	USO DE FIBRAS DE ENVASES PLÁSTICOS PET COMO REFUERZO PARA EL CONTROL DE FISURAS DEL CONCRETO SIMPLE	Encontró la longitud y porcentaje óptimo de las fibras de plástico PET, cuyo valor era de 60 mm con un porcentaje de 0.90% del peso del cemento		
DISEÑO DE MEZCLA	ACI - 211	DISEÑO DE MEZCLA PARA EL CONCRETO	Para alcanzar la resistencia específica a los 28 días, se debe emplear una resistencia requerida que se le adiciona al diseño de mezcla, teniendo así una cierta relación agua - cemento.	Se diseñó directamente con una relación agua - cemento de 0.50, con la finalidad de cumplir con la norma técnica peruana	Se empleó el diseño de mezcla según el ACI-211 sin tener en cuenta la resistencia requerida que otorga.

Debido a que toda investigación se nace con los antecedentes, en la tabla anterior se menciona cuáles puntos se han tomado en cuenta para el empleo de esta investigación, cabe recalcar que la presente investigación de las virutas de acero para el control de fisuración en pavimentos rígidos no está siendo, ni ha sido desarrollada anteriormente. Por lo que los resultados, son propios de esta investigación y se compara con algunas investigaciones que han empleado el uso de fibras de acero.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VIRUTAS DE ACERO

Tomando una muestra representativa de cuatro empresas que ofrecen servicio de torno, se obtuvieron que debido al mecanizado del torno todas tienen forma helicoidal o espiralado, como se aprecia en la figura 13, el espesor de estas varía de 0.5 a 3 mm (figura 15) y que algunas son más alargadas que otras, ofreciendo así diferentes tamaños y formas de virutas. Esto depende que el residuo generado, es propio de cada trabajo que se realice en el torno.

Las longitudes de las diferentes virutas varían de acuerdo al corte y al material en el que se esté trabajando. De estas se puede describir, que existe virutas discontinuas y virutas continuas. Se le llama virutas discontinuas debido a que presenta una longitud hasta de 3cm, es decir longitudes muy cortas (figura 12) y virutas continuas debido a que estas ofrecen longitudes mayores, cabe decir, de que las empresas al momento de guardar este residuo en sacos, estas tienden a enredarse (figura 14) y al momento de desenredarlas para la investigación se obtuvieron longitudes hasta de 15 cm, en las que mayores a 10 cm eran muy pocas de obtener.

Realizando un análisis descriptivo de las diferentes virutas encontradas en la ciudad de Chiclayo, el 15% presenta un espesor de 0.5 mm, el 30% un espesor de 1mm, el 35% espesor de 2mm y un 20% de 3mm.

Fig. 12 Virutas Discontinuas



Fuente: Propia

Fig. 13 Formas de Virutas de Acero



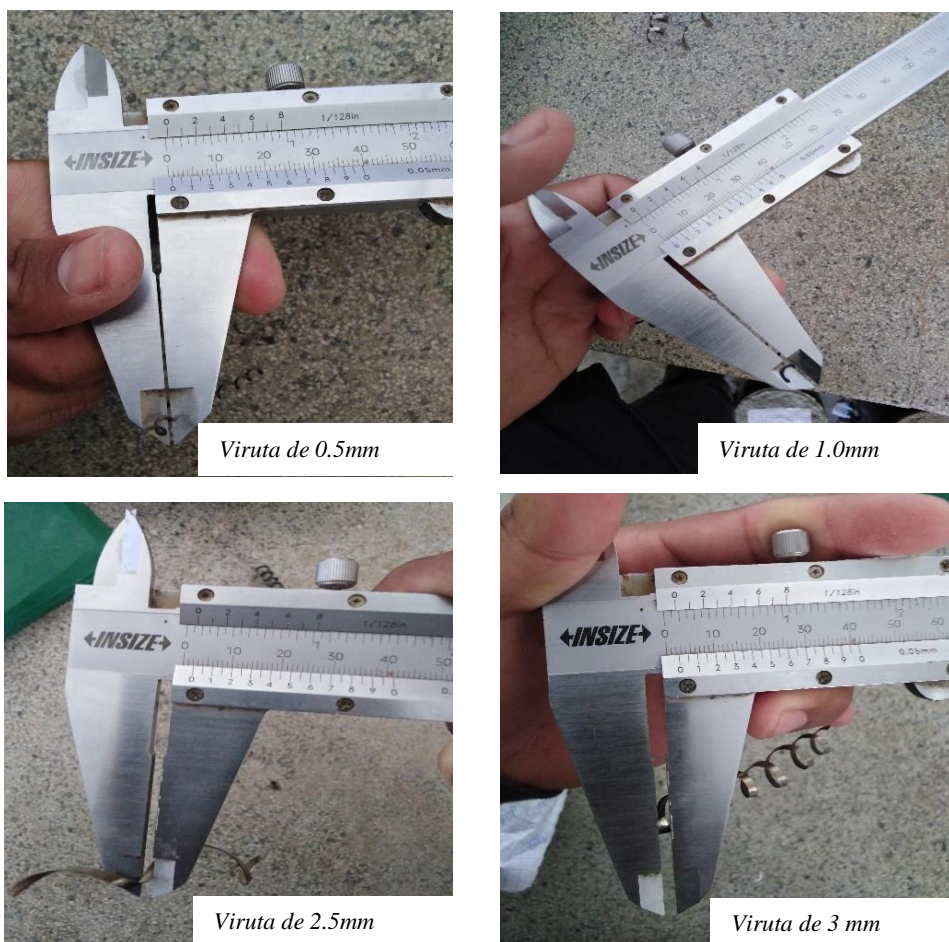
Fuente: Propia

Fig. 14 Virutas Continuas



Fuente: Propia

Fig. 15 Espesores de las Virutas de Acero



Fuente: Propia

4.1.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES

Para el diseño de mezcla del concreto, mediante el ACI 211; se realizó los siguientes ensayos de los agregados:

4.1.2.1. GRANULOMETRIA DE LOS AGREGADOS

Se puede apreciar que el agregado fino, proveniente de la cantera de Pátapo – La Victoria, es aquella que cumple con una adecuada granulometría, obteniendo así un módulo de fineza de 2.94.

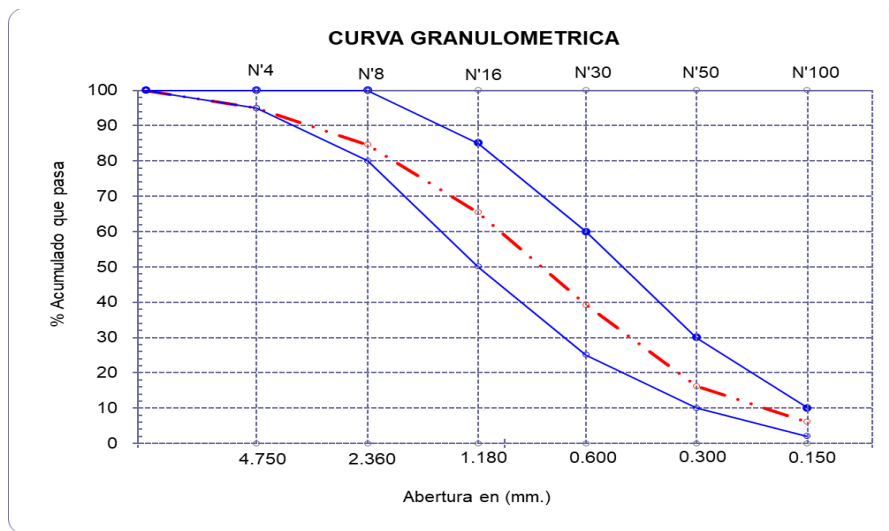
Tabla 1: Granulometría del Agregado Fino

P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso	(%)	(%) Acum.	(%) Acum.	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)	Ret.	Ret.	Ret.	Que Pasa		
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
Nº 04	4.750	25	5.0	5.0	95.0	95	100
Nº 08	2.360	52	10.4	15.4	84.6	80	100
Nº 16	1.180	96	19.2	34.6	65.4	50	85
Nº 30	0.600	131	26.2	60.8	39.2	25	60
Nº 50	0.300	115	23.0	83.8	16.2	10	30
Nº 100	0.150	51	10.2	94.0	6.0	2	10
Nº 200	0.075	20	4.0	98.0	2.0	2	10
Fondo		10.0	2.0	96.0	4.0		
Módulo de Fineza				2.936			
Abertura de malla de referencia				Nº 04			

Fuente: Elaboración propia

Fig. 16: Curva Granulométrica del Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia

Para el agregado grueso, se combinó dos tamaños de piedra, medio balde de ¾” y dos baldes de ½”, con la finalidad de que esta cumpla con una granulometría adecuada, cabe mencionar que este agregado es proveniente de la cantera Tres Tomas – Chancadora Granda.

Tabla 2: Granulometría del Agregado Grueso

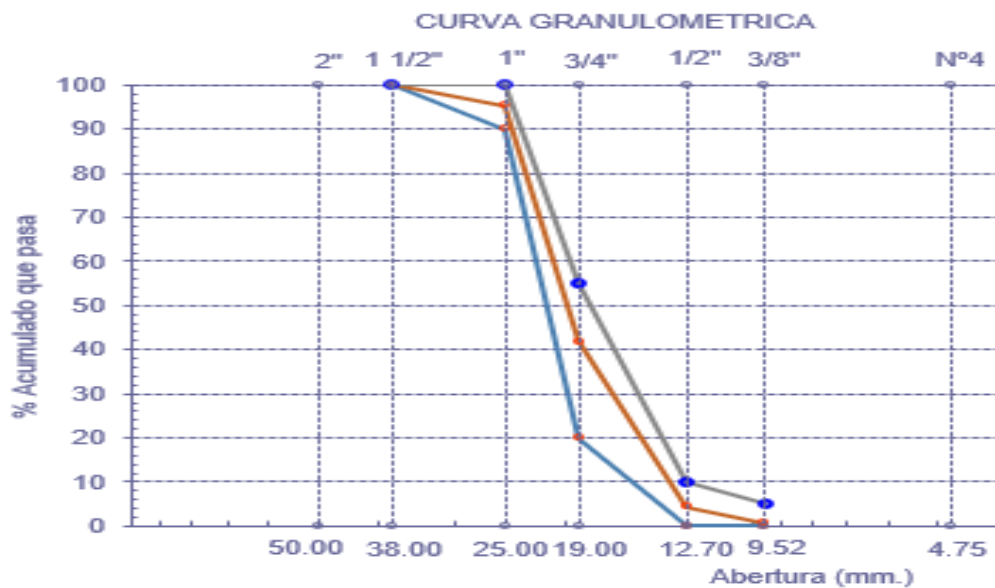
Cantera : Tres tomas- CHANCADORA GRANDA

P. Inicial S. 5000

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.000	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.000	230	4.6	4.6	95.4	100	100
3/4"	19.000	2674	53.5	58.1	41.9	90	100
1/2"	12.700	1880	37.6	95.7	4.3	-	-
3/8"	9.520	186	3.7	99.4	0.6	20	55
Nº 04	4.750	20	0.4	99.8	0.2	0	10
Nº 08	2.360	0	0.0	99.8	0.2	0	5
Nº 16	1.190	0	0.0	99.8	0.2	-	-
Fondo		10.0	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1 1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	19.00			

Fuente: Elaboración propia

Fig. 17: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

En el contenido de humedad de los agregados, se obtuvo que para el agregado fino la humedad es de 1.21% y para el agregado grueso de 0.40%.

Tabla 3: Contenido de Humedad de los Agregados

Cantera : Patapo - La Victoria

I.- Datos Muestra + recipiente = 572.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.0
C.- Peso de recipiente	(gr.)	78.0
D.- Contenido de humedad	(%)	1.21
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.21

Cantera TRES TOMAS

I.- Datos Muestra + recipiente = 1082.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	996.0
C.- Peso de recipiente	(gr.)	86.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. PESO ESPECIFICO DE LOS AGREGADOS

El peso específico del agregado fino es de 2568.83 kg/cm³

Tabla 4: Peso Especifico del Agregado Fino

Cantera PATAPO

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	947.2
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3
4.- Peso del Agua	(g)	307.0
5.- Peso del Frasco	(g)	140.25
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.06
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.81

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.56883
-----------------------------	----------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

El peso específico del agregado grueso es de 2678.12 kg/cm³

Tabla 5: Peso Específico del Agregado Grueso

Cantera TRES TOMAS

I .- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1976
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1991
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2148
4.- Peso de la canastilla	(g)	895
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1253

II .- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m ³)	2.67812
-----------------------------	------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. GRADO DE ABSORCION DE LOS AGREGADOS

Se obtuvo que la absorción del agregado fino es de 0.85% y la del agregado grueso es de 0.75%.

Tabla 6: Absorción de los Agregados

AGREGADO	CANtera	ABSORCIÓN (%)
A. Fino	Pátapo - La Victoria	0.85
A. Grueso	Tres Tomas	0.75

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.5. PESO UNITARIO VOLUMÉTRICOS

a) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

Para el agregado fino, proveniente de la cantera La Victoria – Pátapo, se obtuvo que el peso unitario suelto seco del agregado fino es de 1516.51 kg/m³ y su peso unitario compactado es de 1754.56 kg/m³.

Tabla 7: Peso Volumétrico del Agregado Fino

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18022	18057	18027
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8124	8159	8129
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1534.93		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1516.51		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19266	19315	19357
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9368	9417	9459
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1775.87		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1754.56		

Fuente: Elaboración propia

b) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

Para el agregado fino, proveniente de la cantera Tres Tomas, se obtuvo que el peso unitario suelto seco del agregado fino es de 1466.04 kg/m³ y su peso unitario compactado es de 1572.15 kg/m³.

Tabla 8: Peso Volumétrico del Agregado Grueso

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17719	17677	17708
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		7821	7779	7810
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1471.93		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1466.04		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18270	18282	18440
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9996.0	9996.0	9996.0
3.- Peso del material		8274.0	8286.0	8444.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1572.15		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1565.86		

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. DISEÑO DE MEZCLA

Se realizó el diseño de mezcla con una relación agua – cemento de 0.50, sin tomar en cuenta la resistencia requerida que recomienda el ACI-211, debido que al momento de realizar los ensayos de flexo-tracción el módulo de rotura de la viga superaba los 34 Kg/cm², por fines de esta investigación se tuvo que realizar directamente una relación agua cemento de 0.50.

Tabla 9 Diseño de Mezcla – a/c=0.43

CORRECCIÓN DE SLUMP - MEZCLA PATRÓN - a/c=0.43

SLUMP Requerido: 3"
Obtenido 2.2"
Aumentar: 4.00 Lts
Nueva Agua: 219.00 Lts
Nuevo cemento: 511.28

CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	501.95 Kg
b) Agua	215.00 Lts
d) Ag. Grueso	948.91 %
e) Ag. Fino	645.63 Kg
f) Aditivo	0.00 Kg

Volumenes Correguidos	
a) Cemento	0.162 m ³
b) Agua	0.219 m ³
c) Aire	0.020 m ³
d) Ag. Grueso	0.354 m ³
Agregado Fino	0.244 m ³
	627.74 Kg

NUEVAS CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	511.28 Kg
b) Agua	219.00 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	948.91 Kg
e) Ag. Fino	627.74 Kg

12.03bls

3.3. Corrección por humedad

PH= PS*(1+%H)
+ PH (Ag. Grueso) = 952.72 Kg
+ PH (Ag. Fino) = 635.40 Kg

3.4. Aporte por Humedad

+ Agregado Grueso -3.31
+ Agregado Fino 2.35
Agua efectiva 219.96

CONDICIONES HUMEDAS	
a) Cemento	511.28 Kg
b) Agua	219.96 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	952.72 Kg
e) Ag. Fino	635.40 Kg

18.28 Lts/bls

DOSIFICACIÓN EN PESO			
511.2840	635.3961	952.7242	18.28 lt/bls
511.2840	511.2840	511.2840	
C	AF	AG	
1	1.25	1.85	18.28 lt/bls

Materiales por Tanda	
Cemento	42.50 Kg/bls
Agua	18.28 Lts/bls
Ag. Grueso	78.63 Kg/bls
Ag. Fino	53.13 Kg/bls
Aditivo	0
Total	192.53

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso 1471.93
b) Agregado Fino 1553.65

4.2. Peso Húmedos por p³

1 bls = 1.00 pie³
1 m³ = 35.32 pie³
PUSH (ag) = 41.67 Kg/pie³
PUSH (af) = 43.99 Kg/pie³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	53.1250	78.6250	18.28 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	
C	AF	AG	
1	1.21	1.89	18.28 lt/m3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10 Diseño de Mezcla – a/c=0.50

CORRECIÓN DE SLUMP - MEZCLA PATRÓN - a/c=0.50

SLUMP Requerido: **3"** Aumentar: 2.5
 Obtenido **2.5"** Nueva Agua: 230.00 Lts
 Nuevo cemento: 460

CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	455.00 Kg
b) Agua	227.50 Lts
d) Ag. Grueso	948.91 %
e) Ag. Fino	651.80 Kg
f) Aditivo	0.00 Kg

Volumenes Corregidos

a) Cemento	0.146 m ³
b) Agua	0.230 m ³
c) Aire	0.020 m ³
d) Ag. Grueso	0.354 m ³
Agregado Fino	0.250 m ³
	641.30 Kg

NUEVAS CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	460.00 Kg
b) Agua	230.00 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	948.91 Kg
e) Ag. Fino	641.30 Kg

3.3. Corrección por humedad

PH= PS*(1+%H)
 + PH (Ag. Grueso) = 952.72 Kg
 + PH (Ag. Fino) = 649.13 Kg

3.4. Aporte por Humedad

+ Agregado Grueso -3.31
 + Agregado Fino 2.40
Agua efectiva 230.91 0.23

CONDICIONES HUMEDAS	
a) Cemento	460.00 Kg
b) Agua	230.91 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	952.72 Kg
e) Ag. Fino	649.13 Kg

21.33 Lts/bls

DOSIFICACIÓN EN PESO			
460.0000	649.1267	952.7242	21.33 lt/bls
460.0000	460.0000	460.0000	
C	AF	AG	
1	1.40	2.05	21.33 lt/bls

Materiales por Tarda	
Cemento	42.50 Kg/bls
Agua	21.33 Lts/bls
Ag. Grueso	87.13 Kg/bls
Ag. Fino	59.50 Kg/bls
Total	210.46

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso 1471.93
 b) Agregado Fino 1553.65

4.2. Peso Humedos por p³

1 bls = 1.00 pie³
 1 m³ = 35.32 pie³
 PUSH (ag) = 41.67 Kg/pie³
 PUSH (af) = 43.99 Kg/pie³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	59.5000	87.1250	21.33 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	
C	AF	AG	
1	1.35	2.10	21.33 lt/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.4. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS

a) LONGITUD OPTIMA

Se aprecia que, a mayor longitud de virutas de acero, el asentamiento tiende a bajar. En la siguiente tabla, se aprecia el asentamiento por cada longitud de viruta:

Tabla 11 Asentamiento del Concreto Adicionando Diferentes Longitudes de Virutas

PROBETA	FIBRA		SLUMP
	Porcentaje (%)	Longitud (cm)	
P-N°01	-	-	3"
L8-N°01	1.00%	8	1.7"
L7-N°01	1.00%	7	2.2"
L6-N°01	1.00%	6	2.5"
L5-N°01	1.00%	5	2.5"
L4-N°01	1.00%	4	2.8"

Fuente: Elaboración propia

b) PORCENTAJE ÓPTIMO

Mientras mayor porcentaje se le adicione las virutas de acero al concreto estas reducen su asentamiento. En la siguiente tabla, se aprecia el asentamiento por cada porcentaje:

Tabla 12 Asentamiento del Concreto en Diferentes Porcentajes de Virutas

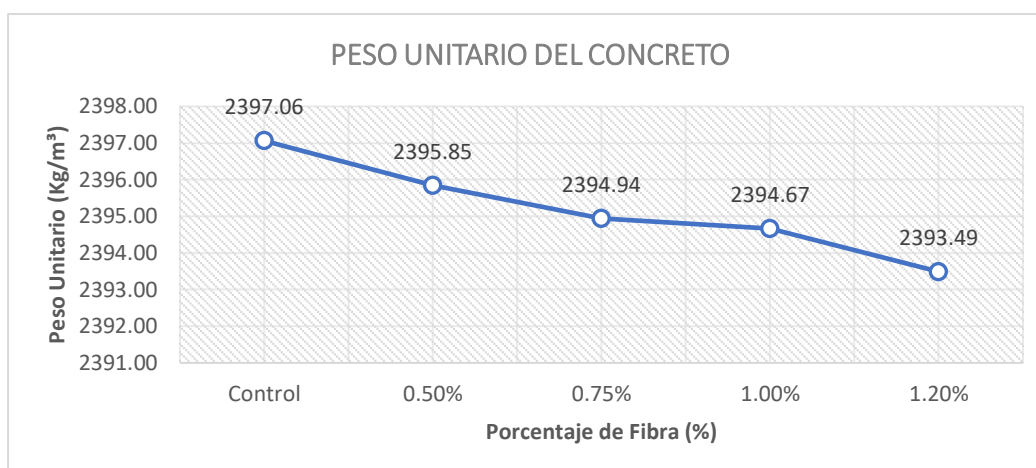
PROBETA	FIBRA		SLUMP
	Porcentaje (%)	Longitud (cm)	
P-P	-	-	3"
P-0.50%	0.50%	7	2.8"
P-0.75%	0.75%	7	2.4"
P-1%	1.00%	7	2.2"
P-1.2%	1.20%	7	1.8"

Fuente: Elaboración propia

4.1.5. PESO UNITARIO DEL CONCRETO

En la siguiente figura, se observa que a medida que el porcentaje de virutas de acero aumenta, el peso unitario del concreto decrece gradualmente, pero a pesar de eso se puede apreciar que la adición de virutas no afecta significativamente al diseño del concreto.

Fig. 18: Peso Unitario del Concreto en diferentes porcentajes de Virutas de Acero



4.1.6. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO

a) LONGITUD ÓPTIMA

Con el fin de poder describir la relación de la mezcla con las virutas de acero, se elaboraron muestras, con un porcentaje de 1% en peso del cemento y longitudes de 4, 5, 6, 7 y 8 cm. En la siguiente tabla se apreciará la resistencia a la tracción de las diferentes longitudes de las virutas de acero:

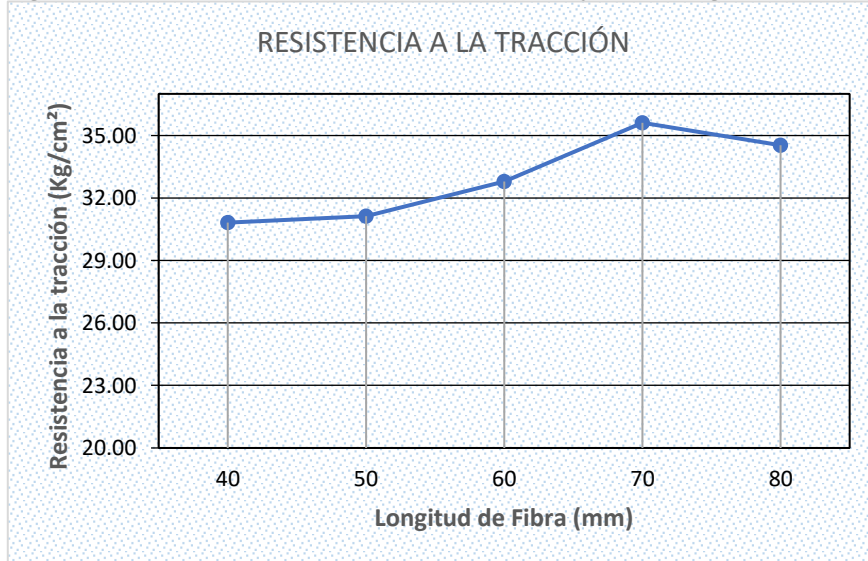
Tabla 13: Ensayo a la Tracción Indirecta del Concreto en Diferentes Longitudes

PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		FIBRA		SLUMP	ROTURA			ft (Kg/cm²)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Porcentaje (%)	Longitud (cm)		Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
P-N°01	08/10/2019	15.20	30.30	-	-	3"	15/10/2019	17650	7	24.40	24.40
P-N°02	08/10/2019	15.10	30.10	-	-	3"	05/11/2019	23440	28	32.83	33.16
P-N°03	08/10/2019	15.10	30.20	-	-	3"	05/11/2019	23990	28	33.49	
L8-N°01	08/10/2019	15.30	30.60	1.00%	8	1.7"	15/10/2019	17940	7	24.39	
L8-N°02	08/10/2019	15.20	30.30	1.00%	8	1.7"	05/11/2019	25540	28	35.30	34.52
L8-N°03	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	8	1.7"	05/11/2019	24490	28	33.74	
L7-N°01	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	7	2.2"	15/10/2019	19290	7	26.40	
L7-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	1.00%	7	2.2"	05/11/2019	25180	28	34.92	35.61
L7-N°03	08/10/2019	15.10	30.10	1.00%	7	2.2"	05/11/2019	25920	28	36.31	
L6-N°01	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	6	2.5"	15/10/2019	16350	7	22.53	
L6-N°02	08/10/2019	15.40	30.20	1.00%	6	2.5"	05/11/2019	23800	28	32.58	32.78
L6-N°03	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	6	2.5"	05/11/2019	24100	28	32.99	
L5-N°01	08/10/2019	15.20	30.50	1.00%	5	2.5"	15/10/2019	15770	7	21.66	
L5-N°02	08/10/2019	15.30	30.50	1.00%	5	2.5"	05/11/2019	22570	28	30.79	31.13
L5-N°03	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	5	2.5"	05/11/2019	22840	28	31.47	
L4-N°01	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	4	2.8"	15/10/2019	13985	7	19.27	
L4-N°02	08/10/2019	15.20	30.50	1.00%	4	2.8"	05/11/2019	22400	28	30.76	30.82
L4-N°03	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	4	2.8"	05/11/2019	22560	28	30.88	

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, los resultados de la resistencia a la tracción a los 28 días generan una variación frente a las diferentes longitudes, en la cual se muestra en la siguiente figura:

Fig. 19 Resistencia de la Tracción del concreto con diferentes longitudes de virutas



Fuente: Elaboración propia

En los resultados del ensayo a tracción indirecta de las muestras, se aprecia que existe una variación de resistencia del concreto frente a las diferentes longitudes. El cual las virutas de longitud de 4, 5, 6 cm, presentan una resistencia a la tracción por debajo de la muestra patrón y las de 7 y 8 cm su resistencia a la tracción está por encima, pero en la curva mostrada anteriormente, se aprecia que la longitud 7cm alcanza la máxima resistencia y en la de 8cm la resistencia a la tracción empieza a decrecer. Por ende, la longitud óptima de las virutas es de 7cm.

Fig. 21: Rotura de Probeta con longitud de 7cm



Fig. 20 Slump del concreto con virutas de 7 cm



b) PORCENTAJE ÓPTIMO

Para el cálculo del porcentaje óptimo se obtuvo que la viruta de acero de 7cm con un porcentaje de 1% presenta mayor resistencia a la tracción que los otros porcentajes (figura 22), el cual se aprecia en la siguiente tabla:

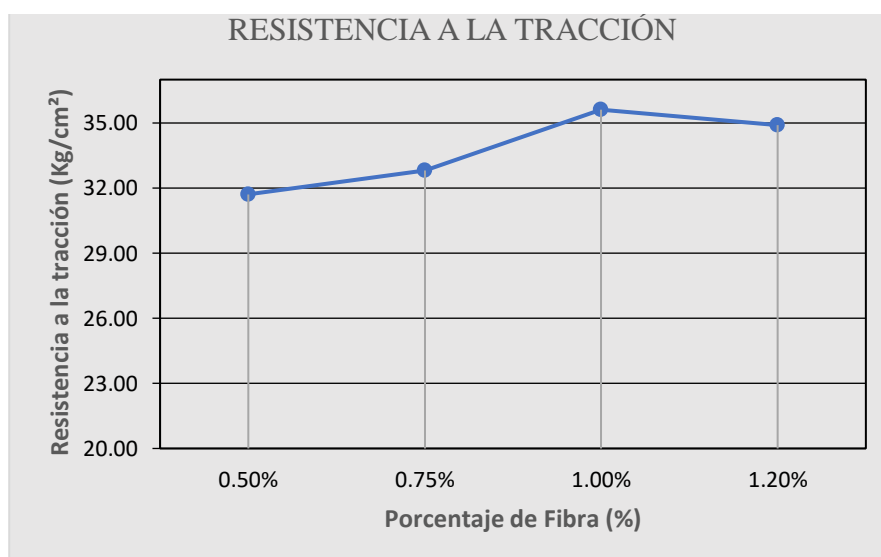
Tabla 14: Resistencia a la Tracción de las Virutas de Acero en diferentes porcentajes

PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		FIBRA		SLUMP	ROTURA			ft (Kg/cm ²)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Porcentaje (%)	Longitud (cm)		Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
P0.50-N°01	08/10/2019	15.20	30.30	0.50%	7	2.8"	15/10/2019	16830	7	23.26	23.26
P0.50-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	0.50%	7	2.8"	05/11/2019	22830	28	31.66	31.71
P0.50-N°03	08/10/2019	15.20	30.30	0.50%	7	2.8"	05/11/2019	22980	28	31.76	
P0.75-N°01	15/10/2019	15.20	30.40	0.75%	7	2.4"	22/10/2019	18450	7	25.42	25.42
P0.75-N°02	15/10/2019	15.20	30.20	0.75%	7	2.4"	12/11/2019	23680	28	32.84	32.82
P0.75-N°03	15/10/2019	15.10	30.10	0.75%	7	2.4"	12/11/2019	23420	28	32.80	
P1.00-N°01	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	7	2.2"	15/10/2019	19290	7	26.40	26.40
P1.00-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	1.00%	7	2.2"	05/11/2019	25180	28	34.92	35.61
P1.00-N°03	08/10/2019	15.10	30.10	1.00%	7	2.2"	05/11/2019	25920	28	36.31	
P1.20-N°01	15/10/2019	15.30	30.10	1.20%	7	1.8"	22/10/2019	17250	7	23.85	23.85
P1.20-N°02	15/10/2019	15.20	30.10	1.20%	7	1.8"	12/11/2019	24960	28	34.73	34.90
P1.20-N°03	15/10/2019	15.20	30.30	1.20%	7	1.8"	12/11/2019	25370	28	35.07	

Fuente: Elaboración propia

Entonces como resultado tenemos que la longitud y porcentaje óptimo de las virutas es la de 7cm con una adición al concreto de 1% del peso del cemento. Además, esta presenta una consistencia de 2" y cumple con el rango mínimo de la MTC E-705, que menciona que la consistencia del concreto para un pavimento rígido debe estar en el rango de 2" – 3" (fig. 25).

Fig. 22 Resistencia a Tracción del concreto en diferentes porcentajes de virutas de acero



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 23 Consistencia del concreto EG-2013

La cantidad de cemento por metro cúbico (m³) de concreto no será inferior a trescientos (300) kilogramos. La relación agua/cemento no será superior a 0,50 y el asentamiento, medido con el Cono de Abrams (MTC E 705) deberá estar entre 50 mm y 75 mm (2" - 3").

Fuente: EG-2013

c) COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

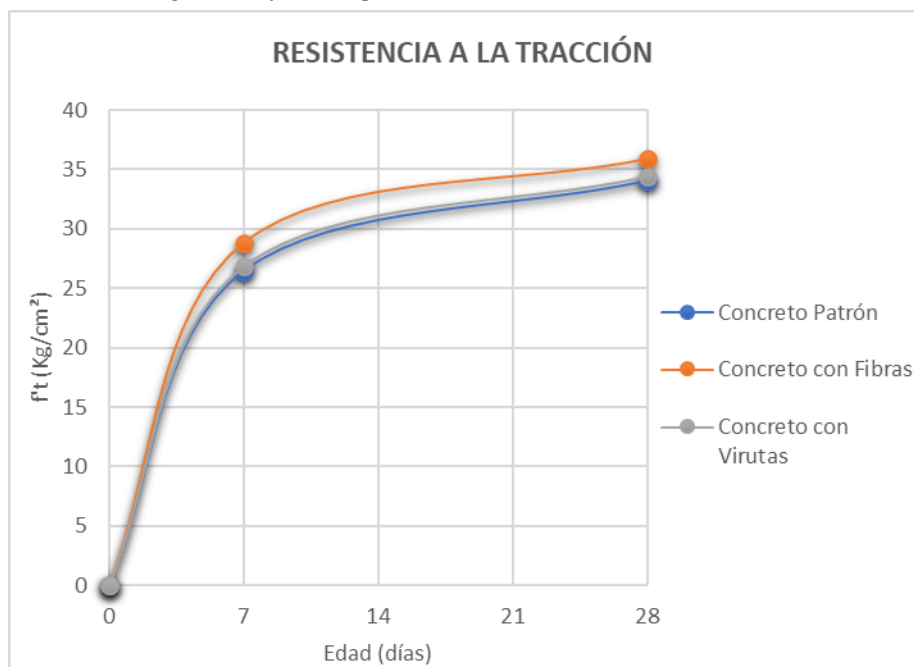
Obtenido la longitud y porcentaje óptimo de las virutas. Se realizó las comparaciones de un concreto patrón, concreto con adición de fibra sikafiber® CHO 80/60 y la de un concreto con virutas. Con la finalidad de realizar las comparaciones de las propiedades del concreto, al adicionar el sika fiber al concreto, se empleó la dosificación menor que da a conocer su ficha técnica, la cual es adicionar al concreto 10 Kg/m³, esto se realizó con la finalidad de obtener una dosificación similar a la del concreto con virutas.

Al apreciar la tabla N°15, se comenta que, a los 28 días, la resistencia a la tracción del concreto se ve mejorada en un 5.35% al adicionar el Sika Fiber CHO 80/60 y mejora en casi un 1% al adicionar las virutas de acero en el concreto.

Tabla 15 Cuadro Comparativo de la Resistencia a la tracción

PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		ROTURA			ft (Kg/cm ²)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
CP-07	21/05/2020	15.20	30.5	28/05/2020	18680	7	25.65	26.46
CP-08	21/05/2020	15.20	30.5	28/05/2020	19860	7	27.27	
CF-07	22/05/2020	15.20	30.4	29/05/2020	21620	7	29.79	28.82
CF-08	22/05/2020	15.15	30.5	29/05/2020	20210	7	27.84	
CV-07	23/05/2020	15.20	30.4	30/05/2020	19680	7	27.11	26.82
CV-08	23/05/2020	15.20	30.4	30/05/2020	19260	7	26.54	
CP-09	21/05/2020	15.20	30.5	18/06/2020	24410	28	33.52	34.05
CP-10	21/05/2020	15.20	30.5	18/06/2020	25180	28	34.58	
CF-09	22/05/2020	15.20	30.5	19/06/2020	26900	28	36.94	35.87
CF-10	22/05/2020	15.15	30.4	19/06/2020	25180	28	34.81	
CV-09	23/05/2020	15.20	30.5	20/06/2020	24900	28	34.19	34.39
CV-10	23/05/2020	15.15	30.5	20/06/2020	25100	28	34.58	

Fig. 24 Gráfica comparativa de la Resistencia a la tracción



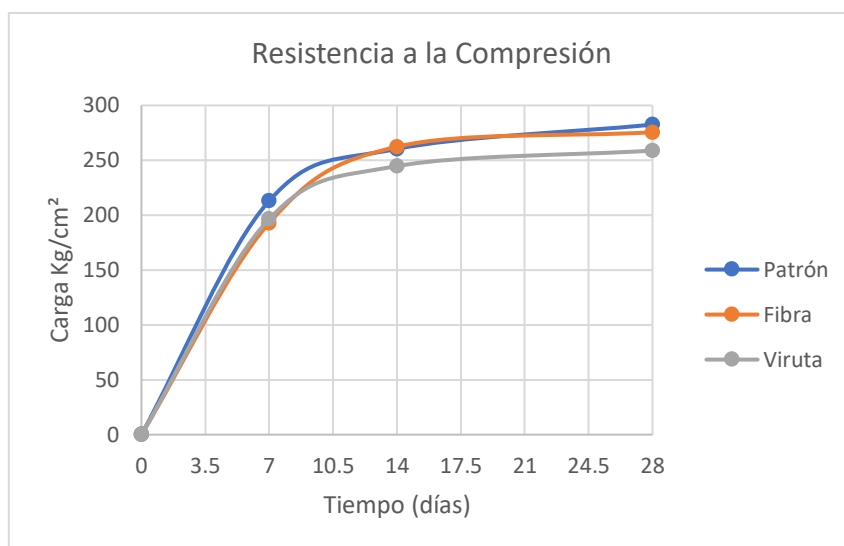
4.1.7. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Luego de obtener los datos se aprecia en la siguiente tabla y figura, la evolución de las muestras de concreto a los 28 días:

Tabla 16 Cuadro Comparativo de la Resistencia a la Compresión

Descripción	Edad	Dmt.	Área	Carga		Promedio
	(días)	(Ø)	(cm ²)	Kg.-f	kg/cm ²	
Concreto patrón	7	15.20	181.46	39650	218.51	213.08
	7	15.20	181.46	37680	207.65	
	14	15.20	181.46	47000	259.01	260.39
	14	15.20	181.46	47500	261.77	
	28	15.15	180.27	50420	279.70	282.47
	28	15.25	182.65	52100	285.24	
Concreto fibras	7	15.20	181.46	32440	178.77	192.93
	7	15.15	180.27	37330	207.08	
	14	15.20	181.46	47100	259.56	262.36
	14	15.15	180.27	47800	265.16	
	28	15.20	181.46	48380	266.62	275.55
	28	15.20	181.46	51620	284.47	
Concreto virutas	7	15.20	181.46	34580	190.57	196.49
	7	15.20	181.46	36730	202.42	
	14	15.20	181.46	42510	234.27	244.70
	14	15.15	180.27	45990	255.12	
	28	15.20	181.46	45700	251.85	258.84
	28	15.15	180.27	47920	265.83	

Fig. 25 Gráfica Comparativa de la Resistencia a la Compresión



Analizando los datos de la figura, se aprecia que la resistencia a la compresión de la muestra es de 282.47 Kg/cm² que equivale a un 100%, por el cual se puede deducir que la muestra con fibras de acero reduce la resistencia a la compresión en un 2.5%, mientras que en las virutas de acero existe una reducción de la resistencia a la compresión de un 8.4%

4.1.8. ENSAYO DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

a) DISEÑO ÓPTIMO PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm²

Para encontrar una dosificación patrón se tuvo que realizar vigas de 15 x 15 x 55. En primer lugar, se realizó el ensayo de la resistencia a la flexión teniendo en cuenta una resistencia requerida dada por el ACI-211, cuyos resultados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 17 Módulo de Rotura - Resistencia Requerida

RESULTADOS A LOS 28 DIAS

	V-1		Mr
F total	2721.00 Kgf	26693.010 N	37.00 Kg/cm ²
Longitud	49.00 cm	490.000 mm	
b	15.20 cm	152.000 mm	
h	15.40 cm	154.000 mm	
	V-2		Mr
F total	2860.00 Kgf	28056.600 N	38.63 Kg/cm ²
Longitud	49.00 cm	490.000 mm	
b	15.30 cm	153.000 mm	
h	15.40 cm	154.000 mm	
RESULTADO PROMEDIO DE AMBAS VIGAS			37.82 Kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 26 Sección Transversal - Muestra con Resistencia Requerida



Fuente: Elaboración Propia

Por fines de investigación se realizó un diseño sin tener en cuenta la resistencia requerida, con la finalidad de obtener un módulo de rotura de 34 Kg/cm². Teniendo así una dosificación en peso de 1: 1.40: 2.05 +21.33 lt/bls. Cuyo resultado promedio de la resistencia a los 28 días fue de 34.13 kg/cm² (Tabla N°17).

Tabla 18 Módulo de Rotura a los 28 – Diseño Patrón

	V-1		Mr
F total	2412.00 Kgf	23661.720 N	33.45 Kg/cm ²
Longitud	49.00 cm	490.000 mm	
b	15.10 cm	151.000 mm	
h	15.30 cm	153.000 mm	
	V-2		Mr
F total	2560.00 Kgf	25113.600 N	34.81 Kg/cm ²
Longitud	49.00 cm	490.000 mm	
b	15.20 cm	152.000 mm	
h	15.40 cm	154.000 mm	
RESULTADO PROMEDIO DE AMBAS VIGAS			34.13 Kg/cm²

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 27 Sección Transversal de la rotura de viga – Muestra Patrón



Fuente: Elaboración Propia

b) COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADO CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

Tabla 19 Ensayo a la Flexión de la Muestra Patrón

Resistencia a la Flexión del Concreto en Vigas Simplemente Apoyadas con Cargas a los Tercios del Tramo

Concreto Patrón (MP)			
Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro		$Mr = \frac{P * L}{b * h^2}$	SÍ
Si la fractura se presenta fuera en el tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud		$Mr = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$	
		Muestra N°01	Muestra N°02
Carga de Rotura	P=	2350.0	2440.0
Long. entre Apoyos	L=	48.00	48.00
Ancho Promedio	b=	15.00	15.00
Altura Promedio	h=	15.10	15.00
Módulo de Rotura	R=	32.98	34.70
Concreto Patrón (MP)		33.84 Kg/cm²	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20 Ensayo a la Flexión de la Muestra con SikaFiber CHO 80/60 NB

Concreto con Fibra (MF)			
Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro		$Mr = \frac{P * L}{b * h^2}$	SÍ
Si la fractura se presenta fuera en el tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud		$Mr = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$	
		Muestra N°01	Muestra N°02
Carga de Rotura	P=	2650.0	2550.0
Long. entre Apoyos	L=	48.00	48.00
Ancho Promedio	b=	15.00	15.00
Altura Promedio	h=	15.00	15.10
Módulo de Rotura	R=	37.69	35.79
Concreto con Fibra (MF)		36.74 Kg/cm²	108.56%

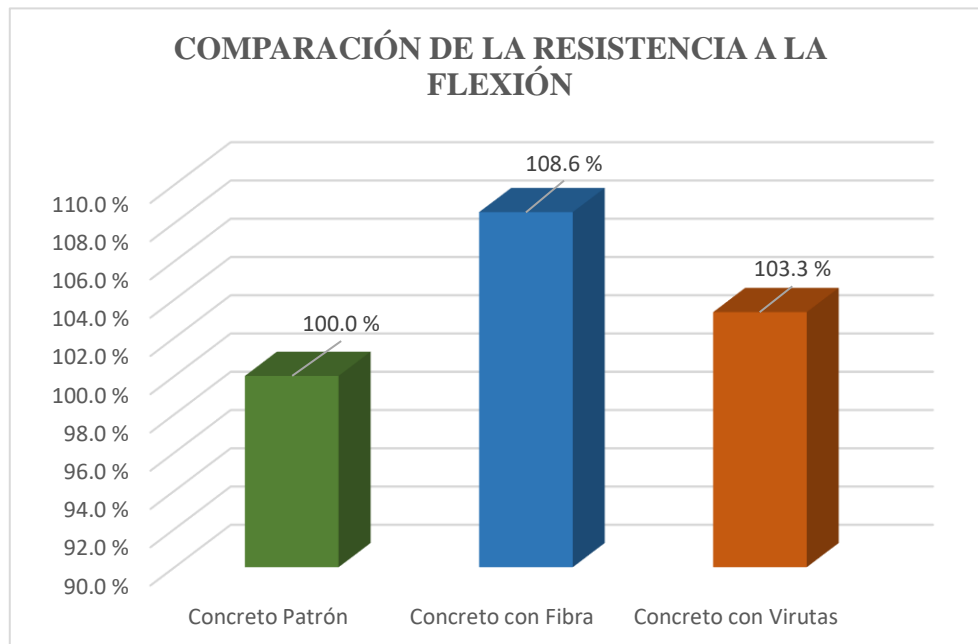
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21 Ensayo a la Flexión de la Muestra con Virutas

Concreto con Viruta (MV)			
Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro		$Mr = \frac{P * L}{b * h^2}$	SÍ
Si la fractura se presenta fuera en el tercio medio del claro, en no más del 5% de su longitud		$Mr = \frac{3 * P * a}{b * h^2}$	
		Muestra N°01	Muestra N°02
Carga de Rotura	P=	2450.0	2500.0
Long. entre Apoyos	L=	48.00	48.00
Ancho Promedio	b=	15.00	15.00
Altura Promedio	h=	15.10	15.00
Módulo de Rotura	R=	34.38	35.56
Concreto con Viruta (MV)		34.97 Kg/cm²	103.33%

Fuente: Elaboración Propia

Fig. 28 Comparación de la Resistencia a la Flexión



Fuente: Elaboración Propia

Los resultados de la resistencia a la flexión del concreto patrón, del concreto con fibras y la del concreto virutas fueron de: 33.84 Kg/cm², 36.74 Kg/cm² y 34.97 Kg/cm². El cual podemos deducir según la figura 29 que la adición de las fibras en el concreto aumenta en un 8.6% aproximadamente, mientras que las virutas tienden a aumentar en un 3.3% la resistencia a la flexión.

4.1.9. PRUEBA DE POTENCIAL DE FISURACIÓN

Para este ensayo fue necesario la construcción de los instrumentos descritos en el apartado 2.2.5.2., como son la cámara de ensayo de los moldes, el recipiente de monitoreo, la cabina ambiental. En el que se empleó para la medición de las condiciones ambientales dentro de la cabina un termohigroanemometro de marca Lutron modelo LM-8010 y para determinar el tiempo de fraguado se empleó un método empírico, debido a la dificultad de conseguir un penetrómetro en estos tiempos de cuarentena, este método consiste en colocar masas para penetrar mediante agujas al concreto tamizado. Esta masa multiplicada por la gravedad me genera una fuerza y esta al ser dividida entre el área de la aguja de penetración me genera una presión, la cual se debe penetrar hasta llegar a los 4000 PSI que es el tiempo final de fraguado, según la ASTM C-403.

Fig. 29 Ancho medio de fisuras del concreto con y sin adición de las fibras de acero

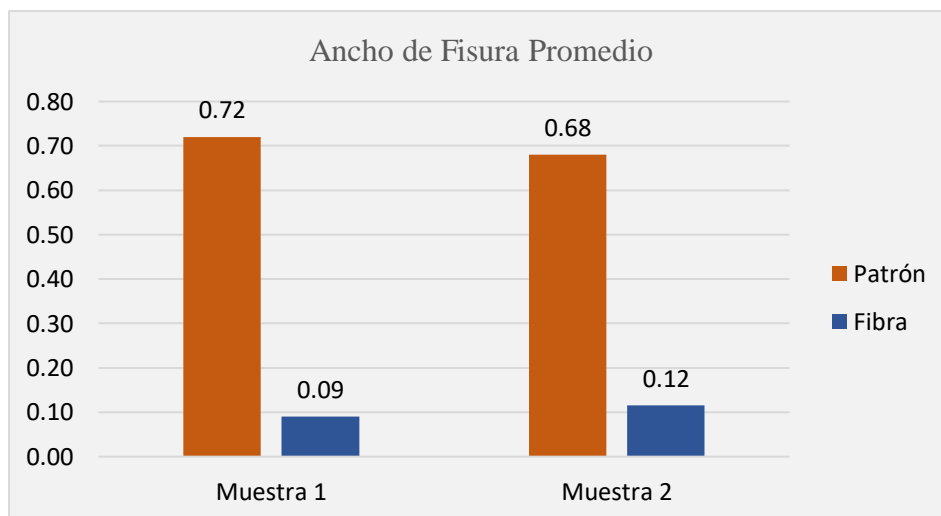


Fig. 30 Porcentaje de Reducción de fisuras de la muestra 1 y 2

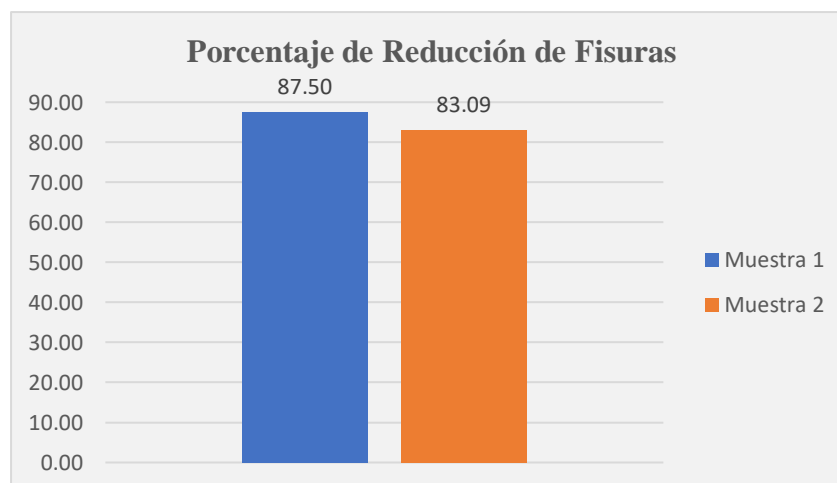


Fig. 31 Resistencia a la Penetración del Concreto



En la figura 30 se deduce que el porcentaje de reducción de las fisuras por contracción plástica que presenta el Sika fiber CHO 80/60, oscila entre sus 83% a 88% respecto a la muestra patrón del concreto.

Fig. 32 Ancho medio de fisuras del concreto con y sin adición de las virutas de acero

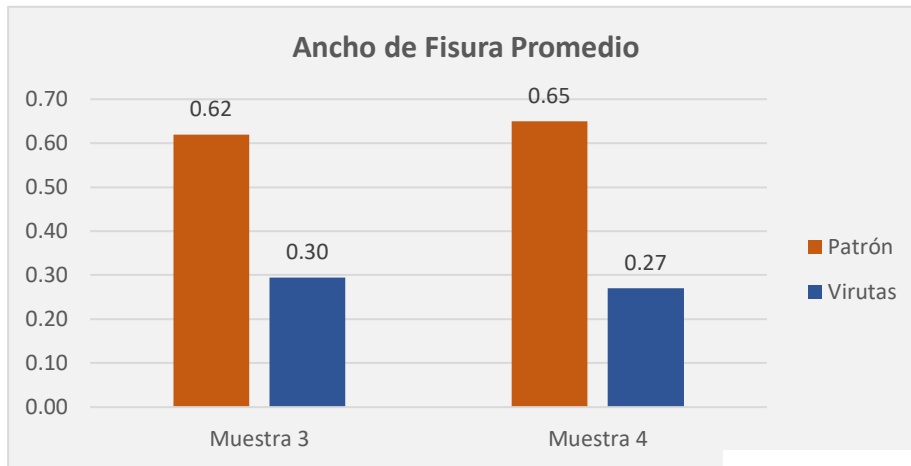
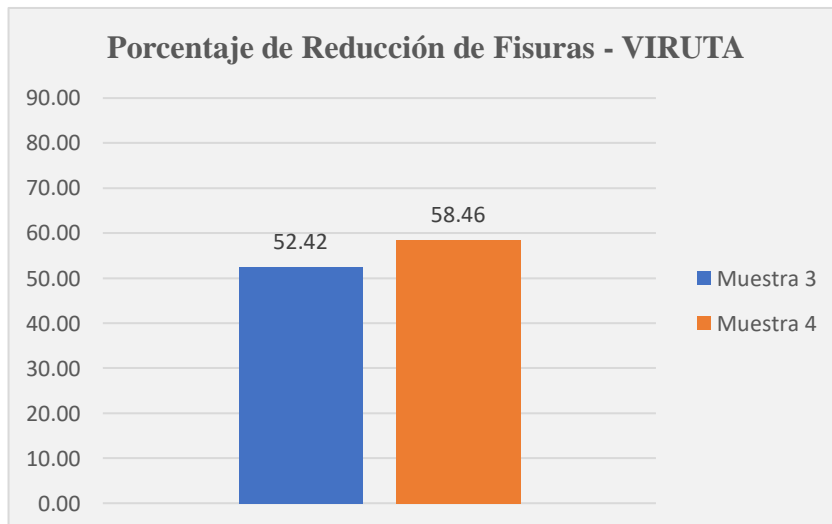


Fig. 33 Porcentaje de Reducción de fisuras de la muestra 3 y 4



Fuente: Propia

En la figura 33 se puede apreciar que el porcentaje de reducción de fisuras de un concreto adicionando las virutas de acero oscila entre sus 52 a 58.5 % respecto al concreto patrón.

En la figura 31 se aprecia que el tiempo del fraguado final del concreto en las condiciones ambientales que se realizaron en la cabina de ensayo es de 4:30 horas aproximadamente.

4.1.10. ANÁLISIS DE COSTO UNITARIO DEL CONCRETO

El análisis de costos unitarios se realizó en base a la experiencia propia y de las personas que me ayudaron para realizar la presente investigación.

Los precios unitarios de los materiales, fueron tomados en cuenta mediante la compra que se realizó en la presente investigación, los precios de mano obra, fueron sacadas de Capeco y para la cuadrilla de la partida del concreto simple con $M_r=34\text{Kg/cm}^2$, se tomó como referencia al análisis de costo unitario que realizó [4].

Durante el cortado de las virutas, el rendimiento promedio es de 5.6 Kg/día con una cuadrilla conformada por una persona. De igual manera en las siguientes tablas, se aprecia que el uso de las virutas de acero aumenta los costos unitarios del concreto.

Tabla 22 Análisis de Costos Unitarios de la Extracción de la Viruta de Acero

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:		Extracción de Virutas de Acero				
Especificaciones:		Extracción de Virutas de forma manual				
Rendimiento:		5.6 Kg/día				
Descripción	Unid.	Cuadrilla	Cant.	P. U	Parcial	Total
MATERIALES						0.30
Virutas de Acero	kg	-	1.00	0.30	0.30	
MANO DE OBRA						23.39
Peon	hh	1	1.429	16.37	23.39	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						0.70
Desgaste de Herramientas	% mo		0.030	23.39	0.70	
					TOTAL	24.39

Fuente: Propia

Tabla 23 Análisis de Costos Unitario de un concreto simple para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida: Concreto simple para losa $M_r=34\text{ Kg/cm}^2$						
Especificaciones: No incluye encofrado. Preparado con mezcladora de 9-11 p3 PU. Incluye gasolina y aceite						
Rendimiento: 14 m3/día						
Descripción	Unid.	Cuadrilla	Cant.	P. U	Parcial	Total
MATERIALES						382.79
Cemento Portland Tipo II	Bls	-	11.84	26.50	313.78	
Agua	m3	-	0.24	1.20	0.29	
Arena Gruesa	m3	-	0.44	45.00	19.98	
Piedra chancada 3/4"	m3	-	0.65	75.00	48.74	
Fibras	kg	-	-	-	-	
MANO DE OBRA						137.55
Operario	hh	2	1.143	22.91	26.18	
Oficial	hh	1	0.571	18.12	10.35	
Peon	hh	8	4.571	16.37	74.83	
Operador equipo liviano	hh	2	1.143	22.91	26.18	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						11.98
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1	0.571	7.50	4.29	
Vibrador para concreto	hm	1	0.571	6.25	3.57	
Herramientas manuales	%	3%	0.030	137.55	4.13	
TOTAL						532.33

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24 Análisis de Costos Unitario de un concreto con Virutas de Acero para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida: Concreto simple con Virutas de Acero para losa $M_r=34\text{ Kg/cm}^2$						
Especificaciones: No incluye encofrado. Preparado con mezcladora de 9-11 p3 PU. Incluye gasolina y aceite						
Rendimiento: 14 m3/día						
Descripción	Unid.	Cuadrilla	Cant.	P. U	Parcial	Total
MATERIALES						505.52
Cemento Portland Tipo II	Bls	-	11.84	26.50	313.78	
Agua	m3	-	0.24	1.20	0.29	
Arena Gruesa	m3	-	0.44	45.00	19.98	
Piedra chancada 3/4"	m3	-	0.65	75.00	48.74	
Fibras	kg	-	5.03	24.39	122.73	
MANO DE OBRA						137.55
Operario	hh	2	1.143	22.91	26.18	
Oficial	hh	1	0.571	18.12	10.35	
Peon	hh	8	4.571	16.37	74.83	
Operador equipo liviano	hh	2	1.143	22.91	26.18	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						15.58
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1	0.571	12.99	7.42	
Vibrador para concreto	hm	1	0.571	7.06	4.03	
Herramientas manuales	%	3%	0.030	137.55	4.13	
TOTAL						658.66

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25 Análisis de Costos Unitario de un concreto con SikaFiber CHO 80/60 para losa $M_r=34\text{Kg/cm}^2$

ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida: Concreto simple con SikaFiber CHO 80/60 NB para losa $M_r=34\text{ Kg/cm}^2$						
Especificaciones: No incluye encofrado. Preparado con mezcladora de 9-11 p3 PU. Incluye gasolina y aceite						
Rendimiento: 14 m3/dia						
Descripción	Unid.	Cuadrilla	Cant.	P. U	Parcial	Total
MATERIALES						465.63
Cemento Portland Tipo II	Bls	-	11.84	26.50	313.78	
Agua	m3	-	0.24	1.20	0.29	
Arena Gruesa	m3	-	0.44	45.00	19.98	
Piedra chancada 3/4"	m3	-	0.65	75.00	48.74	
Fibras	kg	-	10.00	8.28	82.84	
MANO DE OBRA						137.55
Operario	hh	2	1.143	22.91	26.18	
Oficial	hh	1	0.571	18.12	10.35	
Peon	hh	8	4.571	16.37	74.83	
Operador equipo liviano	hh	2	1.143	22.91	26.18	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						15.58
Mezcladora de 9-11 p3	hm	1	0.571	12.99	7.42	
Vibrador para concreto	hm	1	0.571	7.06	4.03	
Herramientas manuales	%	3%	0.030	137.55	4.13	
TOTAL						618.77

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se aprecia un cuadro resumen del Costo Unitario por m^3 del Concreto patrón, concreto con Virtuas de Acero y Concreto la fibra SikaFiber CHO 80/60. De igual manera se aprecia el porcentaje de incremento de las adiciones (Viruta y Fibra) respecto a la muestra Patrón.

Tabla 26 Cuadro Resumen - Costos Unitarios del concreto

CUADRO RESUMEN		
MUESTRA	COSTO POR m^3	PORCENTAJE
Concreto Patrón	S/532.33	100.00%
Concreto con Virutas de Acero	S/658.66	123.73%
Concreto con SikaFiber CHO 80/60	S/618.77	116.24%

Fuente: Elaboración Propia

4.2. DISCUSIONES

4.2.1. DESCRIPCIÓN DE LAS VIRUTAS DE ACERO

En primer lugar, para determinar la muestra, se tuvo que recolectar las virutas de acero de cuatro empresas que brinden servicio de torno en la ciudad de Chiclayo, y se comentó que, de acuerdo al trabajo del mecanizado del torno, va a variar la longitud y espesor de las virutas. El cual en la investigación de [27], comenta que, para su ensayo a la compresión del concreto, menciona utilizar virutas de longitud de 3.5 cm y que las virutas tienden a tener espesores de 2mm. En mi opinión, para realizar una investigación en donde se pretende que actúa las virutas en el concreto, se tiene que verificar cual es la longitud óptima y el porcentaje óptimo de estas al ser adicionadas al concreto, ya que presentan diferentes propiedades a las de una fibra, es más, en el torno se trabajan con diferentes tipos de acero, teniendo así muestras variables.

Es por ello, que en la presente investigación lo primero que se realizó fue un análisis descriptivo de las virutas de acero, para así encontrar mediante ensayos una dosificación de estas al ser incorporadas al concreto, permitiendo posteriormente realizar comparaciones con la fibra Sika Fiber® CHO 80/60 NB y la de un concreto patrón.

4.2.2. ENSAYO DE LOS MATERIALES

a) AGREGADO FINO

En la tabla 17, se aprecia la comparación de los ensayos del agregado fino, según los datos de [28] y los datos de la presente investigación. El cual ambos agregados, son proveniente de la misma cantera (Pátapo – La Victoria).

Tabla 27: Cuadro Comparativo de los Ensayos del Agregado Fino

Agregado Fino: Cantera Pátapo - La Victoria

ENSAYO	Datos de la Investigación propia	Datos según [28]
01. Tamaño máximo nominal	-	-
02. Peso Unitario suelto seco	1.535 gr/cm ³	1.500 gr/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1.776 gr/cm ³	1.630 gr/m ³
04. Peso específico de masa seco	2.569 gr/cm ³	2.533 gr/cm ³
05. Contenido de humedad	1.215 %	0.870 %
06. Contenido de absorción	0.845 %	1.010 %
07. Módulo de fineza	2.936	2.92

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar que los ensayos realizados en ambas investigaciones concuerdan, a excepción del contenido de humedad, debido a que esto depende de la intemperie en la que se encuentre almacenado el agregado.

b) AGREGADO GRUESO

En el agregado grueso, se tuvo que combinar dos tipos de piedra para obtener una granulometría heterogénea y que cumpla con la NTP 400.012, la dosificación fue medio balde de piedra de ¾" y dos baldes de piedra de ½". Teniendo así un tamaño máximo nominal de ¾" en la que la norma menciona que es donde se retiene entre el 5-15% de la muestra a ensayar.

Agregado Grueso: Cantera Tres Tomas

ENSAYO	Datos de la Investigación propia
01. Tamaño máximo nominal	¾"
02. Peso Unitario suelto seco	1.472 gr/cm ³
03. Peso Unitario compactado seco	1.572 gr/cm ³
04. Peso específico de masa seco	2.678 gr/cm ³
05. Contenido de humedad	0.402 %
06. Contenido de absorción	0.751 %
07. Módulo de fineza	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Ensayos del Agregado Grueso

Agregado Grueso: Cantera Tres Tomas

ENSAYO	Datos de la Investigación propia
01. Tamaño máximo nominal	¾"
02. Peso Unitario suelto seco	1.472 gr/m ³
03. Peso Unitario compactado seco	1.572 gr/m ³
04. Peso específico de masa seco	2.678 gr/cm ³
05. Contenido de humedad	0.402 %
06. Contenido de absorción	0.751 %
07. Módulo de fineza	-

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. DISEÑO DE MEZCLA

En la presente investigación para encontrar el módulo de rotura de 34 Kg/cm², en primer lugar, se empleó una resistencia requerida según el ACI-211, cuya resistencia era de 365 Kg/cm², el cual se obtuvo un valor promedio del módulo de rotura de 37.82 Kg/cm², cuyo valor

es aceptable, pero por fines de esta investigación se tenía que encontrar un módulo de rotura de 34 Kg/cm².

Existen estudios para relacionar la resistencia a la compresión con la resistencia a la flexión, cuya finalidad es encontrar el módulo de rotura respecto a la resistencia a la compresión. Una referencia es la de [29], que comenta que el módulo de rotura está entre un 10 a 20% respecto a la resistencia a la compresión, la cual menciona una resistencia aproximada si es que no se cuenta con ensayos a flexión, cuya formula es la siguiente: $M_r = k * RC^{1/2}$, donde k es una constante que varía entre 2 y 2.7, para resistencia a la compresión (RC) en Kg/cm² a los 28 días.

Por aquella razón se tuvo en cuenta dos opciones, la primera era bajar la dosificación de los agregados y así ir probando hasta llegar al módulo de rotura de 34 Kg/cm², la segunda opción fue de diseñar la mezcla directamente con una relación agua – cemento de 0.50, que es la relación máxima según el manual de carreteras EG-2013, con el que se puede realizar el diseño de mezcla para un pavimento de concreto y si en caso fuera necesario se tendría que modificar el peso de los agregados, teniendo en cuenta la relación agua – cemento de 0.50.

Teniendo aquellos puntos, se optó por realizar la segunda opción, cuyo valor promedio del módulo de rotura fue 34.13 Kg/cm², si bien es cierto no todos los datos son exactos por aquella razón se había tomado en cuenta lo que dice el manual de carreteras (EG-2013), respecto a sus criterios de aceptación de trabajo, en la cual se muestra en la siguiente figura:

Fig. 34 Calidad de la Mezcla respecto a su Resistencia - EG-2013

Ningún valor de ensayo podrá estar a más de 0,2 MPa (2 kg/cm²) por debajo de la resistencia a la flexión especificada en el Proyecto,

Fuente: EG-2013

Valga la redundancia, esto se realizó por el tema de la presente investigación cuya finalidad era encontrar un módulo de rotura de 34 Kg/cm², teniendo como parámetro lo mencionado referente al manual de carreteras. Cabe mencionar, que en esta investigación no tiene como fin encontrar una correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión.

Como una futura investigación se podría determinar una correlación entre la resistencia a la compresión respecto a la resistencia a la flexión, con los agregados de nuestra zona, con el fin de encontrar un módulo de rotura respecto al f^c.

4.2.4. PRUEBA DEL CONO DE ABRAMS

El ensayo del asentamiento se realizó mediante la norma NTP 339.035 y en los resultados obtenido se aprecia que mientras mayor sea la longitud o porcentaje de la viruta de acero adicionada en el concreto, el asentamiento decrece.

Estos resultados son comparables con aquellas investigaciones como: Cuichap [4], Castagne [14], De La Cruz y Quispe [6] y Silva [8], en las que se le adiciona al concreto, ya sea, fibras metálicas, fibras de plástico Pet, virutas de cuero o fibras de pluma de aves. En el que los investigadores, reportan también que la adición de cualquier fibra tiende a reducir el asentamiento de concreto.

Por otro lado, esta investigación se ha realizado cuyo fin sea para el uso en los pavimentos rígidos de concreto simple, el cual el MTC E-705 menciona que el asentamiento del concreto debe estar en el rango de 2” – 3”. Debido a que la trabajabilidad del concreto, es un punto importante en los pavimentos rígidos. Por aquella razón, en esta investigación realizada cumplió que la adición del porcentaje y longitud óptima de las virutas de acero presenta un asentamiento del concreto de 2” aproximadamente, cuyo valor es permisible según la norma ya mencionada.

4.2.5. PESO UNITARIO DEL CONCRETO

La adición de las virutas de acero en el concreto adicionadas en los porcentajes de 0.5%, 0.75%, 1% y 1.2% muestra como resultado que al adicionar las virutas en diferentes porcentajes no afecta en gran proporción al concreto. Este resultado es comparable con la investigación de Sotil y Zegarra [7], en el que menciona que al adicionar fibra al concreto, el peso unitario del concreto no se ve afectado, se compara con esta investigación debido a que ambas adiciones que se realiza al concreto son acero, pero cabe recalcar que la virutas de acero producto del torno puede presentar una acero A36 o A50, dependiendo el trabajo que se esté realizando en el torno. Los valores del peso unitario descienden debido a que, al adicionar las virutas, el concreto es menos trabajable, es decir que, al realizar el ensayo de peso unitario, la compactación no sería la misma, esta es la razón por la que el peso unitario desciende de una manera mínima.

4.2.6. ENSAYO A LA TRACCIÓN INDIRECTA DEL CONCRETO

Según [23], las fibras varían en una longitud de 25mm a 75mm. El cual las longitudes adoptadas para esta investigación fueron de 40mm, 50mm, 60mm, 70mm y 80mm, con el fin de encajar en el rango de las microfibras o macrofibra. Mediante el ensayo a la tracción se

determinó que las virutas de acero presentan una longitud óptima de 70 mm, ese decir se estaría encajando en el rango de una macrofibra.

Por otro lado, el porcentaje óptimo se tomó considerando la trabajabilidad y la resistencia a tracción que tiene el concreto, con la finalidad que las virutas de acero adicionadas en el concreto, mejoren la propiedades mecánicas y plásticas.

En la comparación de las 3 muestras de concreto (con fibras, con virutas y patrón), la muestra adicionada con SikaFiber CHO 80/60 NB tiene a elevar la resistencia a la tracción del concreto, mientras que las virutas que son de forma helicoidal y de diferentes espesores, eleva la resistencia a la tracción de una manera mínima. A pesar de que las virutas obtenidas en el torno, tienen diferentes espesores y diferente tipo de acero, estas elevan la resistencia a tracción del concreto, pero cabe recalcar que estos son datos variables la cual va a depender del trabajo del torno y del tipo de acero con el que se trabaja.

En esta investigación se ha empleado datos analíticos respecto a la recolección de las virutas, con el fin de determinar una longitud y porcentaje optimo sin perjudicar el Slump de diseño que da la norma de pavimentos, para poder reciclar el material sin emplear ningún aditivo y que resulte económico a comparación de una fibra comercial. Para investigaciones futuras, se puede controlar el trabajo del torno, recolectando virutas de un espesor, material y forma casi constante, ya que el espesor y la forma de la viruta depende del material. Con el fin de verificar cual de todas puede mejorar o perjudicar las propiedades del concreto.

4.2.7. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

En la figura 25 se aprecia que tanto la fibra como las virutas tienden a disminuir la resistencia a la compresión. Cabe recalcar que las fibras reducen en un porcentaje menor a comparación de las virutas.

Según [29], la adición de la fibra SikaFiber CHO 80/60 NB con una dosificación de 10Kg/m³ tiende a disminuir la resistencia a la compresión del concreto en un 7% aproximadamente para un diseño de 210 Kg/cm², con materiales de Puno donde se realizó los ensayos, dando a conocer que a baja dosificación de la fibra disminuye la resistencia a la compresión. En esta investigación se puede apreciar en la figura 25, que la dosificación mínima del Sikafiber CHO 80/60 NB disminuye la resistencia a la compresión en un 2.5% aproximadamente. Pero cabe recalcar que mientras baja su resistencia a la compresión esta tiende a aumentar su resistencia a la tracción y flexión.

4.2.8. ENSAYO DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

El reglamento de edificaciones y el manual de carreteras, nos indica que la relación agua – cemento no será superior a 0.50. De igual manera que para el diseño de un pavimento hidráulico, esta debe presentar un módulo de rotura mayor o igual a 34kg/cm².

Sin embargo, según la tesis de [28], que narra sobre la adición de las fibras de polipropileno en el concreto. Para el diseño patrón cuya finalidad es obtener un módulo de rotura de 34 kg/cm² tuvo que realizar una dosificación que menor al 0.50 de la relación agua – cemento. Cuya dosificación de dicha investigación no concuerda con los resultados del diseño de la mezcla que se realizó en este proyecto. Para encontrar el módulo de rotura de 34 Kg/cm² dependió tan solo de realizar un diseño de mezcla que tenga una relación agua – cemento de 0.50, cuyo valor promedio de la muestra patrón respecto a la resistencia a la compresión es de 280Kg/cm².

En la comparación de las 3 muestras elaboradas en esta investigación (Muestra Patrón, Muestra con SikaFiber CHO 80/60 y la Muestra con virutas), se deduce que el SikaFiber CHO 80/60 aumenta la resistencia a la Flexión en un 8.6% respecto a la muestra patrón, este resulta puede ser comparado con la investigación de [29], el cual comenta que la fibra SikaFiber CHO 80/60 con su dosificación mínima de 10 Kg/cm², aumenta su resistencia a la flexión en un 9%. Demostrando así que a pesar que la fibra, baje la resistencia a la compresión del concreto, esta puede elevar su resistencia a la flexión, favoreciendo al diseño de un pavimento de concreto. Por otro lado, la adición de las virutas al concreto aumenta en una resistencia mínima de 3.3% a comparación de la muestra patrón.

4.2.9. POTENCIAL DE FISURACIÓN

El ASTM C 1579, nos permite determinar el potencial de fisuración de un concreto adicionado con fibras en comparación de un concreto patrón, ensayadas en una cabina ambientada acondicionada a lo que manda esta norma. Por aquella razón debido al proceso de inmovilización, se tuvo ambientar la cabina o caja de ensayo con equipos que estuvieron al alcance y de igual manera se creó un método empírico para determinar el tiempo de fraguado del concreto.

Para la caja de ensayo, se empleó: reflectores de 500 y 1000 watts, con la finalidad de crear una temperatura de 38 ± 2 °C, un ventilador debajo de la cabina para generar una velocidad de 7 ± 5 m/s y obtener una humedad relativa de $30 \pm 3\%$. Estas condiciones lograron permitir una velocidad de evaporación dentro de la cámara de 1.7 ± 0.2 Kg/m²/h.

En la figura 35, se presenta la cámara de ensayo que fue realizado para la evaluación de las fisuras en el concreto.

Fig. 35 Cámara de Ensayo para evaluar el Potencial de Fisuración



Fuente: Propia

El ensayo de potencial de fisuración ha permitido responder a la hipótesis planteada de esta investigación, definiendo que el uso de las virutas de acero disminuye hasta en un 58.5% la fisuración por contracción plástica que se da en el concreto, utilizando virutas de 7 cm con un porcentaje de dosificación de 1% del peso del cemento.

Fig. 37 Fisura de 0.10 mm de la muestra con Virutas



Fuente: Propia

Fig. 36 Fisuración de la Muestra 3



Fuente: Propia

En la figura 36 se muestra en la parte izquierda la fisuración del concreto patrón y en la parte derecha la fisuración del concreto adicionando las virutas.

Para determinar el tiempo de fraguado final del concreto, se tuvo que realizar un método empírico que consiste en colocar masas que me permitan penetrar al concreto mediante unas

agujas. Para realizar este método se tuvo en que crear una reducción de una varilla de 5/8" a una varilla de 1/4" debido a que cuando se colocaba pesas para las ultimas penetraciones, estas se volvían inestable, haciendo que la aguja de penetración se incline y no penetre de forma vertical al concreto. De igual manera se tuvo que crear una hoja de cálculo para generar un orden durante el ensayo.

Fig. 38 Método Empírico para el Ensayo de Penetración



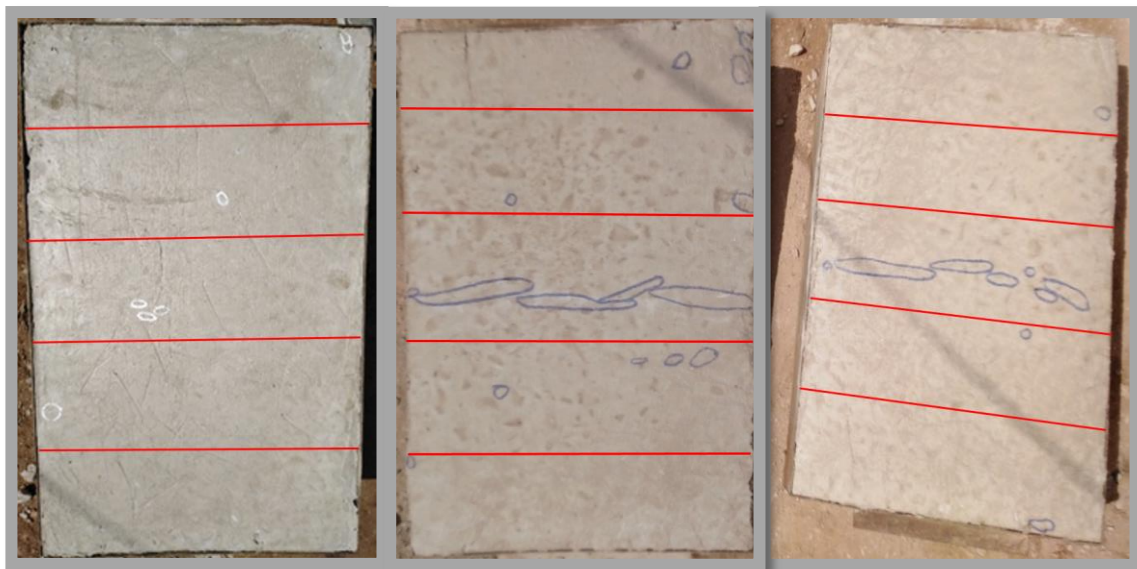
Fuente: Propia

Tabla 29 Hoja de Campo - Ensayo de Penetración

Ensayo de Penetración del concreto - Hoja de Campo								
Prueba	Tiempo (min.)	Masa (Kg)		Fuerza (m*9.81)	Ø Utilizar	Área	Presión (F/A)	Presión (PSI)
Prueba N°01	120	4.435	6.4	62.784	1/2"	1.267	49.55	71.87
		0.77						
		0.1						
		1.095						
Prueba N°02	180	1.095	10.24	100.454	1/4"	0.317	316.89	459.61
		0.035						
		9.11						
Prueba N°03	210	14.71	15.84	155.390	1/4"	0.317	490.19	710.96
		1.095						
		0.035						
Prueba N°04	240	25.84	29.552	289.905	1/4"	0.317	914.53	1326.41
		2.582						
		1.095						
		0.035						
Prueba N°05	270	24.77	92.555	907.965	1/4"	0.317	2864.24	4154.24
		41.2						
		21.5						
		5.085						

Fuente: Propia

Fig. 39 Comparación de Fisuras de las Muestras Respecto a su Área



Concreto con Sika Fiber
CHO 80/60 NB

Concreto Patrón

Concreto con Virutas de
Acero

Fuente: Elaboración Propia

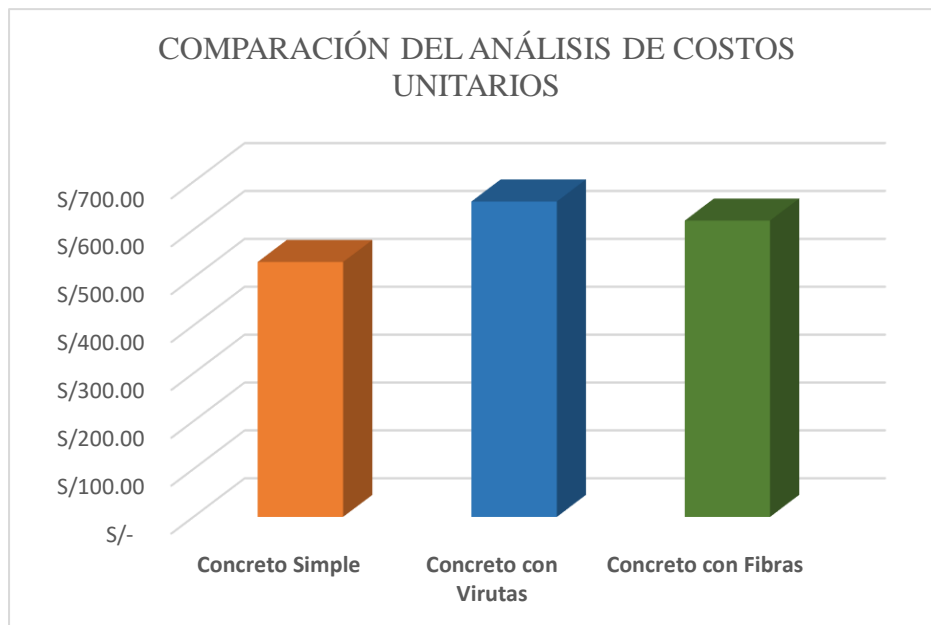
En la figura 39, se puede apreciar que las tres losas tienden a fisurarse, la diferencia está en el ancho de fisura y el porcentaje del área fisurada en cada paño. En la prueba de potencial de fisuración se comprobó que el que me da mayor porcentaje de reducción del ancho de fisuras de las tres muestras es la que se le adicionó el Sika Fiber CHO 80/60. Ahora en esta figura podemos contemplar que, dentro de las 3 muestras, el paño que contiene el Sika Fiber CHO 80/60 tiende a reducir el mayor porcentaje de fisuras respecto a toda el área del paño, es decir, a mi apreciación respecto a las muestras evaluadas, pude efectuar que utilizando la fibra, en las condiciones ambientales ya descritas y teniendo un molde que permite inducir las fisuras, estas tienden a fisurarse en un 3 a 5% respecto a todo el paño del concreto, mientras que las de un concreto patrón tiende a fisurarse en un 24 a 25% y la de un concreto con la adición de virutas tiende a fisurarse en un 23 a 24 %. Esto quiere decir, que a pesar de que las muestras han estado en las mismas condiciones y presentado un molde que induce las fisuras, al utilizar las fibras industriales, estas me van a reducir el ancho de fisuras y el área de fisuras respecto a un paño de concreto.

4.2.10. ANÁLISIS COMPARATIVOS DEL COSTO UNITARIO DEL CONCRETO

Para el cálculo del costo unitario del concreto adicionando las virutas de acero, fue necesario averiguar cuanto era el precio de que las empresas que utilizan el torno vendían a los chatarreros, cuyo precio promedio era de S/0.30 céntimos por kilo. De igual manera el cálculo del rendimiento de la extracción de las virutas, fue en base la experiencia propia tomando como referencia que por hora se puede cortar 700 gramos de viruta aproximadamente, contando con un alicate cortador de bisutería y guantes. Obteniendo de esta manera un rendimiento de 5.6 Kg/día. En la siguiente figura, se puede apreciar que la adición de virutas en el concreto tiende a aumentar los costos unitarios a comparación de un concreto sin adiciones y un concreto adicionando el SikaFiber CHO 80/60 NB.

Según lo comentado se puede plantear como recomendación buscar una alternativa de como extraer las virutas de acero con un mayor rendimiento, con la finalidad de aumentar el rendimiento y de esta manera resulte más económico a comparación de una fibra comercial. Debido a que al emplear el método manual para la extracción de las virutas como se realizó en la presente investigación, se define como no rentable el uso de las virutas.

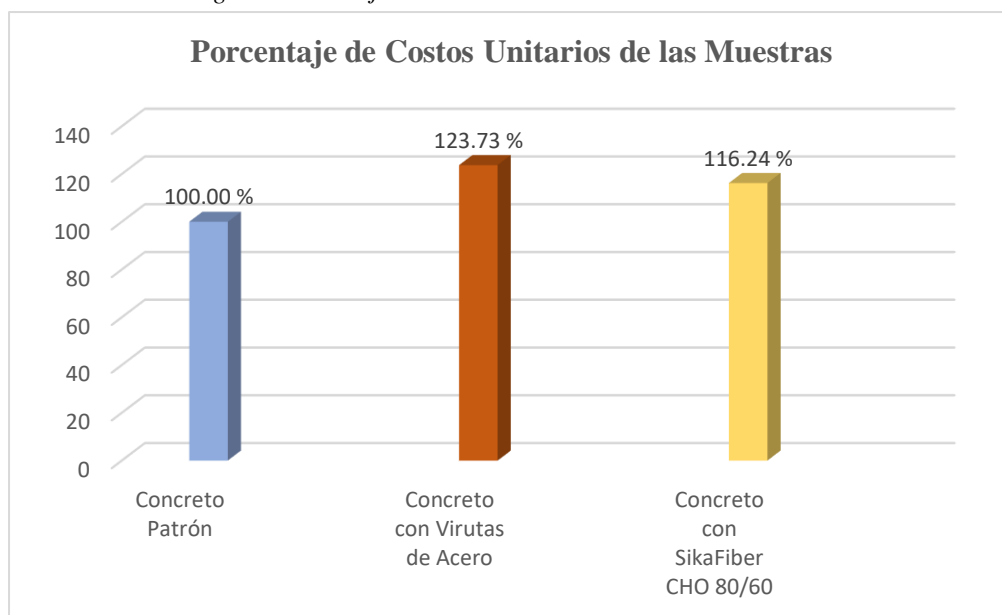
Fig. 40 Análisis Comparativo del Costos Unitario del Concreto



Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente figura se aprecia el incremento de los costos unitarios del concreto con fibras y virutas de acero, respecto a la muestra patrón. Se observa que la adición de las virutas es mayor que la adición de la fibra industrial, debido que el rendimiento para la extracción de virutas es bajo y tiende a elevar en un 23.73% los costos respecto a una muestra sin adiciones y en un 16.24% respecto a una muestra con Sika Fiber CHO 80/60 NB.

Fig. 41 Porcentaje de los Costos Unitarios de las Muestras



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31 Cuadro Resumen

CUADRO COMPARATIVO								
Muestra	RESIS. A LA COMPRESIÓN		RESIS. A LA TRACCIÓN		RESIS. A LA FLEXIÓN		POTENCIAL DE FISURACIÓN	COSTO POR m ³
	f'c (Kg/cm ²)	% Respecto a la muestra patrón	f'c (Kg/cm ²)	% Respecto a la muestra patrón	f'c (Kg/cm ²)	% Respecto a la muestra patrón		
Patrón	282.47	100.00 %	34.05	100.00 %	33.84	100.00%	-	S/ 532.33
Viruta de Acero	258.84	91.63 %	34.39	100.99 %	34.97	103.33%	55.44 %	S/ 658.66
SikaFiber CHO 80/60	275.55	97.55 %	35.87	105.36 %	36.74	108.56%	85.29 %	S/ 618.77

Nota: El valor del potencial de fisuración es el promedio de las muestras

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se muestra una tabla resumen, en el que podemos observar que las virutas de acero, tienden a elevar de una forma mínima su resistencia a la tracción y a la flexión a comparación de la fibra SikaFiber CHO 80/60 NB, de igual manera esta decrece más su resistencia a la compresión a comparación de la fibra.

Respecto a los costos estas tienden a elevarse debido a que al rendimiento es su extracción es bajo. Respecto a estos datos obtenidos de los ensayos realizados, se aprecia que el uso de las virutas de acero, no es conveniente en la adición del concreto, a pesar de que me reduce el ancho de fisura (potencial de fisuración) en 55.4%, el costo unitario del concreto con la adición de las virutas es muy elevado y no me genera elevadas resistencias. En cambio, el uso del Sika Fiber CHO 80/60 NB, sus costos son más bajos a comparación de las virutas y me genera más resistencia en los ensayos de flexión y tracción, impide la fisuración en un mayor porcentaje y reduce en forma mínima la resistencia a la compresión.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Las virutas encontradas en las empresas de manufacturas que brindan servicio del torno en la ciudad de Chilayo, presentan espesores que oscilan de 0.5mm a 3 mm, en el cual abundan más aquellos espesores de 1mm a 2mm. Cuyas longitudes son muy variables, debido a que dependen del trabajo que el torno este realizando.
- 5.2. Se concluye que mediante el ensayo de tracción indirecta la longitud óptima de las virutas de acero es de 7cm, la cual presenta mayor resistencia que las otras longitudes y el asentamiento está dentro de los rangos permitido por la norma de pavimentos.
- 5.3. De igual manera el porcentaje óptimo de las virutas de acero en la adición del concreto es de un 1% del peso del cemento, es decir se estaría adicionando 42.5 gramos por cada bolsa de cemento.
- 5.4. Se determinó que al adicionar al concreto las virutas de acero con su porcentaje y longitud, la incorporación de estas en el concreto, tienden a reducir el asentamiento en un 0.8", de igual manera el peso unitario del concreto no se ve afectado con la adición de las virutas de acero.
- 5.5 Se determinó que para realizar un pavimento de concreto simple con un módulo de rotura de 34 Kg/cm², se tiene que emplear una relación agua – cemento de 0.5 y cuya dosificación en peso es de 1:1.4:2.05 + 21.33 lts/bls.
- 5.6 La adición de las virutas de acero, reduce hasta en un 58% el ancho de fisuras que se dan por contracción plástica en el concreto, mientras que la incorporación del Sika Fiber CHO 80/60 NB reducen hasta en un 88%.
- 5.7. Las virutas acero, tienden a disminuir la resistencia a la compresión del concreto del concreto en un 8.4%, aumenta la resistencia a tracción del concreto en 1% y aumenta la resistencia a la flexión en un 3.3%.
- 5.8. A pesar de que estas eleven de manera mínima la resistencia a la tracción y flexión del concreto, estas no son rentables, dado que el costo unitario para la extracción es elevado, debido a que el rendimiento para la extracción de las virutas es bajo por el cual los costos tienden a elevarse.

VI. RECOMENDACIONES

- 6.1. Se recomienda que las virutas de acero, sean almacenada en lugares que no estén en contacto con la humedad del suelo.
- 6.2. Para aumentar el rendimiento en la extracción de virutas, se recomienda buscar otras alternativas con el fin de disminuir el costo unitario del concreto por cada m³. Una de ellas puede ser, el control de extracción dentro de la empresa que cuenta con los servicios del torno, es decir a medida que las virutas salen del torno, se puede ir cortando con la longitud optima, existe la posibilidad de que el rendimiento de este aumente por ende el costo unitario del concreto con virutas de acero tendrían a disminuir.
- 6.3. Existen otro tipo de ensayo para el concreto en estado endurecido, como el ensayo al impacto, abrasión, durabilidad, entre otros; el cual se podrá determinar si las virutas con el porcentaje y longitud optima encontradas en esta investigación influye en otros ensayos.
- 6.4. Se recomienda realizar análisis comparativos de diferentes fibras industriales, con el fin de evaluar cual mejora las propiedades del concreto y sobre todo cuál de ellas resulta más económico utilizarla en la región Lambayeque.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E. RIVVA LÓPEZ, DISEÑO DE MEZCLAS, Lima, 2015.
- [2] DURAVIA, "¿Por qué elegir el pavimento de concreto?," s.f. [Online]. Available: <http://www.duravia.com.pe/blog/porque-elegir-el-pavimento-de-concreto/>.
- [3] E. Becker, "Patrones De Fisuración En Pavimentos De Concreto: Algunos Conceptos Básicos," *Noticreto*, p. 6, 2013.
- [4] J. Cuichap Aguilar, Uso de fibras de envase PET como refuerzo para el control de fisuras del concreto simple, Chiclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2017.
- [5] R. CASTILLO CREAMER and K. ROMERO GIL, Rehabilitación De Pavimentos Rígidos En Base Al Estudio De La Carretera Tarija - Potosí, Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, FACULTAD DE INGENIERIA, 2009.
- [6] W. De La Cruz Mercado and W. Quispe Ccahuin, Influencia De La Adición De Fibras De Acero En El Concreto Empleado Para Pavimentos En La Construcción De Pistas En La Provincia De Huamanga - Ayacucho, Huamanga: Univ. Nacional de Huancavelica, 2014.
- [7] A. Sotil Levy and J. Zegarra Riveros, 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, Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2015.
- [8] H. R. Silva Santisteban, CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS NATURAL DE ORIGEN ANIMAL (PLUMAS DE AVE), Lima: UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, FACULTAD DE INGENIERÍA, 2009.
- [9] A. Fernández Muerza, "EROSKI CONSUMER," 17 Marzo 2010. [Online]. Available: <https://bit.ly/2jh2jxQ>.
- [10] RECEMSA, "RECICLAJE EN LAS INDUSTRIAS," [Online]. Available: <https://bit.ly/2Qy9TFe>.
- [11] Choi, Park and Jung, "A Study On The Shrinkage Control Of Fiber Reinforced Concrete Pavement," *Science Direct*, p. 8, 2012.
- [12] I. Sadiqul and D. G. Sristi, "Evaluating Plastic Shrinkage and Permeability of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete," *International Journal of Sustainable Built Environment*, 2016.

- [13] G. González, Análisis de la Efectividad en la retracción de concretos al adicionar ceniza volante y a un aditivo compensador, Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA, 2017.
- [14] A. D. Castagne Saavedra, Es conveniente reforzar el concreto con virutas de cuero, Lima: Unv. Ricar Palma, 2013.
- [15] D. Sánchez De Guzmán, Durabilidad Y Patología Del Concreto, Bogotá: Nomos S.A, 2017.
- [16] E. Rivva López, Ataques al Concreto, vol. 4, Lima: ICG, 2014.
- [17] L. Cuéllar Yáñez, Aspectos Generales Del Uso Del Concreto, Arequipa: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA SAN FRANCISCO, 2018.
- [18] A. H. Nilson, DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO, Bogotá: Mc GRAW-HILL INTERAMERICANA S.A, 20001.
- [19] A. M. Neville, Properties of concrete, México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C, 2013.
- [20] E. Pasquel Carbajal, Topicos De Tecnología Del Concreto En El Perú, Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, Consejo Nacional, 1998.
- [21] NATIONAL READY MIXED CONCRETE ASSOCIATION, "Agrietamiento por Contracción Plástica," 2009.
- [22] J. Calavera Ruiz, Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado, Madrid: INTEMAC, 2005.
- [23] J. Antillón, "Uso de Fibras en el Concreto," Construcción y Tecnología en Concreto, México, 2016.
- [24] I. Vidaud, Frómeta and E. Vidaud, "Una Aproximación a los Concretos Reforzados con Fibras," *Construcción y Tecnología en Concreto*, vol. I, p. 10, 2015.
- [25] Arcelor Mittal, "Fibras de Acero," Wire Solutions, Madrid.
- [26] M. Esteban, A. Díaz, J. Díaz, J. Cantero and M. Migueléz, Tecnología Mecánica, Madrid: Universidad Carlos III de Madrid, 2019.
- [27] M. Garate Labajos, Efecto de la Viruta de Acero en la Resistencia a la Compresión del Concreto $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$, Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2018.

- [28] C. h. Armas Aguilar, Efectos De La Adición De Fibra De Polipropileno En Las Propiedades Plásticas Y Mecánicas Del Concreto Hidráulico, Pimentel, Chiclayo: Universidad Señor de Sipán, 2016.
- [29] Isidro Chagua, Influencia de las Fibras de Acero en las Propiedades del Concreto Empleado para Pavimentos en la Construcción de Pistas en la Ciudad de Puno-Puno, Puno, Puno: Universidad Nacional del Altiplano, 2018.
- [30] UNACEM, "Cemento Andino Tipo IP y IPM," [Online]. Available: http://www.unacem.com.pe/?page_id=9.
- [31] PACASMAYO, "CEMENTOS TRADICIONALES," [Online]. Available: <https://bit.ly/30RQgMO>.
- [32] P. S. Joaquín, C. Ramos R. , J. Grases G. and G. J. Velazco, Manual Del Concreto Estructural, Caracas: PAG Marketing Soluciones, 2014.
- [33] P. K. Mehta and P. J.M. Monteiro , Concreto, California: Imcyc, 1985.
- [34] S. H. Kosmatka, B. Kerkhoff, W. C. Panarese and J. Tanesi, Diseño y Control de Mezclas de Concreto, Chicago: Portland Cement Association, 2004.
- [35] ASTM INTERNATIONAL, C1579-06: Evaluating Plastic Shrinkage Cracking of Restrained Fiber Reinforced Concrete (Using a steel form insert), 2012.
- [36] Sika, "Concreto Reforzado con Fibras," Colombia, 2014.

VII. ANEXOS

ANEXO N°01: PRODUCCIÓN DE VIRUTAS DE ACERO

Fig. 42 Torno



Fuente: Propia

Fig. 43 Análisis Comparativo del Costos Unitario del Concreto



Fuente: Propia

Fig. 44 Visita a la Empresa de Manufactura - Giron



Fuente: Propia

ANEXO N°02: ENSAYO DE LOS AGREGADOS

- AGREGADO FINO



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

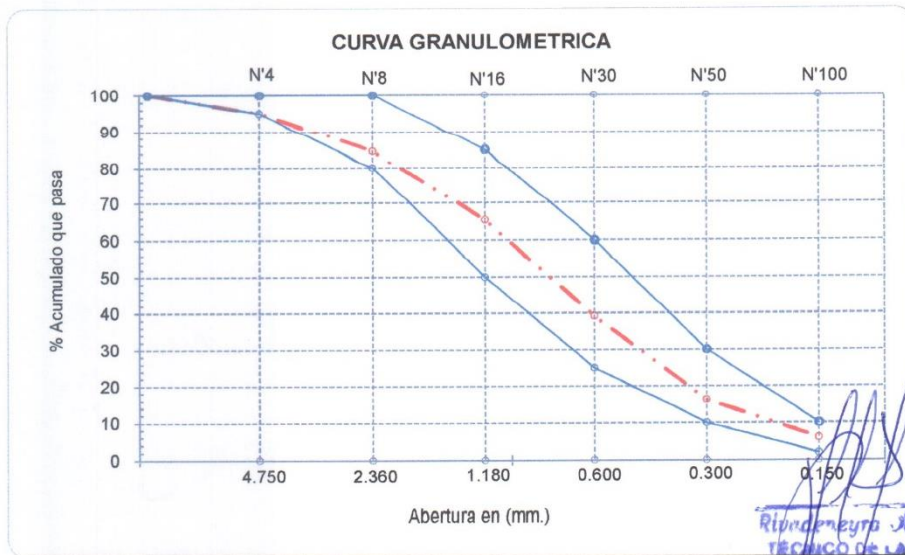
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Patapo - La Victoria

P. Inicial S. 500.0

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)						
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	25	5.0	5.0	95.0	95	100
N° 08	2.360	52	10.4	15.4	84.6	80	100
N° 16	1.180	96	19.2	34.6	65.4	50	85
N° 30	0.600	131	26.2	60.8	39.2	25	60
N° 50	0.300	115	23.0	83.8	16.2	10	30
N° 100	0.150	51	10.2	94.0	6.0	2	10
N° 200	0.075	20	4.0	98.0	2.0	2	10
Fondo		10.0	2.0	96.0	4.0		
Módulo de Fineza				2.936			
Abertura de malla de referencia				N° 04			





Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

Ensayo : Peso unitario del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Patapo - La Victoria

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18022	18057	18027
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		8124	8159	8129
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1534.93		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1516.51		

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19266	19315	19357
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		9368	9417	9459
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1775.87		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1754.56		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra + recipiente = 572.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	500
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	494.00
C.- Peso de recipiente	(gr.)	78.00
D.- Contenido de humedad	(%)	1.21
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	1.21


Rivaldo H. Abisai
TÉCNICO DE LABORATORIO



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera PATAPO

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra Sat Sup Seca	(g)	500.0	500.0
2.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + Peso del Agua	(g)	947.2	947.2
3.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco	(g)	640.3	640.3
4.- Peso del Agua	(g)	307.0	307.0
5.- Peso del Frasco	(g)	140.25	140.25
6.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasco	(g)	636.06	636.06
7.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	495.81	495.81
<	(g)	500	500

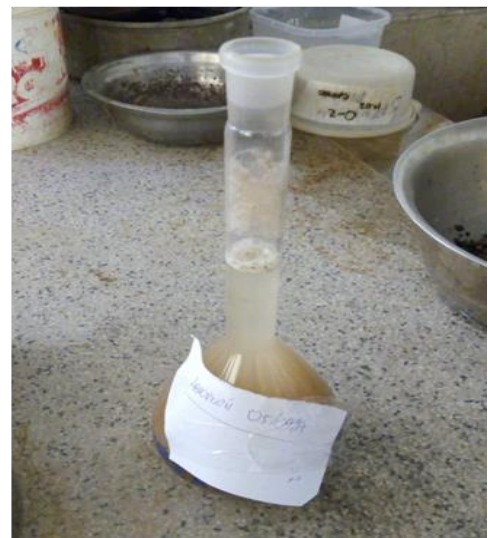
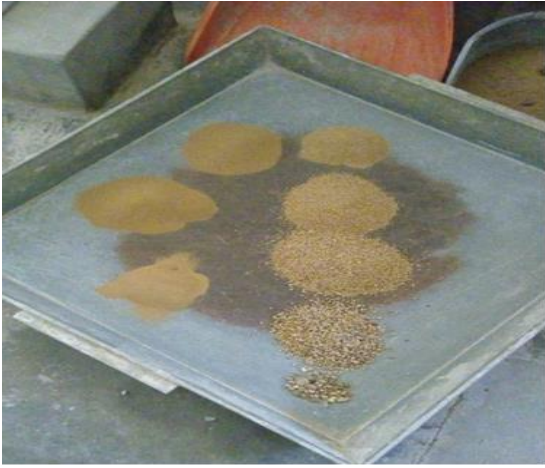
II.- Resultados

recipiente

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	:m3)	2.569
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	:m3)	2.591
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	:m3)	2.626
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.85


Rivaldeyra Oblitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO

Fig. 45 Fotos - Ensayos del Agregado Fino



Fuente: Propia

• **AGREGADO GRUESO**



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Civil Ambiental

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

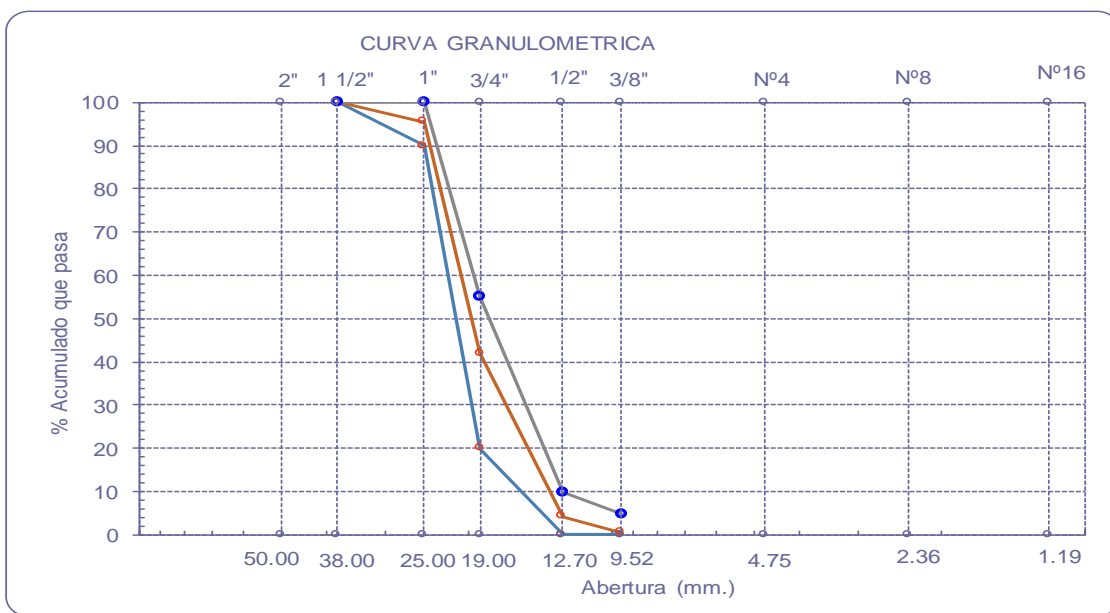
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Tres tomas- **CHANCADORA GRANDA**

P. Inicial S. 5000

Malla		Peso Ret.	(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.000	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1 1/2"	38.000	0	0.0	0.0	100.0	-	-
1"	25.000	230	4.6	4.6	95.4	100	100
3/4"	19.000	2674	53.5	58.1	41.9	90	100
1/2"	12.700	1880	37.6	95.7	4.3	-	-
3/8"	9.520	186	3.7	99.4	0.6	20	55
Nº 04	4.750	20	0.4	99.8	0.2	0	10
Nº 08	2.360	0	0.0	99.8	0.2	0	5
Nº 16	1.190	0	0.0	99.8	0.2	-	-
Fondo		10.0	0.2	100.0	0.0		
Tamaño Maximo			1 1/2"	38.00			
Tamaño Maximo Nominal			3/4"	19.00			





Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera TRES TOMAS

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	17719	17677	17708
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9898.0	9898.0	9898.0
3.- Peso del material		7821	7779	7810
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario suelto húmedo (Promedio)	(kg/m ³)	1471.93		
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1466.04		

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	18270	18282	18440
2.- Peso del recipiente	(gr.)	9996.0	9996.0	9996.0
3.- Peso del material		8274.0	8286.0	8444.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.00530	0.00530	0.00530
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1572.15		
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1565.86		

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

Muestra +recipiente = 1082.00

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	996.00
C.- Peso de recipiente	(gr.)	86.00
D.- Contenido de humedad	(%)	0.40
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.40


Rindoneyro Abitas Henry
TÉCNICO DE LABORATORIO



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

"INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE -2019"

TESISTA: Fanzo Masias Miguel Abisai

Fecha: 11/11/2019

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera TRES TOMAS

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1976	1976
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1991	1991
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del canastilla	(g)	2148	2148
4.- Peso de la canastilla	(g)	895	895
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1253	1253

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	m3)	2.678
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	m3)	2.698
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	m3)	2.733
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	0.75


Rivadendyta Oblitas Henríquez
TECNICO DE LABORATORIO

Fig. 46 Fotos - Ensayos del Agregado Grueso



Fuente: Propia

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso	1471.93
b) Agregado Fino	1553.65

4.2. Peso Húmedos por p³

1 bls =	1.00 pie ³
1 m ³ =	35.32 pie ³
PUSH (ag) =	41.67 Kg/pie ³
PUSH (af) =	43.99 Kg/pie ³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	78.6250	97.7500	21.30 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	

C	AF	AG	
1	1.79	2.35	21.30 lt/m ³

V) RENDIMIENTO DE LA TANDA

R = 0.10

VI) CÁLCULO DEL FACTOR CEMENTO

f = 10.38

PRIMERA CORRECCIÓN DE SLUMP 1"=5Lt.

quiere	3	me sale	1	10
SLUMP	2"-3"	Nueva Agua		215.00 Lts
		Nuevo cemento		430

CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	410.00 Kg
b) Agua	205
d) Ag. Grueso	948.9133222
e) Ag. Fino	746.2994214
f) Aditivo	

Volumenes Correguidos

a) Cemento	0.137 m ³
b) Agua	0.215 m ³
c) Aire	0.020 m ³
d) Aditivo	0.000 m ³
e) Ag. Grueso	0.354 m ³
Agregado Fino	0.274 m ³
	704.30 Kg

NUEVAS CONDICIONES SECAS

a) Cemento	430.00 Kg	10.12bls
b) Agua	215.00 Lts	
c) Aire	2.00 %	
d) Ag. Grueso	948.91 Kg	
e) Ag. Fino	704.30 Kg	
f) Aditivo	0	

3.3. Corrección por humedad

PH = PS*(1+%H)

+ PH (Ag. Grueso) =	952.72 Kg
+ PH (Ag. Fino) =	712.89 Kg

3.4. Aporte por Humedad

+ Agregado Grueso	-3.31
+ Agregado Fino	2.64
Agua efectiva	215.67

CONDICIONES HÚMEDAS

a) Cemento	430.00 Kg	21.32 Lts/bls
b) Agua	215.67 Lts	
c) Aire	2.00 %	
d) Ag. Grueso	952.72 Kg	
e) Ag. Fino	712.89 Kg	
f) Aditivo	0	

DOSIFICACIÓN EN PESO			
430.0000	712.8927	952.7242	21.32 lt/bls
430.0000	430.0000	430.0000	

C	AF	AG	
1	1.65	2.20	21.32 lt/bls

Materiales por Tanda	
Cemento	42.50 Kg/bls
Agua	21.32 Lts/bls
Ag. Grueso	93.50 Kg/bls
Ag. Fino	70.13 Kg/bls
Aditivo	0
Total	227.44

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso	1471.93
b) Agregado Fino	1553.65

4.2. Peso Húmedos por p³

1 bls =	1.00 pie ³
1 m ³ =	35.32 pie ³
PUSH (ag) =	41.67 Kg/pie ³
PUSH (af) =	43.99 Kg/pie ³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	70.1250	93.5000	21.32 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	

C	AF	AG	
1	1.59	2.24	21.32 lt/m ³

V) RENDIMIENTO DE LA TANDA

R = 0.09

VI) CÁLCULO DEL FACTOR CEMENTO

f = 10.96

SEGUNDA CORRECCIÓN DE SLUMP 1"=5lt.

quiere	me sale	
SLUMP	3	1.5
	0 Nueva Agua	222.50 Lts
	Nuevo cemento	445

CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	430.00 Kg
b) Agua	215.00 Lts
d) Ag. Grueso	948.91 %
e) Ag. Fino	704.30 Kg
f) Aditivo	0

Volumenes Corregidos

a) Cemento	0.141 m ³
b) Agua	0.223 m ³
c) Aire	0.020 m ³
d) Aditivo	0.000 m ³
e) Ag. Grueso	0.354 m ³
Agregado Fino	0.262 m ³
	672.80 Kg

NUEVAS CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	445.00 Kg
b) Agua	222.50 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	948.91 Kg
e) Ag. Fino	672.80 Kg
f) Aditivo	0

10.47bls

3.3. Corrección por humedad

$$PH = PS * (1 + \%H)$$

+ PH (Ag. Grueso) =	952.72 Kg
+ PH (Ag. Fino) =	681.01 Kg

3.4. Aporte por Humedad

+ Agregado Grueso	-3.31
+ Agregado Fino	2.52

Agua efectiva 223.29

CONDICIONES HUMEDAS	
a) Cemento	445.00 Kg
b) Agua	223.29 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	952.72 Kg
e) Ag. Fino	681.01 Kg
f) Aditivo	0

21.33 Lts/bls

DOSIFICACIÓN EN PESO			
445.0000	681.0097	952.7242	21.33 lt/bls
445.0000	445.0000	445.0000	
C	AF	AG	
1	1.55	2.15	21.33 lt/bls

Materiales por Tanda	
Cemento	42.50 Kg/bls
Agua	21.33 Lts/bls
Ag. Grueso	91.38 Kg/bls
Ag. Fino	65.88 Kg/bls
Aditivo	0
Total	221.08

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso	1471.93
b) Agregado Fino	1553.65

4.2. Peso Humedos por p³

1 bls =	1.00 pie ³
1 m ³ =	35.32 pie ³
PUSH (ag) =	41.67 Kg/pie ³
PUSH (af) =	43.99 Kg/pie ³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	65.8750	91.3750	21.33 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	
C	AF	AG	
1	1.50	2.19	21.33 lt/m3

V) RENDIMIENTO DE LA TANDA

R = 0.09

VI) CÁLCULO DEL FACTOR CEMENTO

f = 11.27

ÚLTIMA CORRECCIÓN DE SLUMP - MEZCLA PATRÓN - a/c=0.50

SLUMP Requerido: 3" **Aumentar:** 2.5
Obtenido 2.5" Nueva Agua: 230.00 Lts
 Nuevo cemento: 460

CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	455.00 Kg
b) Agua	227.50 Lts
d) Ag. Grueso	948.91 %
e) Ag. Fino	651.80 Kg
f) Aditivo	0.00 Kg

Volumenes Corregidos

a) Cemento 0.146 m³
 b) Agua 0.230 m³
 c) Aire 0.020 m³
 d) Ag. Grueso 0.354 m³
 Agregado Fino 0.250 m³
641.30 Kg

NUEVAS CONDICIONES SECAS	
a) Cemento	460.00 Kg
b) Agua	230.00 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	948.91 Kg
e) Ag. Fino	641.30 Kg

3.3. Corrección por humedad

PH = PS*(1+%H)

+ PH (Ag. Grueso) = 952.72 Kg
 + PH (Ag. Fino) = 649.13 Kg

3.4. Aporte por Humedad

+ Agregado Grueso -3.31
 + Agregado Fino 2.40
Agua efectiva 230.91 0.23

CONDICIONES HUMEDAS	
a) Cemento	460.00 Kg
b) Agua	230.91 Lts
c) Aire	2.00 %
d) Ag. Grueso	952.72 Kg
e) Ag. Fino	649.13 Kg

21.33 Lts/bls

DOSIFICACIÓN EN PESO			
460.0000	649.1267	952.7242	21.33 lt/bls
460.0000	460.0000	460.0000	
C	AF	AG	
1	1.40	2.05	21.33 lt/bls

Materiales por Tanda	
Cemento	42.50 Kg/bls
Agua	21.33 Lts/bls
Ag. Grueso	87.13 Kg/bls
Ag. Fino	59.50 Kg/bls
Total	210.46

IV) DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN

4.1. Peso Unitario Suelto corregido por humedad

a) Agregado Grueso 1471.93
 b) Agregado Fino 1553.65

4.2. Peso Humedos por p³

1 bls = 1.00 pie³
 1 m³ = 35.32 pie³
 PUSH (ag) = 41.67 Kg/pie³
 PUSH (af) = 43.99 Kg/pie³

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN			
42.5000	59.5000	87.1250	21.33 lt/bls
42.5000	43.9879	41.6741	
C	AF	AG	
1	1.35	2.10	21.33 lt/m ³

V) RENDIMIENTO DE LA TANDA

R = 0.08

VI) CÁLCULO DEL FACTOR CEMENTO

f = 11.84

Nota:

La dosificación de las virutas está en porción del peso del cemento, es decir para la dosificación de las virutas de diferente longitud se le adicionó el 1% del peso del cemento, obteniendo que por cada longitud se le adicionaría 425 gr. Por bolsa de cemento.

ANEXO N°04: ENSAYOS AL CONCRETO

ANEXO N°04.1: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019"

TESISTA : Fanzo Masias Miguel Abisai

Ensayo : ASTM C-496 Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto

PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		FIBRA		ROTURA			f _t (Kg/cm ²)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Porcentaje (%)	Longitud (cm)	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
P-N°01	08/10/2019	15.20	30.30	-	-	15/10/2019	17650	7	24.40	24.40
P-N°02	08/10/2019	15.10	30.10	-	-	05/11/2019	23440	28	32.83	33.16
P-N°03	08/10/2019	15.10	30.20	-	-	05/11/2019	23990	28	33.49	
L8-N°01	08/10/2019	15.30	30.60	1.00%	8	15/10/2019	17940	7	24.39	24.39
L8-N°02	08/10/2019	15.20	30.30	1.00%	8	05/11/2019	25540	28	35.30	34.52
L8-N°03	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	8	05/11/2019	24490	28	33.74	
L7-N°01	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	7	15/10/2019	19290	7	26.40	26.40
L7-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	1.00%	7	05/11/2019	25180	28	34.92	35.61
L7-N°03	08/10/2019	15.10	30.10	1.00%	7	05/11/2019	25920	28	36.31	
L6-N°01	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	6	15/10/2019	16350	7	22.53	22.53
L6-N°02	08/10/2019	15.40	30.20	1.00%	6	05/11/2019	23800	28	32.58	32.78
L6-N°03	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	6	05/11/2019	24100	28	32.99	
L5-N°01	08/10/2019	15.20	30.50	1.00%	5	15/10/2019	15770	7	21.66	21.66
L5-N°02	08/10/2019	15.30	30.50	1.00%	5	05/11/2019	22570	28	30.79	31.13
L5-N°03	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	5	05/11/2019	22840	28	31.47	
L4-N°01	08/10/2019	15.20	30.40	1.00%	4	15/10/2019	13985	7	19.27	19.27
L4-N°02	08/10/2019	15.20	30.50	1.00%	4	05/11/2019	22400	28	30.76	30.82
L4-N°03	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	4	05/11/2019	22560	28	30.88	

NOTA: Resistencia a la tracción adicionando las virutas de acero en diferentes longitudes



Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 Kg/cm² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE - 2019"

TESISTA : Fanzo Masias Miguel Abisai

Ensayo : ASTM C-496 Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Tracción Indirecta de Especímenes Cilíndricos de Concreto

PROBETA	FECHA DE VACEADO	DIMENSIONES		FIBRA		ROTURA			ft (Kg/cm ²)	
		Diámetro (cm)	Altura (cm)	Porcentaje (%)	Longitud (cm)	Fecha	Carga (Kg)	EDAD (días)		
P0.50-N°01	08/10/2019	15.20	30.30	0.50%	7	15/10/2019	16830	7	23.26	23.26
P0.50-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	0.50%	7	05/11/2019	22830	28	31.66	31.71
P0.50-N°03	08/10/2019	15.20	30.30	0.50%	7	05/11/2019	22980	28	31.76	
P0.75-N°01	15/10/2019	15.20	30.40	0.75%	7	22/10/2019	18450	7	25.42	25.42
P0.75-N°02	15/10/2019	15.20	30.20	0.75%	7	12/11/2019	23680	28	32.84	32.82
P0.75-N°03	15/10/2019	15.10	30.10	0.75%	7	12/11/2019	23420	28	32.80	
P1.00-N°01	08/10/2019	15.30	30.40	1.00%	7	15/10/2019	19290	7	26.40	26.40
P1.00-N°02	08/10/2019	15.20	30.20	1.00%	7	05/11/2019	25180	28	34.92	35.61
P1.00-N°03	08/10/2019	15.10	30.10	1.00%	7	05/11/2019	25920	28	36.31	
P1.20-N°01	15/10/2019	15.30	30.10	1.20%	7	22/10/2019	17250	7	23.85	23.85
P1.20-N°02	15/10/2019	15.20	30.10	1.20%	7	12/11/2019	24960	28	34.73	34.90
P1.20-N°03	15/10/2019	15.20	30.30	1.20%	7	12/11/2019	25370	28	35.07	

NOTA: Resistencia a la tracción adicionando las virutas de acero en diferentes porcentajes

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Mayo del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código :ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CP-07	Concreto Patron	21/05/2020	28/05/2020	7	15.20	30.5	18680	26
CP-08	Concreto Patron	21/05/2020	28/05/2020	7	15.20	30.5	19860	27

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Mayo del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código :ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$


Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CF-07	Concreto con Fibra	22/05/2020	29/05/2020	7	15.20	30.4	21620	30
CF-08	Concreto con fibra	22/05/2020	29/05/2020	7	15.15	30.5	20210	28

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Oyeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Mayo del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CV-07	Concreto con Viruta	23/05/2020	30/05/2020	7	15.20	30.4	19680	27
CV-08	Concreto con Viruta	23/05/2020	30/05/2020	7	15.20	30.4	19260	27

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Junio del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = [(2xP)/(3.1416 \times d^2 \times h)]$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CP-09	Concreto Patron	21/05/2020	18/06/2020	28	15.20	30.5	24410	34
CP-10	Concreto Patron	21/05/2020	18/06/2020	28	15.20	30.5	25180	35

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Junio del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CF-09	Concreto con Fibra	22/05/2020	19/06/2020	28	15.20	30.5	26900	37
CF-10	Concreto con fibra	22/05/2020	19/06/2020	28	15.15	30.4	25180	35

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2020

Título : Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción del concreto en muestras cilíndricas

Código : ASTM C-39/39M -2004

Título : Standard Test Method for compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

$$f_c = \frac{2xP}{(3.1416 \times d^2 \times h)}$$

Código	Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	Diámetro (d) (cm)	Altura (h) (cm)	Carga (P) (Kg)	f _c (Kg/cm²)
CV-09	Concreto con Viruta	23/05/2020	20/06/2020	28	15.20	30.5	24900	34
CV-10	Concreto con Viruta	23/05/2020	20/06/2020	28	15.15	30.5	25100	35

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

ANEXO N°04.2: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

amazing
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPI F PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 28 de Mayo del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm²
01	CP-01-CONCRETO PATRON	21/05/2020	28/05/2020	7	219
02	CP-02-CONCRETO PATRON	21/05/2020	28/05/2020	7	208

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lof. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

amazing
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 29 de Mayo del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm²
01	CF-01-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	29/05/2020	7	179
02	CF-02-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	29/05/2020	7	207

OBSERVACIONES :
 - Muestreo realizados por el solicitante.
 - El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Oficina y Laboratorio: Francisco Cabrera N° 1201 Chiclayo - Lambayeque T: (074) 516906 C: 964 423 859
 Oficina Chiclayo: Alfonso Ugarte N° 696 Int. 201 - Chiclayo C: 924 387 254 - 963 847 718
 Oficina Ica: Mz 15 Lof. 15 Urb. Juan Manuel Meza - Vista Alegre - Nasca - Ica T: (056) 402821 C: 959 669 889
 amazing.sac.ic@gmail.com

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 30 de Mayo del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

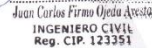
Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CV-01-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	30/05/2020	7	191
02	CV-02-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	30/05/2020	7	202

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 04 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

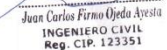
Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CP-03-CONCRETO PATRON	21/05/2020	04/06/2020	14	259
02	CP-04-CONCRETO PATRON	21/05/2020	04/06/2020	14	262

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 06 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

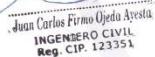
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm²
01	CF-03-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	05/06/2020	14	260
02	CF-04-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	05/06/2020	14	265

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 06 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

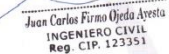
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm²
01	CV-03-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	06/06/2020	14	234
02	CV-04-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	06/06/2020	14	255

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm²
01	CP-05-CONCRETO PATRON	21/05/2020	18/06/2020	28	280
02	CP-06-CONCRETO PATRON	21/05/2020	18/06/2020	28	285

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 19 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm²
01	CF-05-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	19/06/2020	28	267
02	CF-06-CONCRETO EN FIBRA	22/05/2020	19/06/2020	28	284

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

INFORME DE ENSAYO

(PÁGINA 01 de 01)

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Obra : "INFLUENCIA DE LAS VIRUTAS DE ACERO EN LA FISURACIÓN ASOCIADA A LA CONTRACCIÓN PLÁSTICA EN PAVIMENTOS DE CONCRETO SIMPLE PARA UN MÓDULO DE ROTURA DE 34 KG/CM² EN LA PROVINCIA DE CHICLAYO, LAMBAYEQUE 2019".
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2020

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra Nº	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm ²
01	CV-05-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	20/06/2020	28	252
02	CV-06-CONCRETO CON VIRUTA	23/05/2020	20/06/2020	28	266

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




Juan Carlos Firme Ojeda Arencibia
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

ANEXO N°04.3: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN



Email: servicios@soilseirl.com

Solicitante : FANZO MASIAS MIGUEL ABISAI
 Proyecto : Influencia De Las Virutas De Acero En La Fisuración Asociada A La Contracción Plástica En Pavimentos De Concreto Simple Para Un Módulo De Rotura De 34 Kg/Cm² En La Provincia De Chiclayo, Lambayeque 2019
 Lugar : Distrito Chiclayo, Provincia Chiclayo, Departamento Lambayeque
 Ensayo : N.T.P. 339.078 - 2012
 Norma de referencia : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistecia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

Muestra	Denominación del vaciado	Fecha de Vaceado	Fecha de Ensayo	f'c Diseño	Días	Ancho Promedio (cm)	Altura Promedio (cm)	Carga (Kgf)	Módulo de Rotura Kg/cm ²
CP-V01	Concreto Patrón - Muestra 1	21/05/2020	18/06/2020	280	28	15.00	15.10	2350.00	32.98
CP-V02	Concreto Patrón - Muestra 2	21/05/2020	18/06/2020	280	28	15.00	15.00	2440.00	34.70
CF-V01	Concreto con Fibra - Muestra 1	22/05/2020	19/06/2020	280	28	15.00	15.00	2650.00	37.69
CF-V02	Concreto con Fibra - Muestra 2	22/05/2020	19/06/2020	280	28	15.00	15.10	2550.00	35.79
CV-V01	Concreto con Viruta - Muestra 1	23/05/2020	20/06/2020	280	28	15.00	15.10	2450.00	34.38
CV-V02	Concreto con Viruta - Muestra 2	23/05/2020	20/06/2020	280	28	15.00	15.00	2500.00	35.56


 SOILS E.I.R.L.
 WILSON OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA LEM



 Luis Manuel Tanigleán Bustamante
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. 193186

Fig. 47 Consistencia de la Muestra Patrón



Fuente: Propia

Fig. 48 Consistencia del Concreto adicionando Virutas de Acero



Fuente: Propia

Fig. 49 Ensayo a la Tracción - Rotura de Probeta de a Muestra Patrón



Fig. 50 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=8cm



Fig. 51 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=7cm



Fig. 52 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=6cm



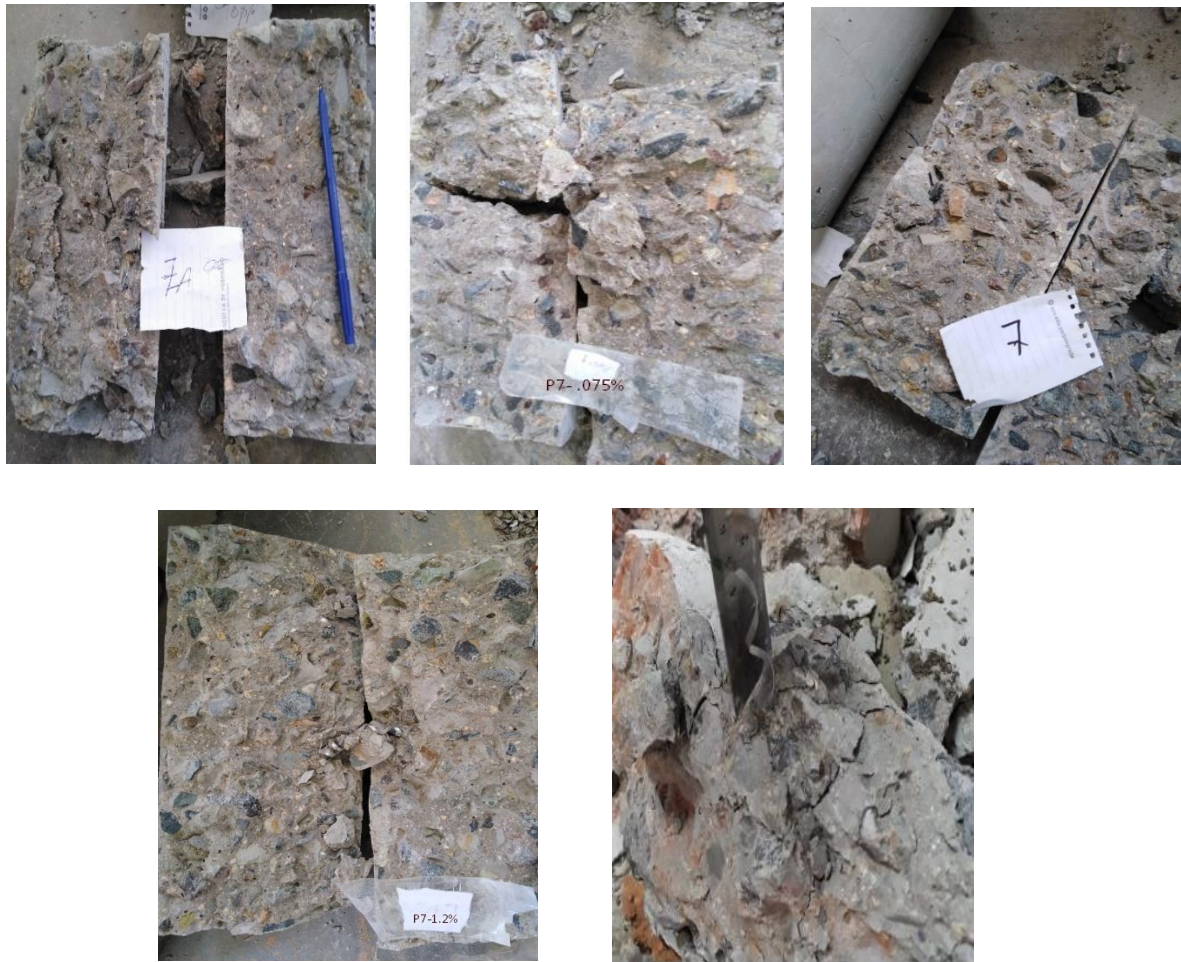
Fig. 53 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=5cm



Fig. 54 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta de la Muestra con L=4cm



Fig. 55 Ensayo a la Tracción - Rotura de probeta en Porcentajes diferentes



Fuente: Propia

Fig. 56 Ensayo a la Tracción - Rotura de Probetas (Patrón, Fibra y Viruta)



Muestra
Patrón

Muestra con
Fibras

Muestra con
Virutas

Fuente: Propia

Fig. 57 Ensayo a la Compresión - Rotura de Probetas (Patrón, Fibra y Viruta)



Muestra Patrón

Muestra con Fibras

Muestra con Virutas

Fig. 58 Ensayo a la Flexión - Rotura de la Muestra Patrón $a/c=0.43$



Fuente: Propia

Fig. 59 Ensayo a la Flexión - Rotura de la Muestra Patrón $a/c=0.50$



Fuente: Propia

Fig. 60 Ensayo a la Flexión - Sección Transversal - Muestra Patrón $a/c=0.50$



Fuente: Propia

Fig. 61 Ensayo a la Flexión - Rotura de Muestras (Patrón, Fibra y Viruta)



Muestra Patrón



Muestra con Virutas

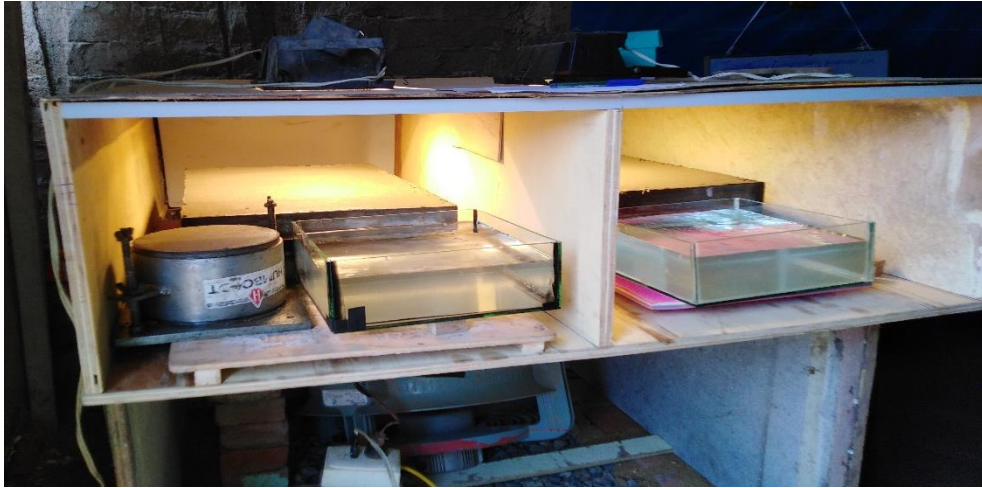


Muestra con Fibras

Fuente: Propia

ANEXO N°05: POTENCIAL DE FISURACIÓN

Fig. 62 Cámara Ambientada para el Ensayo de Potencial de Fisuración



Fuente: Propia

Fig. 63 Medición de las Condiciones Ambientadas para la Cámara de Ensayo



Fuente: Propia

Fig. 64 Ensayo de Penetración - Método Empírico



Fuente: Propia

Fig. 65 Ensayo de Penetración - Muestra 1

Ensayo de Penetración del concreto - Hoja de Campo								
Prueba	Tiempo (min.)	Masa (Kg)		Fuerza (m*9.81)	Ø Utilizar	Área	Presión (F/A)	Presión (PSI)
Prueba N°01	120	4.435	6.4	62.784	1/2"	1.267	49.55	71.87
		0.77						
		0.1						
		1.095						
Prueba N°02	180	1.095	10.24	100.454	1/4"	0.317	316.89	459.61
		0.035						
		9.11						
Prueba N°03	210	14.71	15.84	155.390	1/4"	0.317	490.19	710.96
		1.095						
		0.035						
Prueba N°04	240	25.84	29.552	289.905	1/4"	0.317	914.53	1326.41
		2.582						
		1.095						
		0.035						
Prueba N°05	270	24.77	92.555	907.965	1/4"	0.317	2864.24	4154.24
		41.2						
		21.5						
		5.085						

Fuente: Propia

Fig. 66 Resistencia a la Penetración - Muestra 1



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 67 Ensayo de Penetración - Muestra 2

Ensayo de Penetración del concreto - Hoja de Campo								
Prueba	Tiempo (min.)	Masa (Kg)		Fuerza (m*9.81)	Ø Utilizar	Área	Presión (F/A)	Presión (PSI)
Prueba N°01	120	3.56	6.255	61.362	1/2"	1.267	48.43	70.24
		1.5						
		0.1						
		1.095						
Prueba N°02	180	1.095	11.385	111.687	1/4"	0.317	352.32	511.00
		0.035						
		10.255						
Prueba N°03	210	7.535	16.78	164.612	1/4"	0.317	519.28	753.15
		8.115						
		1.095						
		0.035						
Prueba N°04	240	26.615	30.27	296.949	1/4"	0.317	936.75	1358.64
		2.525						
		1.095						
		0.035						
Prueba N°05	270	24.77	92.34	905.855	1/4"	0.317	2857.59	4144.59
		42.27						
		20.645						
		4.655						

Fuente: Propia

Fig. 68 Resistencia a la Penetración - Muestra 2



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 69 Ensayo de Penetración - Muestra 3

Ensayo de Penetración del concreto - Hoja de Campo							
Prueba	Tiempo (min.)	Masa (Kg)	Fuerza (m*9.81)	Ø Utilizar	Área	Presión (F/A)	Presión (PSI)
Prueba N°01	120	3.945	61.754	1/2"	1.267	48.74	70.69
		1.155					
		0.1					
		1.095					
Prueba N°02	180	1.095	99.326	1/4"	0.317	313.33	454.45
		0.035					
		8.995					
Prueba N°03	210	14.15	149.897	1/4"	0.317	472.86	685.83
		1.095					
		0.035					
Prueba N°04	240	28.85	294.104	1/4"	0.317	927.77	1345.62
		1.095					
		0.035					
Prueba N°05	270	28.55	906.297	1/4"	0.317	2858.98	4146.61
		41.2					
		21.505					
		1.13					

Fuente: Propia

Fig. 70 Resistencia a la Penetración - Muestra 3



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 71 Ensayo de Penetración - Muestra 4

Ensayo de Penetración del concreto - Hoja de Campo								
Prueba	Tiempo (min.)	Masa (Kg)		Fuerza (m*9.81)	Ø Utilizar	Área	Presión (F/A)	Presión (PSI)
Prueba N°01	120	4.435	5.63	55.230	1/2"	1.267	43.59	63.22
		0.1						
		1.095						
Prueba N°02	180	1.095	11.18	109.676	1/4"	0.317	345.98	501.80
		0.035						
		10.05						
Prueba N°03	210	15.655	16.785	164.661	1/4"	0.317	519.43	753.38
		1.095						
		0.035						
Prueba N°04	240	29.1	30.23	296.556	1/4"	0.317	935.51	1356.84
		1.095						
		0.035						
Prueba N°05	270	28.85	92.245	904.923	1/4"	0.317	2854.65	4140.32
		35.89						
		20.635						
		6.87						

Fuente: Propia

Fig. 72 Resistencia a la Penetración - Muestra 4



Fuente: Elaboración Propia

Fig. 73 Fisuración dentro de la cámara de ensayo



Fuente: Propia

Fig. 74 Medición de Fisuras en todo el paño



Fuente: Propia

Fig. 75 Sección Transversal - Potencial de Fisuración



Muestra con Fibras



Muestra con Virutas

Fuente: Propia

ANEXO N°06: FICHA TÉCNICA DE LAS VIRUTAS DE ACERO

DESCRIPCIÓN:

Las virutas de acero es un residuo proveniente del mecanizado del torno. Cuyo proceso de fabricación de estas radica de un corte manual de las virutas respecto a su longitud optima. La viruta presenta una forma y porcentaje de adición similar a la de una macrofibra aumentando la resistencia a la tracción y flexión del concreto.

USOS:

Para losas y Pavimentos de concreto simple que estén expuestos a constantes cambios de temperatura.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS:

- Reduce el ancho de fisuras que se da por contracción plástica hasta en un 58%.
- Disminuye su resistencia a la compresión, eleva de forma mínima la resistencia a la flexión y tracción del concreto.
- Disminuye la trabajabilidad del concreto, en un 0.8” por cada 1% de adición respecto al peso del cemento.

DATOS TÉCNICOS

Ancho de Viruta : 2 ± 1.05 mm

Longitud : 70mm

DOSIFICACIÓN

Se debe adicionar a la mezcla 425 gramos de Virutas de acero por cada bolsa de cemento (42.5 kg), para concretos que presenten una relación agua – cemento de 0.5. Se debe tomar en cuenta que la adición de las virutas reduce la trabajabilidad del concreto en 0.8” por cada 1% del peso del cemento.

ALMACENAMIENTO

Deberán ser almacenadas en lugares fresco, que se encuentren alejados de los rayos del sol y que no esté contacto con la humedad del suelo.

MÉTODO DE APLICACIÓN

Las virutas de acero serán adicionadas, después de haber ingresado todo aquel material que componen la mezcla del concreto, con el fin de obtener una mezcla homogénea.