

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



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

**RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON
INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET**

PRESENTADO POR:

Bach. PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO

Bach. MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

ASESOR:

Mg. Ing. JUAN ALBERTO CONTRERAS MORETO

Jaén, Mayo de 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



LEY DE CREACIÓN N° 29304 - RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 002-2018-SUNEDU/CD
COORDINACIÓN CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Año de la Lucha Contra la Corrupción e Impunidad"


ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En el **Aula N° 112** del Local Académico **Sede** de la Universidad Nacional de Jaén, ubicado en el distrito y provincia de Jaén, siendo las **10:30 a.m.**, del día **29** del mes de **Mayo** del año **2019**, se reunieron los docentes: **Ing. Wilmer Rojas Pintado (Presidente)**, **Ing. Angel Gregorio Germán Niquén Inga (Secretario)**, **Ing. César Jesús Díaz Coronel (Vocal)**, en condición de integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Trabajo de tesis intitulado: **"Resistencia y agrietamiento por contracción del concreto para pavimentos rígidos con incorporación de fibras PET"**, cuyos autores son los Bachilleres en Ciencias con mención en Ingeniería Civil **Pedro Jonathan Esquivel Delgado y Marian Gianella Ticliahuanca Mendoza**; y, su Asesor **Ing. Juan Alberto Contreras Moreto**, con el propósito de proceder a la sustentación y defensa de dicha tesis.


Luego de la sustentación y defensa de la Tesis, el Jurado Evaluador **ACORDÓ: APROBAR** por **UNANIMIDAD** a los Bachilleres en Ciencias con mención en Ingeniería Civil **Pedro Jonathan Esquivel Delgado y Marian Gianella Ticliahuanca Mendoza**, obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota en escala vigesimal		Mención
Números	Letras	
16	DIECISEIS	MUY BUENO

En señal de conformidad, se procede a la firma de la presente acta en 03 ejemplares.


Ing. Wilmer Rojas Pintado
Presidente Jurado Evaluador


Ing. Angel Gregorio Germán Niquén Inga
Secretario de Jurado Evaluador


Ing. César Jesús Díaz Coronel
Vocal de Jurado Evaluador

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme siempre, y por darme la fortaleza para afrontar cada obstáculo en la vida.

A Silvia, mi madre, por ser la mujer que ha creído siempre en mí, y me ha impulsado a lo largo de mi carrera profesional, a mis hermanos, primos, tías y tíos que con su innegable apoyo han estado presente en todo momento.

PEDRO JONATHAN

A Dios, por darme sabiduría y fortaleza para afrontar el camino de la vida.

A mis padres Edgar y Ediza, por ser quiénes siempre han mantenido la esperanza en mí y han confiado plenamente en mi capacidad de superación, a mis hermanos por ser el motor y motivo que me impulsa a seguir adelante.

MARIAN GIANELLA

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Jaén por albergarnos durante nuestra formación académica.

Al ingeniero Wilmer Rojas Pintado por su orientación y dedicación brindada durante todo el desarrollo y culminación del presente trabajo.

A los ingenieros Ernesto Pérez Cerezales y Fernando Del Águila Castillo, por su confianza y atinada orientación.

A nuestras familias y a todas aquellas personas que con su invaluable apoyo nos ayudaron a cumplir este trabajo.

Y por encima de todo, gracias a Dios.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	14
II.	MARCO TEÓRICO	15
2.1	Antecedentes de la investigación.	15
2.2	Base Teórica.....	17
2.2.1	El concreto y sus componentes.....	17
2.2.1.1	Cemento	17
2.2.1.2	Agregado fino o arena.....	19
2.2.1.3	Agregado grueso o piedra	19
2.2.1.4	Agua.....	20
2.2.1.5	Aditivos.....	20
2.2.1.6	Fibras	20
2.2.2	Ensayos en el concreto	21
2.2.2.1	Ensayos en el concreto en estado fresco	21
2.2.2.2	Ensayos en el concreto en estado endurecido	21
2.2.3	Polietileno Tereftalato (PET).....	23
2.2.3.1	Propiedades Físicas y mecánicas del PET	23
2.2.4	Concreto Reforzado Con Fibras	24
2.2.5	Retracción.....	24
2.2.5.1	Fisuración causada por Retracción.	25
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1	Diseño de la Investigación	26
3.2	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	26
3.2.1	VARIABLES INDEPENDIENTES:.....	26
3.2.2	VARIABLES DEPENDIENTES:.....	26
3.2.3	VARIABLE INTERVINIENTE:.....	26
3.3	Instrumentos de Recolección de Datos	26
3.4	Procedimiento de la investigación	27
3.4.1	Selección de los Materiales	28
3.4.1.1	Cemento	28
3.4.1.2	Agregado Fino	28
3.4.1.3	Agregado Grueso	28
3.4.1.4	Agua.....	30
3.4.1.5	Fibras de Polietileno de Tereftalato (PET)	30
3.4.1.6	Aditivo	30
3.4.2	Ensayo de los Agregados.....	31

3.4.2.1	Extracción y preparación de las muestras	31
3.4.2.2	Reducción de las muestras a tamaño de ensayo.....	32
3.4.2.3	Contenido de Humedad	33
3.4.2.4	Análisis Granulométrico de los agregados	34
3.4.2.5	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	36
3.4.2.6	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino	39
3.4.2.7	Peso Unitario del Agregado Grueso y Fino	42
3.4.3	Diseño de Mezclas.....	45
3.4.4	Elaboración del concreto (MTC E 702)	51
3.4.5	Ensayos de Concreto Fresco.....	52
3.4.5.1	Asentamiento del concreto (Slump) – (NTP 339.035)	52
3.4.5.2	Peso unitario y rendimiento – (NTP 339.046).....	53
3.4.5.3	Contenido de aire en el concreto fresco método de presión – (NTP 339.083).....	54
3.4.5.4	Temperatura del concreto – (NTP 339.184)	55
3.4.6	Ensayos de Concreto Endurecido	55
3.4.6.1	Elaboración y curado de testigos cilíndricos y prismáticos de concreto (MTC E 702)	55
3.4.6.2	Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto (MTC E 704)	57
3.4.6.3	Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (MTC E 709).....	59
3.4.6.4	Retracción restringida del concreto (NTP 339.212).....	61
IV.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	64
4.1	Resultado de Ensayo de Agregados:.....	64
4.1.1	Contenido de Humedad:	64
4.1.2	Análisis Granulométrico:.....	65
4.1.3	Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso:.....	69
4.1.4	Peso Específico y Absorción del Agregado Fino:	70
4.1.5	Peso Unitario Suelto y Compactado de AG y AF	70
4.2	Resultado de Ensayos de Concreto Fresco	71
4.2.1	Asentamiento:.....	72
4.2.2	Temperatura:.....	72
4.2.3	Contenido de aire:.....	73
4.2.4	Peso Unitario del concreto.....	73
4.3	Resultado de Ensayos de Concreto Endurecido	74
4.3.1	Resistencia a la Compresión.....	74

4.3.2	Resistencia a la Flexión	75
4.3.3	Retracción restringida del concreto	76
4.4	Análisis estadístico	78
V.	CONCLUSIONES	81
VI.	RECOMENDACIONES	82
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos químicos y físicos del Cemento Tipo I	18
Tabla 2. Propiedades Físicas del PET	23
Tabla 3. Propiedades Mecánicas del PET	24
Tabla 4. Granulometría del Agregado Fino	28
Tabla 5. Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso	29
Tabla 6. Propiedades físicas de los materiales	45
Tabla 7. Resistencia a la compresión promedio	45
Tabla 8. Volumen unitario de agua	46
Tabla 9. Contenido de Aire Atrapado.....	47
Tabla 10. Relación Agua/Cemento por Resistencia	47
Tabla 11. Interpolación relación A/C	47
Tabla 12. Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto	48
Tabla 13. Interpolación del contenido de agregado grueso	48
Tabla 14. Dimensiones de los anillos de acero.....	62
Tabla 15. Resultado del contenido de humedad del agregado grueso.....	64
Tabla 16. Resultado del contenido de humedad del agregado fino	64
Tabla 17. Granulometría del Agregado Grueso – Piedra ½’’	65
Tabla 18. Granulometría del Agregado Grueso – Piedra ¼’’	66
Tabla 19. Granulometría del Agregado Grueso – Cálculo	66
Tabla 20. Granulometría del Agregado Grueso - Ensayo	67
Tabla 21. Granulometría del Agregado Fino	68
Tabla 22. Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado grueso	69
Tabla 23. Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado fino.....	70
Tabla 24. Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado grueso y fino	70
Tabla 25. Resultados de ensayos de concreto fresco	71
Tabla 26. Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto Endurecido	74
Tabla 27. Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Flexión del Concreto Endurecido.....	75
Tabla 28. Control de fisuras	77
Tabla 29. Coeficiente de variación y desviación estándar.....	78
Tabla 30. Coeficiente de Variación y Desviación Estándar – Resistencia a la Compresión	78
Tabla 31. Coeficiente de Variación y Desviación Estándar – Resistencia a la Flexión	79
Tabla 32. Análisis de Varianza para los efectos principales	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sistema de Identificación de Envases PET	23
Figura 2. Representación esquemática del procedimiento de la investigación	27
Figura 3. Equipo cortador artesanal de botellas de PET	30
Figura 4. Diagrama de Flujo del procedimiento de extracción y preparación de las muestras	31
Figura 5. Agregado fino y grueso almacenado.....	31
Figura 6. Diagrama de Flujo del Procedimiento de cuarteo para reducir muestras de agregados a tamaños de ensayo	32
Figura 7. Montículo para cuarteo	32
Figura 8. Proceso de cuarteo del agregado	32
Figura 9. Material dividido en cuatro partes iguales	33
Figura 10. Eliminación de muestras diametralmente opuestas	33
Figura 11. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el contenido de humedad	33
Figura 12. Determinación de la masa del Agregado	34
Figura 13. Secado de la muestra al horno.....	34
Figura 14. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Análisis Granulométrico de los agregados	35
Figura 15. Muestra húmeda para determinar contenido de humedad.....	35
Figura 16. Lavado de material en el tamiz N° 200.....	35
Figura 17. Pesado inicial de muestra seca	36
Figura 18. Tamizado mecánico de agregados	36
Figura 19. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso	36
Figura 20. Inmersión del AG en agua	37
Figura 21. Eliminación del agua superficial.....	37
Figura 22. Pesado de la muestra en condición de saturación con superficie seca.....	37
Figura 23. Determinación del peso bajo el agua	37
Figura 24. Secado de la muestra en horno.....	37
Figura 25. Determinación del peso seco.....	37
Figura 26. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso específico y absorción del agregado fino.....	39
Figura 27. A.F. sumergido en agua	39
Figura 28. Secado del A.F. con secadora	39
Figura 29. Prueba de humedad superficial	40
Figura 30. Pesado de la muestra SSS	40
Figura 31. Pesar 500ml de agua en el frasco	40
Figura 32. Añadir la muestra SSS en el frasco	40
Figura 33. Decantar el exceso de agua	40
Figura 34. Secar en el horno y pesar la muestra.....	40
Figura 35. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso y fino	42
Figura 36. Apisonado del agregado por capas.....	42
Figura 37. Eliminación de material excedente	42
Figura 38. Determinar el peso del recipiente con su contenido y luego vacío	43
Figura 39. Determinar las dimensiones del recipiente	43

Figura 40. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino	43
Figura 41. Llenado del recipiente con agregado.....	44
Figura 42. Eliminación de material excedente	44
Figura 43. Determinar el peso del recipiente con su contenido y luego vacío	44
Figura 44. Determinar las dimensiones del recipiente	44
Figura 45. Materiales y herramientas	51
Figura 46. Elaboración de concreto	51
Figura 47. Diagrama de flujo del procedimiento para medir el asentamiento del concreto con el cono de Abrams	52
Figura 48. Llenado del cono de Abrams.....	52
Figura 49. Medición del asentamiento	52
Figura 50. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario y el rendimiento.....	53
Figura 51. Llenado y varillado del recipiente.....	53
Figura 52. Peso del recipiente más concreto	53
Figura 53. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el contenido de aire utilizando el método de presión.....	54
Figura 54. Llenado de la Olla de Washington	54
Figura 55. Medición del contenido de aire	54
Figura 56. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el ensayo de temperatura del concreto fresco.....	55
Figura 57. Diagrama de flujo del procedimiento para elaboración y curado de especímenes de concreto.....	56
Figura 58. Llenado y varillado de testigos	56
Figura 59. Enrasado de la superficie de testigos	56
Figura 60. Testigos cilíndricos terminados	56
Figura 61. Testigos prismáticos terminados	56
Figura 62. Desmoldado de testigos cilíndricos.....	57
Figura 63. Desmoldado de testigos prismáticos	57
Figura 64. Testigos cilíndricos	57
Figura 65. Testigos prismáticos.....	57
Figura 66. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la resistencia a la compresión	57
Figura 67. Rotura de testigos cilíndricos	58
Figura 68. Testigos cilíndricos ensayados.....	58
Figura 69. Molde cilíndrico para ensayo de la resistencia a la compresión del concreto ...	58
Figura 70. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la resistencia a la flexión	59
Figura 71. Rotura de testigos prismáticos	59
Figura 72. Testigos prismáticos ensayados	59
Figura 73. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz.....	60
Figura 74. Planta – Sección de anillos de acero para ensayo de retracción restringida	62
Figura 75. Diagrama de flujo del procedimiento para realizar el ensayo de la retracción restringida del concreto	63
Figura 76. Molde de anillo	63
Figura 77. Llenado de anillo.....	63

Figura 78. Anillos desmoldados	63
Figura 79. Medición de grietas	63
Figura 80. Curva granulométrica del Agregado Grueso – Piedra ½’’	65
Figura 81. Curva granulométrica del Agregado Grueso – Piedra ¼’’	66
Figura 82. Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Cálculo	67
Figura 83. Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Ensayo	68
Figura 84. Curva Granulométrica del Agregado Fino	69
Figura 85. Asentamiento Vs % de Fibra	72
Figura 86. Temperatura Vs % de Fibra	72
Figura 87. Contenido de aire Vs % de Fibra	73
Figura 88. Peso Unitario Vs % de Fibra	73
Figura 89. Resistencia a la Compresión	74
Figura 90. Resistencia a la Flexión.....	75
Figura 91. Agrietamiento por contracción.....	76
Figura 92. Resistencias medias a la compresión	80
Figura 93. Resistencias medias a la flexión.....	80

RESUMEN

A lo largo de los años, las investigaciones han permitido mejorar algunas de las propiedades del concreto a través de la incorporación de fibras de diversos tipos. En tal sentido, la finalidad del presente trabajo de investigación fue determinar en cuánto mejora la resistencia a la flexión y compresión, y cuánto reduce el agrietamiento por contracción la incorporación de fibras PET en el concreto para pavimentos rígidos. Para ello, se ensayó los agregados a fin determinar las propiedades físicas necesarias que permitieron obtener el diseño de mezcla de un concreto para un $F'r = 34 \text{ kg/cm}^2$ y $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Con este diseño se elaboró una muestra control, y una muestra experimental, a la que se incorporó una dosificación de 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras dispersas, sobre el que se realizó ensayos estandarizados: en estado fresco, y estado endurecido. Los resultados mostraron que la incorporación de fibras PET disminuyen la trabajabilidad del concreto, a medida que aumenta la dosificación; mas no altera la temperatura, el contenido de aire ni el peso unitario, pues las variaciones no son significativas. En cuanto a la resistencia a la compresión del concreto, la muestra experimental evidencia un aumento progresivo, siendo la más significativa la dosificación de 0.07% la que generó un incremento de 10.2% respecto de la muestra control. En lo que respecta a la resistencia a la flexión del concreto, no se evidenció un aumento sostenido, siendo la dosificación de 0.05 % la que generó un incremento de 20.0% respecto de la muestra control. En el ensayo de la retracción restringida del concreto, se evidenció una reducción de un 14.3% del ancho promedio de las grietas en la dosificación de 0.07 %, demostrando que el uso de estas fibras recicladas presenta mejoras en las propiedades del concreto.

Palabras claves: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, contracción del concreto, retracción restringida, Polietileno de Tereftalato (PET).

ABSTRACT

Over the years, research has made it possible to improve some of the properties of concrete through the incorporation of fibers of several types. In this sense, the purpose of this research was to determine how much the resistance to bending and compression improves, and how much it reduces the cracking by contraction and the incorporation of PET fibers in the concrete for rigid pavements. For this purpose, the aggregates were tested to determine the necessary physical properties that allowed the mixing design of a concrete to be obtained for a $F'r = 34 \text{ kg/ cm}^2$ and $F'c = 280 \text{ kg/ cm}^2$. With this design a control sample and an experimental sample were elaborated, which a dosage of 0.03%, 0.05% and 0.07% by weight of scattered fibers were incorporated, on which standardized tests were performed: in fresh state, and hard state. The results showed that the incorporation of PET fibers reduces the workability of the concrete, as the dosage increases; but it doesn't alter the temperature, the air content or the unit weight, as the variations aren't significant. As for the resistance to the compression of the concrete, the experimental sample evidences a progressive increase, the most significant is the dosage of 0.07%, which generated an increase of 10.2% with respect to the control sample. As regards the resistance to bending of the concrete, there wasn't evidence of a sustained increase, being the dosage of 0.05 % that generated an increase of 20.0% over the control sample. In the trial of restricted retraction of concrete, a reduction of 14.3% of the average width of the cracks in the dosage of 0.07% was demonstrated, demonstrating that the use of these recycled fibers presents improvements in the properties of the concrete.

Keywords: compression resistance, bending resistance, concrete shrinkage, restricted retraction, terephthalate polyethylene (PET).

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y sofisticación de los concretos es una preocupación constante para la ingeniería moderna dada su gran demanda en la construcción; por ello, el hombre se encuentra en constante búsqueda de mejorar sus propiedades ya que su buen desempeño a la compresión no es suficiente para ciertos usos, tal es el caso de los pavimentos donde se requiere que responda a la flexión. Asimismo, muchas veces no se presta atención al fisuramiento producido en el proceso de retracción del concreto.

Muestra de ello son las diversas calles de pavimento rígido de la ciudad de Jaén que, en poco tiempo, presentan diversas patologías; causando un malestar generalizado en los ciudadanos, gastos innecesarios en mantenimiento y reparaciones que no serán del todo eficaces. A esto se suma la creciente necesidad de buscar alternativas de solución a la contaminación ambiental producida por las botellas de plástico, si bien el reciclado es una buena alternativa, se debe continuar realizando estudios que permitan determinar su aprovechamiento, sobre todo, en el campo de la construcción.

Para hacer frente a esta problemática se han realizado investigaciones en los últimos años que han permitido desarrollar nuevas tecnologías y varias tendencias en la elaboración de concretos, como el uso de fibras industriales de polipropileno y fibras de polietileno de Tereftalato obtenidas de botellas de plástico reciclado. En tal sentido, la finalidad del presente trabajo de investigación fue determinar en cuánto mejora la resistencia a la flexión y compresión, y cuánto reduce el agrietamiento por contracción la incorporación de fibras PET en el concreto para pavimentos rígidos.

El desarrollo experimental comprendió la fabricación de concretos incorporando diferentes dosificaciones de PET (0%, 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras dispersas) los mismos fueron ensayados y analizados tanto en estado fresco como endurecido, en este último se verificaron, a través del procesamiento de los datos obtenidos, si se producen cambios significativos en las propiedades de resistencia a la compresión y flexión y agrietamiento por contracción.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación.

Sin duda, el concreto es uno de los materiales más usados en la industria de la construcción, pero debido a algunas deficiencias que éste evidencia y puesto que es una de las alternativas más viables, es necesario seguir buscando mejoras en algunas de sus propiedades. Las exigencias de algunos diseños han llevado a investigar la incorporación de ciertos materiales, definir qué material es el adecuado responde a ciertas características de dicho material y si éste tiene impacto ambiental resulta ideal.

(Florez Fernández, 2014), desarrolló la investigación titulada «Efecto en las propiedades en tensión de un material compuesto base cemento reforzado con fibras de PET reciclado» cuyo objetivo fue utilizar PET reciclado en forma de fibras continuas o dispersas como reforzante en materiales a base de cemento, para mejorar sus propiedades mecánicas en tensión.

Para esta investigación se hicieron ensayos a la compresión y tracción directa al concreto, asimismo el PET se analizó por medio de espectroscopía de infrarrojo para determinar si existe degradación al interactuar con el concreto, entre otros ensayos que ayudaron a determinar si existen mejoras al incorporarlas; llegándose a concluir que el uso de PET reciclado en tiras como refuerzo de un mortero sometido a tensión directa presenta una mejora en su comportamiento después de la falla, ya que la adherencia matriz-PET genera un esfuerzo residual que va en aumento.

Asimismo (Munizaga Román, 2009), en su investigación titulada «Fisuración por retracción en hormigones: influencia del tipo de cemento», estudió la influencia del contenido de puzolana adicionado al cemento en el comportamiento en retracción y fisuración de hormigones confeccionados con cementos que variaban en el porcentaje de adición entre 0 y 27%, y cuya finura Blaine variaba entre 2800 y 4500 cm²/g. El estudio consideró también la variable razón A/C en dos niveles 0.45 y 0.55.

En este trabajo de investigación se realizaron los ensayos de retracción libre y restringida donde los resultados muestran que prácticamente no se observan diferencias significativas en el comportamiento en retracción y fisuración al incorporar puzolana molida a 7000 cm²/g a un cemento Pórtland de 2800 cm²/g, en las dosis estudiadas de 17 y 23%.

(Silva Santisteban, 2009), realizó la investigación titulada «Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves)», el objetivo trazado fue desarrollar un concreto estándar ($f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$) adicionado con plumas de aves como reemplazo de fibras sintéticas que reduzca la fisuración en losas, logrando además que este concreto sea una alternativa económicamente más accesible por su bajo costo.

Se realizaron ensayos al concreto fresco para determinar sus propiedades físicas y al concreto endurecido, se evaluó con los ensayos de compresión y flexión, y se incluyó un ensayo empírico (ensayo de potencial de fisuración) que permitió evaluar cuantitativamente el grado de fisuración por contracción plástica en un elemento superficial restringido lateralmente y sometido a un ambiente con una alta tasa de evaporación, llegando a la conclusión que el uso de la fibra natural de origen animal (pluma de aves) inhibe efectivamente la formación de fisuras por contracción plástica hasta en un 75% para la dosis de 900 g/m^3 de concreto.

En el ámbito local también se abordó esta problemática en la investigación de (Peralta Guevara, 2014) la que llevó por título «Evaluación de la Resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c = 210 \text{ kg./cm}^2$ y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la Ciudad de Jaén-Cajamarca», cuyo objetivo fue evaluar la resistencia a la compresión de un concreto fabricado con PET (Polietileno de Tereftalato) en relación con el concreto convencional.

Para esta investigación se ensayaron los agregados para determinar si podían ser utilizados como material en el diseño de mezclas, con estos datos se diseñó una mezcla de concreto convencional que sirvió de base para desarrollar el concreto con material reciclable PET sólo que los valores del agregado fino se modificaban según el porcentaje de PET incorporado (15%, 30% y 45%). Finalmente se evaluó la resistencia a la compresión de ambos concretos llegando a la conclusión que conforme aumenta el porcentaje de PET disminuye la resistencia a la compresión, siendo favorable sólo para una dosificación del 15 % de PET, sin embargo, la resistencia obtenida es menor frente a la del concreto convencional.

2.2 Base Teórica

2.2.1 El concreto y sus componentes

El concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. (Harmsen, 2005, p.11)

Para un buen concreto no sólo debe administrar materiales de buena calidad en proporciones correctas, sino también se debe considerar factores como el proceso de mezclado, transporte, colocación o vaciado y curado (Harmsen, 2005).

2.2.1.1 Cemento

“El cemento se obtiene de la pulverización del clinker el cual es producido por la calcinación hasta la fusión incipiente de materiales calcáreos y arcillosos” (Harmsen, 2005, p. 11).

Existen diversos tipos de cemento, los cuales están especificados en la norma ASTM-C-150. Ellos son:

1. Tipo I, que es de uso general y sin propiedades especiales.
2. Tipo II, de moderado calor de hidratación y alguna resistencia al ataque de los sulfatos.
3. Tipo III, de resistencia temprana y elevado calor de hidratación.
4. Tipo IV, de bajo calor de hidratación.
5. Tipo V, de alta resistencia al ataque de sulfatos.

Los tres primeros tipos de cemento son susceptibles de adicionarles incorporadores de aire, en cuyo caso, se le agrega el sufijo A, por ejemplo, cemento tipo IIIA.

CEMENTO TIPO I

El Cemento Portland Tipo I es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker y yeso. El clinker está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a elevadas temperaturas 1350°C. (CEMENTOS PACASMAYO, 2013, p.1)

Tabla 1.

Requerimientos químicos y físicos del Cemento Tipo I

Ensayos	Requisitos			Parámetros de Control		
REQUERIMIENTOS QUÍMICOS						
MgO	Máximo	6.0	%	Máximo	4.0	%
SO₃	Máximo	3.0	%	Óptimo	2.4 – 2.8	%
Pérdida por Ignición	Máximo	3.0	%	Máximo	2.8	%
Residuo insoluble	Máximo	0.75	%	Máximo	0.70	%
Cal Libre	-	-	-	Máximo	1.9	%
Cloruros, Cl-	-	-	-	Máximo	0.10	%
REQUERIMIENTOS FÍSICOS						
Contenido de Aire	Máximo	12	%	-	-	-
Finura						
a) Superficie Especifica	Mínimo	2,800	cm ² /g	Óptimo	3,400- 4,200	cm ² /g
Expansión autoclave	Máximo	0.8	%	-	-	-
Resistencia a la compresión						
a) Resistencia a la compresión a 1 día	Mínimo	108	Kg/cm ²	-	-	-
b) Resistencia a la compresión a 3 días	Mínimo	122	Kg/cm ²	Mínimo	153	Kg/cm ²
c) Resistencia a la compresión a 7 días	Mínimo	194	Kg/cm ²	Mínimo	242	Kg/cm ²
d) Resistencia a la compresión a 28 días	Mínimo	286	Kg/cm ²	Mínimo	343	Kg/cm ²
Tiempo de Fraguado						
Vicat						
Fraguado Inicial	Mínimo	45	minutos	Mínimo	110	minutos
				Máximo	180	
Fraguado Final	Máximo	375	minutos	Mínimo	260	minutos
				Máximo	320	

Fuente: Pacasmayo, Especificación Técnica – División Cementos

2.2.1.2 Agregado fino o arena

“Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y queda retenido en el tamiz normalizado 74 µm (N° 200); deberá cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037” (INACAL (Instituto Nacional de Calidad), 2015).

Los resultados establecidos en la NTP 400.037 se determinan con una serie de métodos de ensayo, pero a continuación se menciona aquellos ensayos que permitan verificar si es adecuado el agregado con el que se trabajará y asimismo los necesarios para el diseño de mezclas:

a) Extracción de muestras:

NTP 400.010: AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

b) Análisis Granulométrico:

NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

c) Peso Específico y Porcentaje de Absorción:

NTP 400.022 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

d) Peso Unitario Suelto y Varillado

NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

2.2.1.3 Agregado grueso o piedra

“Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca, y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037” (INACAL (Instituto Nacional de Calidad), 2015).

Los resultados establecidos en la NTP 400.037 se determinan con una serie de métodos de ensayo, pero a continuación se menciona aquellos ensayos que permitan verificar si es adecuado el agregado con el que se trabajará y asimismo los necesarios para el diseño de mezclas:

a) Extracción de muestras:

NTP 400.010: AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras

b) Análisis Granulométrico:

NTP 400.012 AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

c) Peso Específico y Porcentaje de Absorción:

NTP 400.021 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

d) Peso Unitario Suelto y Varillado

NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.

2.2.1.4 Agua

El agua empleada en la mezcla debe ser limpia, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general el agua potable es adecuada para el concreto. Su función principal es hidratar el cemento, pero también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla. Podrá emplearse agua no potable en la elaboración del concreto, siempre que se demuestre su idoneidad. (Harmsen, 2005, p.13)

2.2.1.5 Aditivos

Los aditivos son sustancias que, añadidas al concreto, alteran sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido. Por su naturaleza, se clasifican en aditivos químicos y aditivos minerales. Entre los primeros, se tiene, principalmente, los plastificantes y súper-plastificantes, los incorporadores de aire y los controladores de fragua. Entre los aditivos minerales se tiene, principalmente: los aditivos naturales, cenizas volantes o fly ash, microsílíce o sílica fume y escoria de la producción del acero. (Harmsen, 2005, p.15)

2.2.1.6 Fibras

En concreto las fibras se usan principalmente en concreto premezclado, concreto prefabricado, pavimentos y shot-crete. Pueden ser de acero, plástico, vidrio o materiales naturales como celulosa de madera. Sus longitudes usuales varían de 6 mm a 150 mm con espesores que varían de 0.005 a 0.75 mm. (Harmsen, 2005, p.16)

“Se agregan al concreto en proporciones menores al 1% en volumen, en la mayoría de los casos. Impiden pequeñas rajaduras debidas a la contracción de fragua y a la deformación plástica. Dan muy buenos resultados en secciones delgadas” (Harmsen, 2005, p.16).

2.2.2 Ensayos en el concreto

El concreto es un material importante para la construcción, debido a ello es necesario determinar su calidad y buen comportamiento frente a cargas de diseño y durante los procesos constructivos, por lo cual normalmente se le efectúan diversos ensayos de control cuando está en estado fresco y endurecido. (Valencia Elguera & Ibarra Navarro, 2013, p.3)

2.2.2.1 Ensayos en el concreto en estado fresco

Estos ensayos son esenciales para monitorear las características iniciales del concreto y el efecto que tienen los insumos en la mezcla final, de esta manera se controla su puesta en servicio. También aplica para la verificación de una mezcla de diseño o de una muestra de investigación. El tiempo para efectuar los ensayos de rutina no debe exceder de 15 minutos desde la toma de la muestra representativa. (Valencia Elguera & Ibarra Navarro, 2013, p.3)

Entre ellos tenemos los siguientes:

a) Ensayo para la medición del asentamiento:

NTP 339.035 CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.

b) Ensayo para determinar el peso unitario y rendimiento:

NTP 339.046 CONCRETO. Método de Ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón.

c) Ensayo para determinar el contenido de aire:

NTP 339.083 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para contenido del aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión.

d) Ensayo para determinar la temperatura:

NTP 339.184 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de las mezclas de hormigón.

2.2.2.2 Ensayos en el concreto en estado endurecido

Estos ensayos se efectúan para determinar la resistencia y/u otros parámetros de calidad mediante pruebas estándar efectuadas a testigos de concreto endurecido o a especímenes extraídos de un elemento de concreto, los cuales pueden ser obtenidos en obra o en alguna evaluación realizada en laboratorio. (Valencia Elguera & Ibarra Navarro, 2013, p.5). Se clasifican en:

1. Ensayos destructivos en el concreto:

“Son pruebas realizadas sobre testigos de concreto que permiten determinar, generalmente de forma directa, ciertas propiedades inherentes al material, produciendo en ellos una alteración irreversible de su geometría dimensional y/o de su composición química” (Valencia Elguera & Ibarra Navarro, 2013, p.5). Se tiene, por ejemplo:

a) Ensayo de Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto:

NTP 339.034 CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

b) Ensayo de Resistencia a la flexión de testigos prismáticos de concreto:

NTP 339.078 CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.

c) Ensayo de retracción restringida del concreto:

NTP 339.212 CONCRETO. Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada.

2. Ensayos no destructivos en el concreto:

“Son métodos que permiten inspeccionar o comprobar determinadas propiedades del concreto endurecido, sin afectar de forma permanente sus dimensiones, características de servicio, propiedades físicas, químicas o mecánicas” (Valencia Elguera & Ibarra Navarro, 2013, p. 5).

Entre estos métodos tenemos:

- a) Ensayo de ultrasonido
- b) Ensayo de líquidos penetrantes
- c) Ensayo con esclerómetro
- d) Ensayo de partículas magnetizables
- e) Ensayos radiográficos
- f) Ensayo de emisiones acústicas

2.2.3 Polietileno Tereftalato (PET)

El Polietileno Tereftalato (PET) es un Poliéster Termoplástico y se produce a partir de dos compuestos principalmente: Ácido Terftálico y Etilenglicol, aunque también puede obtenerse utilizando Dimetiltereftalato en lugar de Ácido Tereftálico. Este material tiene una baja velocidad de cristalización y puede encontrarse en estado amorfo-transparente o cristalino. (Méndez Silva, 2012, p. 27)

El Polietileno Tereftalato en general se caracteriza por su elevada pureza, alta resistencia y tenacidad. De acuerdo con su orientación presenta propiedades de transparencia y resistencia química.

Para hacer visible la posibilidad de recuperar un paquete la “American Society of Plastics Industry” ha desarrollado un símbolo que se ha convertido en norma: las tres flechas interdireccionadas. Este símbolo, junto con el sistema de numeración que identifica la naturaleza del material, permite la correcta identificación de PET, el mismo que es identificado con el número 1 (Méndez Silva, 2012):.



Figura 1. Sistema de Identificación de Envases PET

2.2.3.1 Propiedades Físicas y mecánicas del PET

Tabla 2.

Propiedades Físicas del PET

PROPIEDADES FÍSICAS	
Absorción de Agua – Equilibrio (%)	< 0,7
Densidad (g/cm ³)	1,3 – 1,4
Índice refractivo	1,58 – 1,64
Inflamabilidad	Auto extinguable
Resistencia los ultravioletas	Buena

Fuente: Enciclopedia del Plástico 2000

Tabla 3.

Propiedades Mecánicas del PET

PROPIEDADES MECÁNICAS	
Coeficiente de fricción	0.2 – 0.4
Dureza-Rocwell	94-101
Resistencia a la tracción	190 – 160
Resistencia al impacto	13-35

Fuente: Enciclopedia del Plástico 2000

2.2.4 Concreto Reforzado Con Fibras

Los concretos reforzados con fibras, se definen como aquellos concretos que incluyen en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa. La aplicación de estos concretos puede ser con finalidad estructural o no estructural (MINISTERIO DE FOMENTO - GOBIERNO DE ESPAÑA, 2011).

La incorporación de fibras modifica el comportamiento no lineal del concreto estructural, especialmente en tracción, impidiendo la abertura y propagación de fisuras (MINISTERIO DE FOMENTO - GOBIERNO DE ESPAÑA, 2011).

Las fibras poliméricas que se incorporan a la masa del concreto son elementos de corta longitud y pequeña sección a fin de conferirle ciertas propiedades específicas. Sus dimensiones pueden ser variables al igual que su diámetro y su formato:

Micro-fibras: < 0,30 mm diámetro

Macro-fibras: \geq 0,30 mm diámetro

Las macro-fibras pueden colaborar estructuralmente, siendo su longitud variable (desde 20 mm a 60 mm) (MINISTERIO DE FOMENTO - GOBIERNO DE ESPAÑA, 2011).

2.2.5 Retracción

La retracción es un fenómeno intrínseco del concreto, que está relacionado con la pérdida paulatina del agua en la mezcla. El fenómeno en cuestión, se refiere a que el concreto experimenta variaciones de volumen, dilataciones o contracciones, durante su vida útil por causas físico químicas. La idea más importante que debe retenerse es que la retracción no es una fuerza impuesta sino que es una deformación impuesta al concreto que provocará tensiones de tracción (Munizaga Román, 2009).

Se pueden identificar básicamente cuatro tipos de retracción, estas son:

- Retracción plástica.
- Retracción autógena.
- Retracción por secado.
- Retracción térmica.

2.2.5.1 Fisuración causada por Retracción.

La fisuración es una rotura en la masa del concreto que se manifiesta exteriormente con un desarrollo lineal. La fisuración se produce siempre que la tensión, generalmente de tracción, a la que se encuentra sometido el material sobrepasa su resistencia última (Munizaga Román, 2009).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Diseño de la Investigación

Diseño Experimental

3.2 Variables de Investigación

3.2.1 Variables independientes:

- Fibra de Polietileno de Tereftalato (PET).

3.2.2 Variables dependientes:

- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Flexión
- Agrietamiento por contracción del concreto.

3.2.3 Variable Interviniente:

- Aditivo Plastificante

3.3 Instrumentos de Recolección de Datos

Los instrumentos para la recolección de datos en la presente investigación son:

Ensayos estandarizados

- Análisis Granulométrico (NTP 400.012).
- Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso (NTP 400.021)
- Peso Específico y Porcentaje de Absorción del Agregado Fino (NTP 400.022)
- Peso Unitario Suelto y Varillado (NTP 400.017)
- Contenido de Humedad (NTP 339.185)
- Asentamiento del concreto (Slump) – (NTP 339.035)
- Contenido de aire en el concreto fresco método de presión – (NTP 339.083)
- Peso unitario y rendimiento – (NTP 339.046)
- Temperatura del concreto – (NTP 339.184)
- Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto (MTC E 704).
- Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (MTC E 709).
- Retracción restringida del concreto (NTP 339.212).

Fichas de observación

Formato de control de los ensayos.

3.4 Procedimiento de la investigación

Esta investigación comprende las siguientes etapas:



Figura 2. Representación esquemática del procedimiento de la investigación

Fuente: Elaboración propia.

A continuación desarrollaremos todas estas secciones:

3.4.1 Selección de los Materiales

3.4.1.1 Cemento

El cemento que se utilizó para esta investigación fue cemento Portland “Pacasmayo” Tipo I.

3.4.1.2 Agregado Fino

El agregado fino utilizado fue una arena de río común, ésta se obtuvo de la “Cantera Josecito” ubicado en la carretera Jaén – Chamaya, Provincia de Jaén – Departamento Cajamarca. Este fue ensayado para determinar si cumple con el Huso Granulométrico de la Tabla 4, cumpliendo este parámetro se procede a realizar los ensayos restantes, necesarios para el diseño de mezcla.

Tabla 4.

Granulometría del Agregado Fino

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N° 4)	95 a 100
2,36 mm (N° 8)	80 a 100
1,18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm(N° 30)	25 a 60
300 µm(N° 50)	05 a 30
150 µm(N° 100)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

3.4.1.3 Agregado Grueso

El agregado grueso fue obtenido de la “Cantera Josecito” ubicado en la carretera Jaén – Chamaya, Provincia de Jaén – Departamento Cajamarca. El tamaño máximo nominal (TMN) elegido fue de ½”, tal cual indica la NTP 339.212 para el Ensayo de la Retracción Restringida del Concreto. Este agregado fue ensayado para determinar si cumple con el Huso Granulométrico N° 7 de la Tabla 5.

Tabla 5.

Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (N° 4)	2,36 mm (N° 8)	1,18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a N° 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25 mm a 4,75 mm (1 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19 mm a 4,75 mm (3/4 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a N° 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9 ^A	4,75 mm a 1,18 mm (N° 4 a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto

3.4.1.4 Agua

El agua utilizada para la mezcla y curado del concreto fue agua potable suministrada por EPS Marañón.

3.4.1.5 Fibras de Polietileno de Tereftalato (PET)

Las fibras PET utilizadas en esta investigación se obtuvieron de un proceso artesanal, con ayuda de un equipo cortador de botellas de PET post-consumo (reciclado), el cual consta de un sistema mecánico a base de navaja; el ancho de la fibra cortada fue de aproximadamente de 1-2 mm y 20 mm de largo. El dispositivo es sencillo, práctico y económico, pero se pretende construir un segundo prototipo con la finalidad de optimizar el mecanismo y proporcionar una mayor eficiencia.

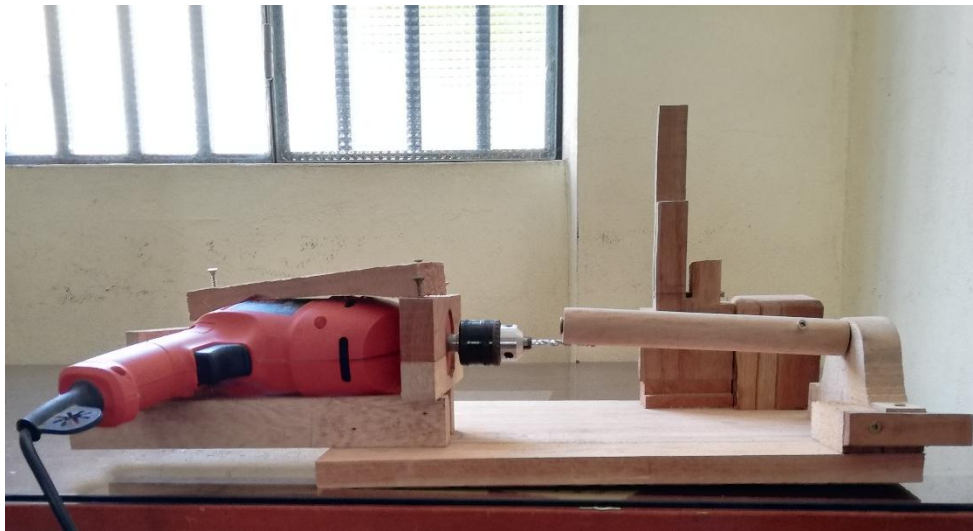


Figura 3. Equipo cortador artesanal de botellas de PET

3.4.1.6 Aditivo

El aditivo utilizado es SIKA® CEM PLASTIFICANTE, este es un aditivo súper plastificante para mezclas de concreto, permite una reducción de agua de hasta 20% según la dosificación utilizada. Aunque para la elaboración del concreto de esta investigación no se redujo el agua, debido a la pérdida de trabajabilidad al incorporar la fibra PET. La dosificación usada fue de 250 ml por bolsa de cemento (42.5 kg), tal cual indica su ficha técnica.

3.4.2 Ensayo de los Agregados

3.4.2.1 Extracción y preparación de las muestras

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.010

Procedimiento:

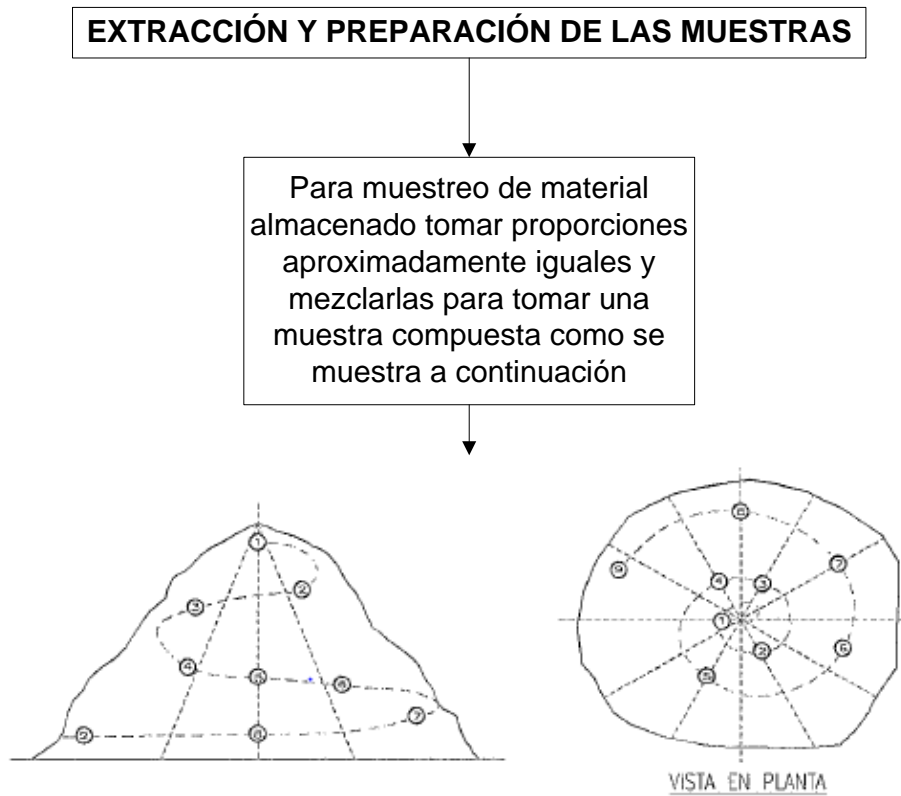


Figura 4. Diagrama de Flujo del procedimiento de extracción y preparación de las muestras



Figura 5. Agregado fino y grueso almacenado

3.4.2.2 Reducción de las muestras a tamaño de ensayo

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.043

Procedimiento:

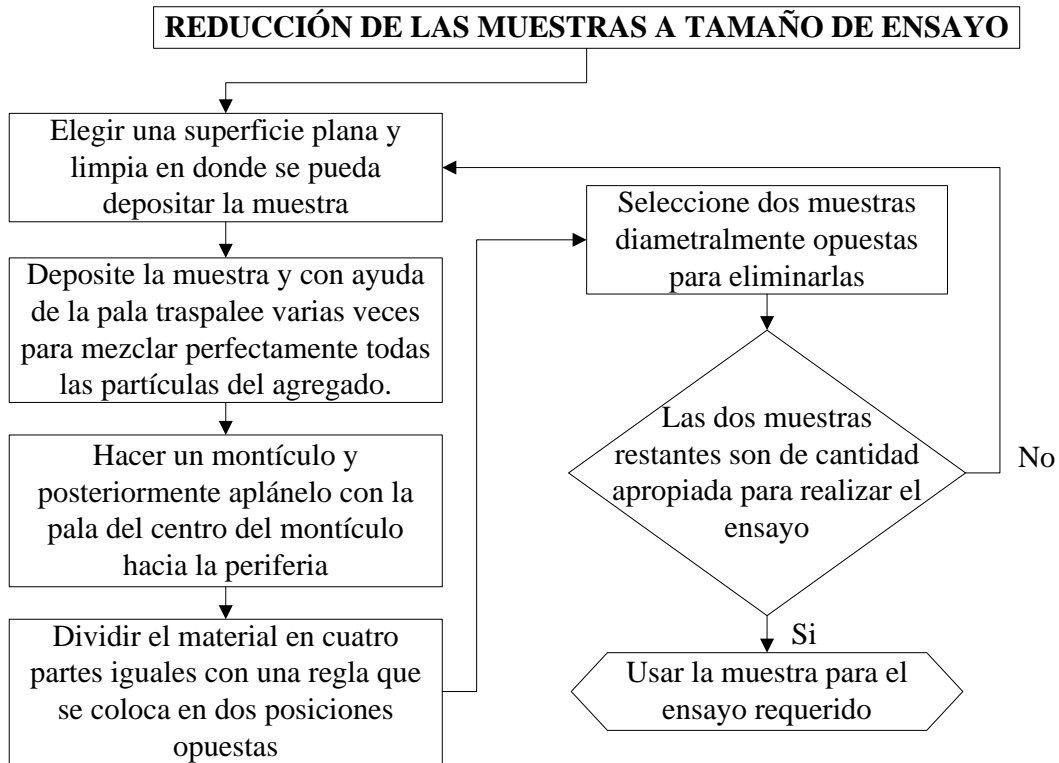


Figura 6. Diagrama de Flujo del Procedimiento de cuarteo para reducir muestras de agregados a tamaños de ensayo



Figura 7. Montículo para cuarteo

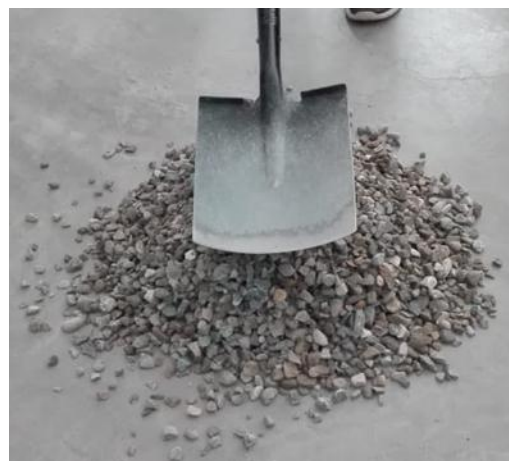


Figura 8. Proceso de cuarteo del agregado



Figura 9. Material dividido en cuatro partes iguales



Figura 10. Eliminación de muestras diametralmente opuestas

3.4.2.3 Contenido de Humedad

Se realizó el ensayo de acuerdo a la MTC E 215.

Procedimiento:

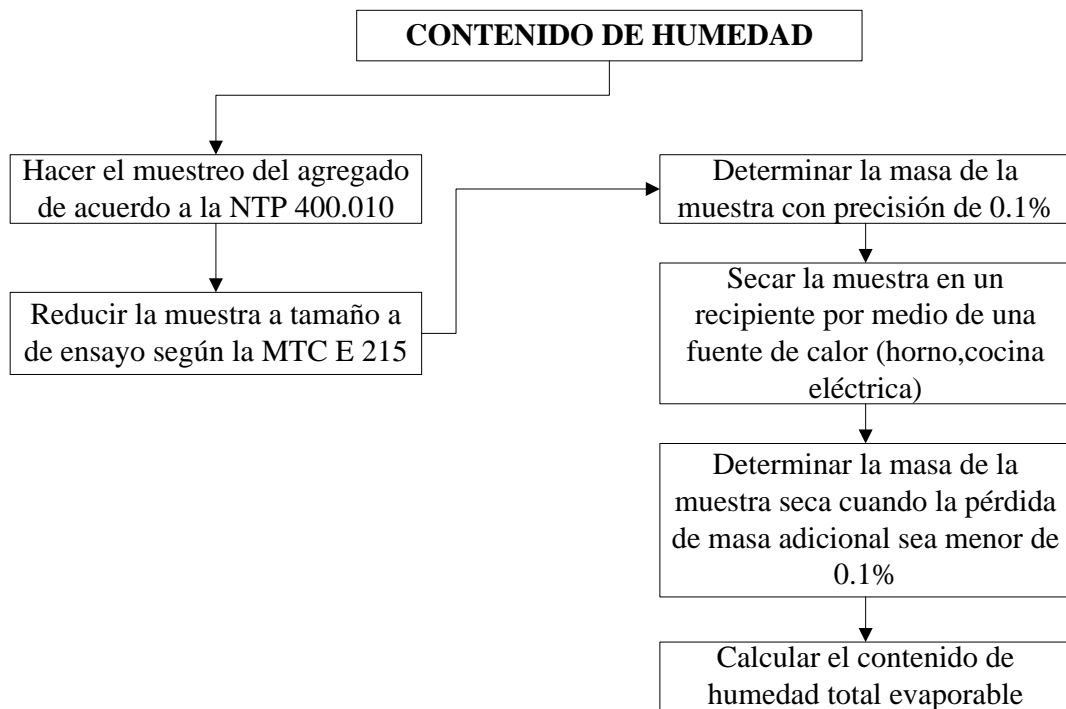


Figura 11. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el contenido de humedad



Figura 12. Determinación de la masa del Agregado



Figura 13. Secado de la muestra al horno

Cálculos:

Según el MTC E 215 el contenido de humedad total evaporable se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

3.4.2.4 Análisis Granulométrico de los agregados

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.012

Cálculos:

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} * 100$$

Se calcula el porcentaje más fino (% que pasa), restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

El módulo de fineza se calcula dividiendo entre 100 la suma de los porcentajes acumulados retenidos de material de cada uno de los siguientes tamices: N° 100; N° 50; N° 30; N° 16; N° 8; N° 4; 3/8''; 3/4''; 1 1/2'' y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

Procedimiento:

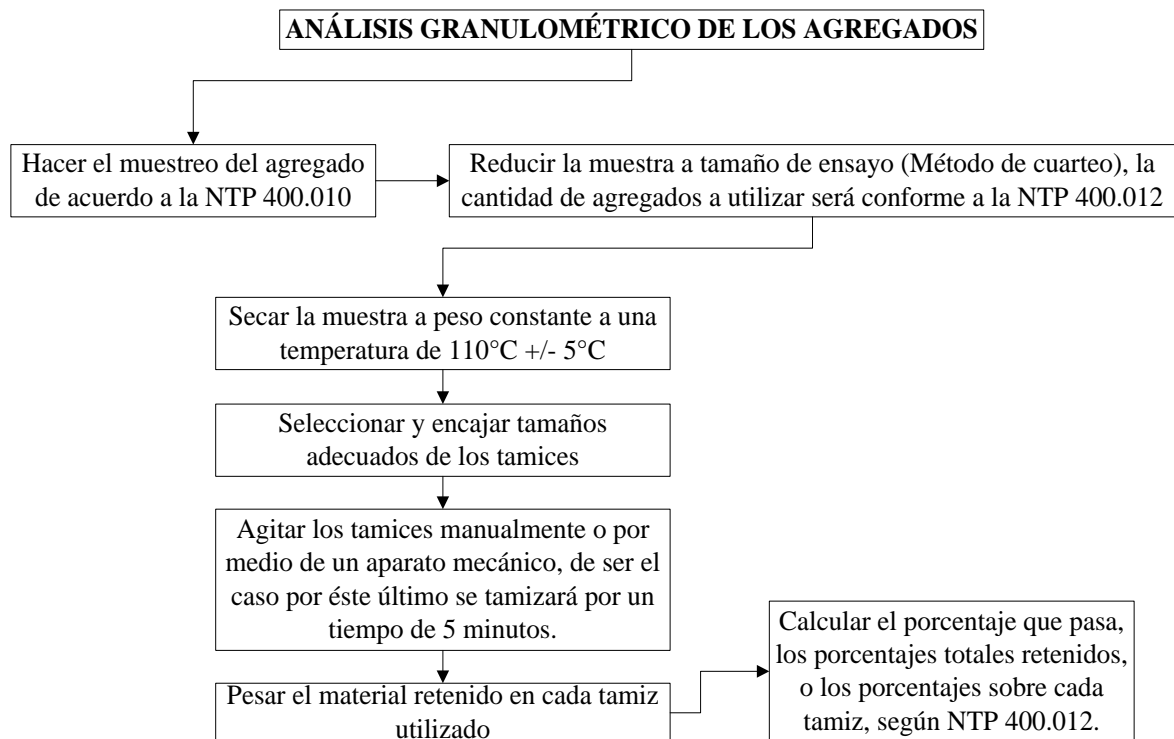


Figura 14. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el Análisis Granulométrico de los agregados



Figura 15. Muestra húmeda para determinar contenido de humedad



Figura 16. Lavado de material en el tamiz N° 200



Figura 17. Pesado inicial de muestra seca



Figura 18. Tamizado mecánico de agregados

3.4.2.5 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.021

Procedimiento:

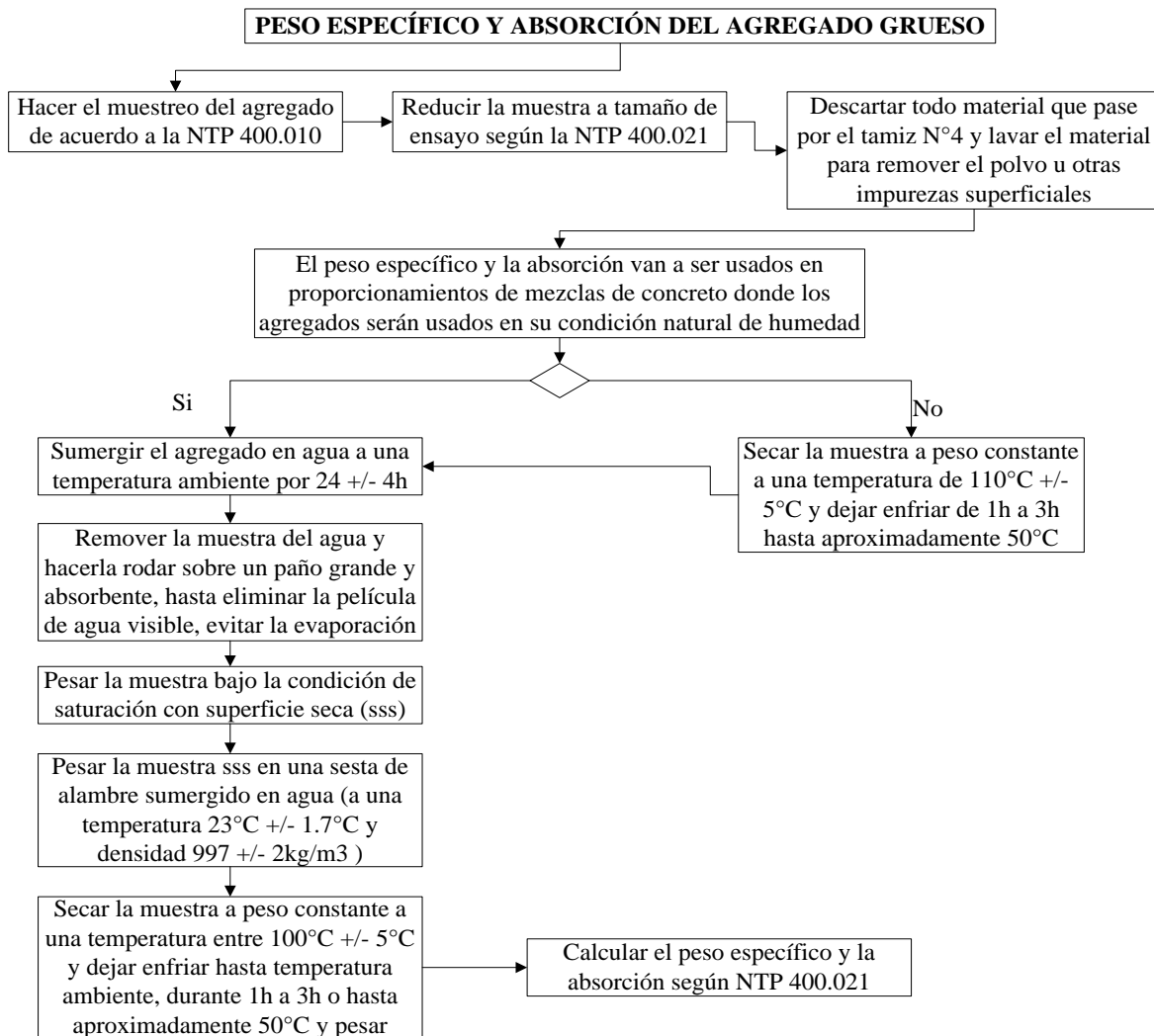


Figura 19. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso



Figura 20. Inmersión del AG en agua



Figura 21. Eliminación del agua superficial



Figura 22. Pesado de la muestra en condición de saturación con superficie seca



Figura 23. Determinación del peso bajo el agua



Figura 24. Secado de la muestra en horno



Figura 25. Determinación del peso seco

Cálculos:

La Norma Técnica Peruana 400.021 calcula la densidad y densidad relativa de la siguiente manera:

Densidad relativa en base al agregado secado al horno. (OD) =

$$\frac{A}{B - C}$$

Densidad relativa del agregado de superficie seca saturada. (SSD) =

$$\frac{B}{B - C}$$

Densidad relativa aparente. (SSD) =

$$\frac{A}{A - C}$$

Densidad en base al agregado secado al horno. (OD) Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{A}{B - C}$$

Densidad en base al agregado de superficie seca saturada. (SSD) Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{B}{B - C}$$

Densidad aparente. (SSD) Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{A}{A - C}$$

Absorción % (Ab) =

$$100 * \frac{(B - A)}{A}$$

Dónde:

A= masa de la muestra secada al horno en aire, (gr)

B= masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, (gr)

C= masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (gr)

3.4.2.6 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.022

Procedimiento:

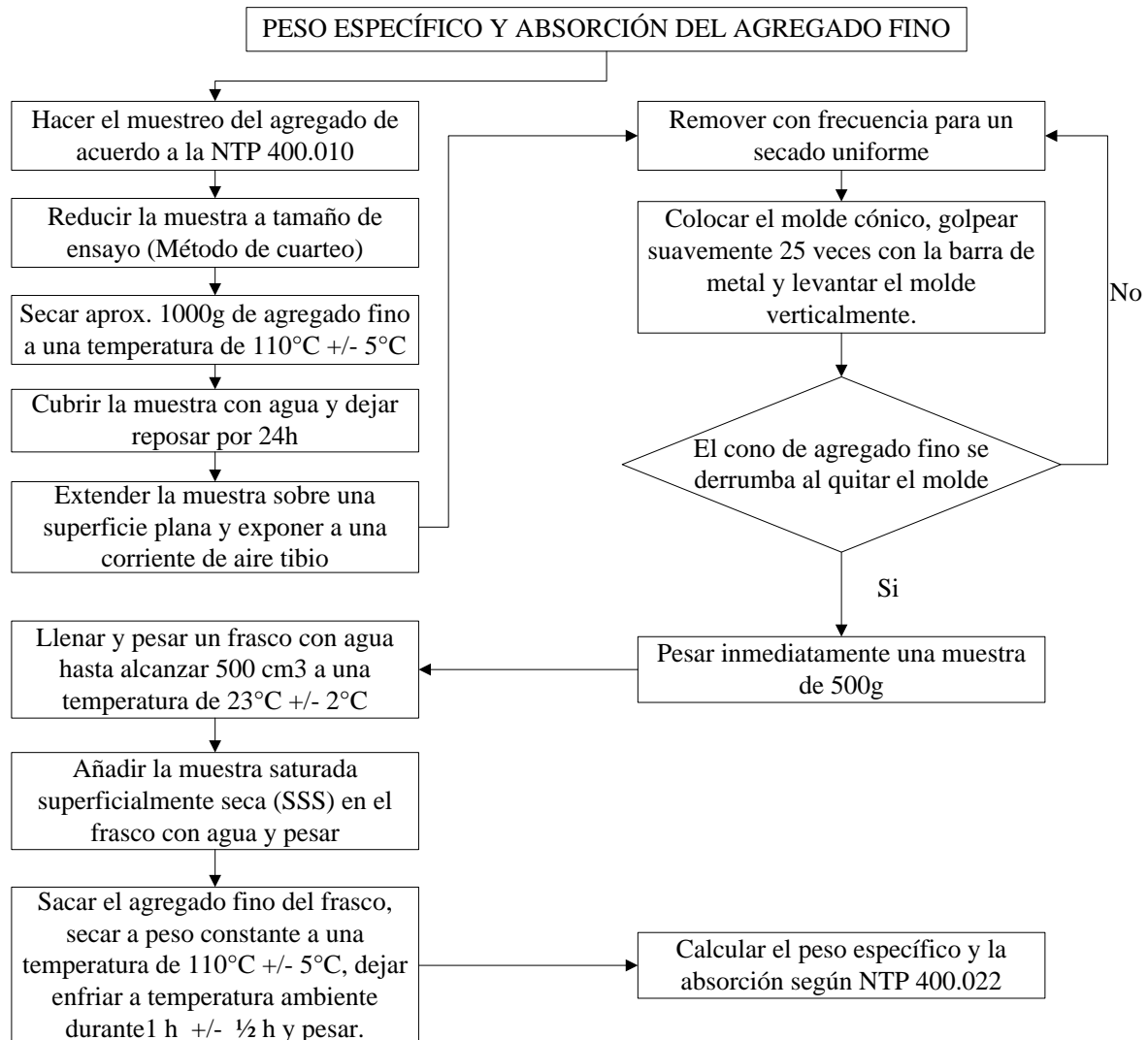


Figura 26. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso específico y absorción del agregado fino



Figura 27. A.F. sumergido en agua



Figura 28. Secado del A.F. con secadora



Figura 29. Prueba de humedad superficial



Figura 30. Pesado de la muestra SSS



Figura 31. Pesar 500ml de agua en el frasco



Figura 32. Añadir la muestra SSS en el frasco



Figura 33. Decantar el exceso de agua



Figura 34. Secar en el horno y pesar la muestra.

Cálculos:

La Norma Técnica Peruana 400.022 calcula la densidad y densidad relativa de la siguiente manera:

Gravedad específica seca al horno. (OD) =

$$\frac{A}{(B + S - C)}$$

Gravedad específica saturado superficialmente seca. (SSD) =

$$\frac{S}{(B + S - C)}$$

Gravedad específica aparente. =

$$\frac{A}{(B + A - C)}$$

Densidad secado al horno. (OD) Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{A}{(B + S - C)}$$

Densidad saturada superficialmente seca. (SSD) Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{S}{(B + S - C)}$$

Densidad aparente Kg/m³ =

$$997.5 * \frac{A}{(B + A - C)}$$

Absorción % (Ab) =

$$100 * \frac{(S - A)}{A}$$

Donde:

A= masa de la muestra seca al horno (gr)

B= masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)

C= masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)

S= masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)

3.4.2.7 Peso Unitario del Agregado Grueso y Fino

Se realizó el ensayo de acuerdo a la NTP 400.017

Procedimiento para determinar el Peso Unitario Compactado:

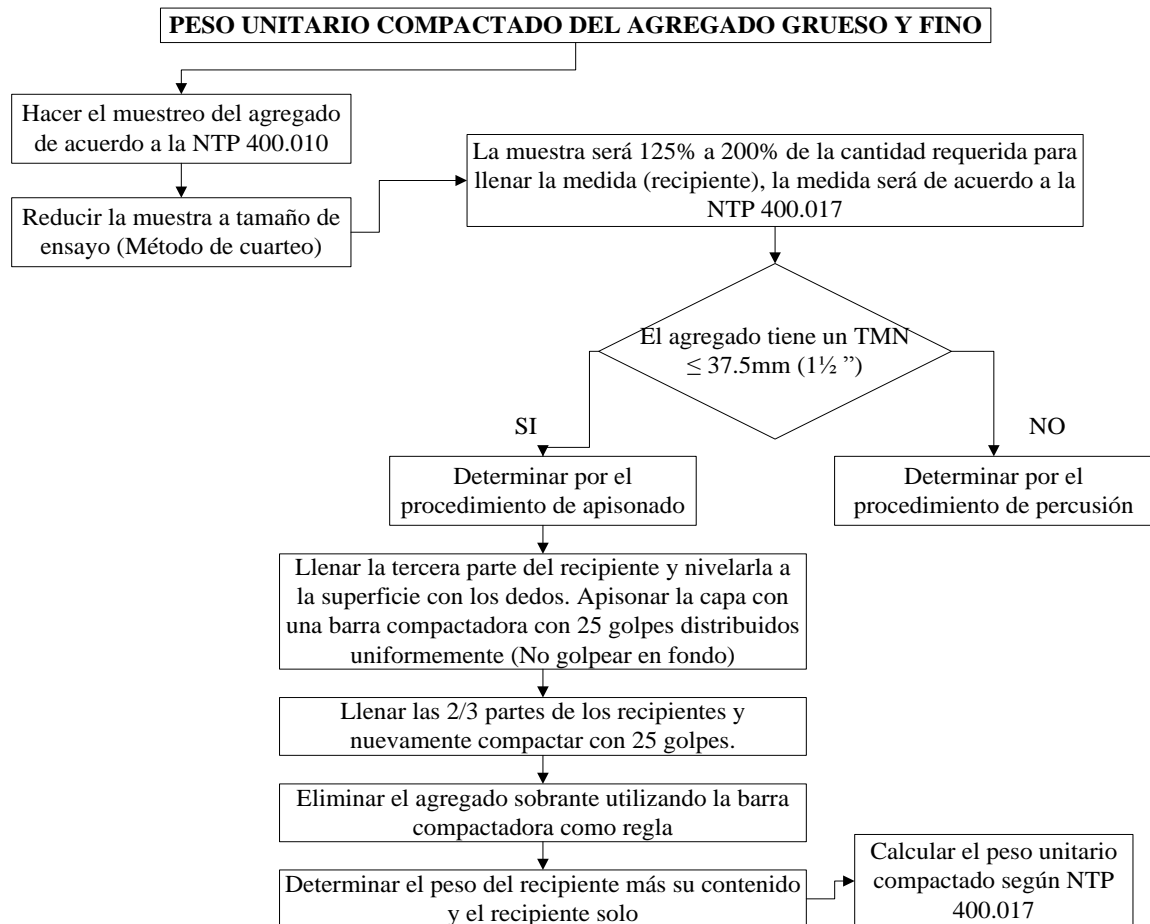


Figura 35. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso y fino



Figura 36. Apisonado del agregado por capas



Figura 37. Eliminación de material excedente



Figura 38. Determinar el peso del recipiente con su contenido y luego vacío



Figura 39. Determinar las dimensiones del recipiente

Procedimiento para determinar el Peso Unitario Suelto:

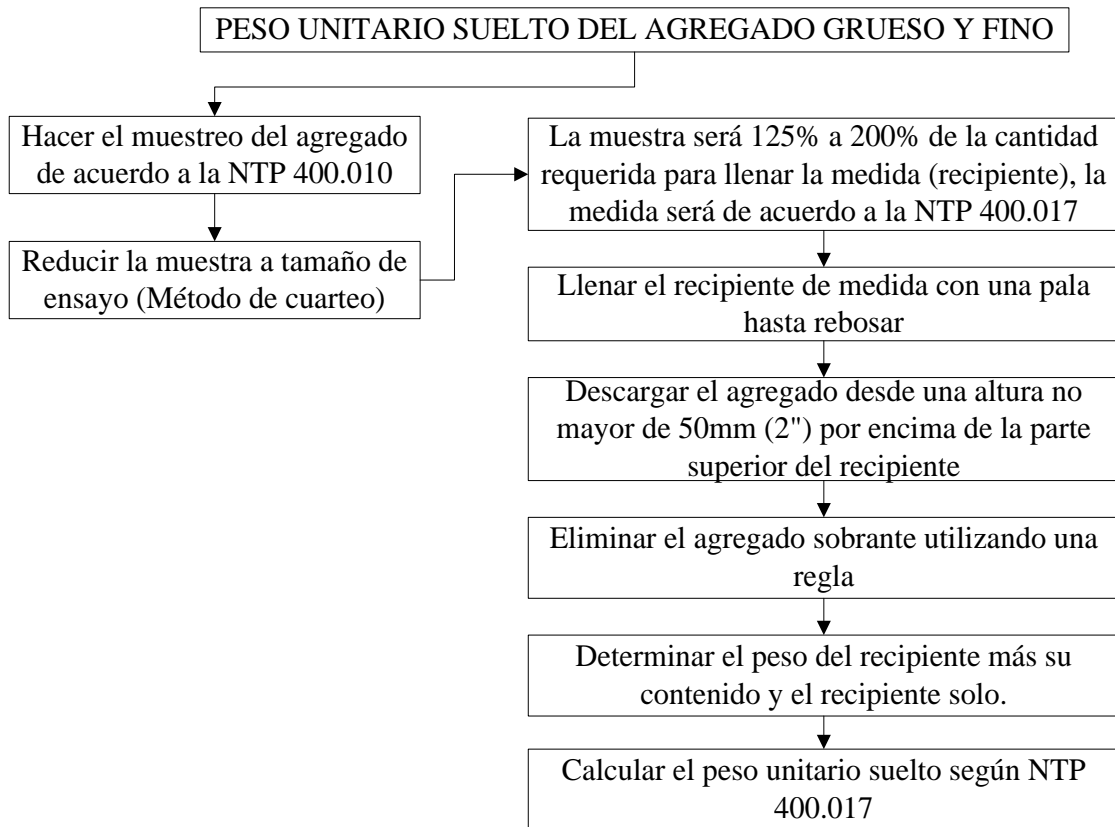


Figura 40. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino



Figura 41. Llenado del recipiente con agregado



Figura 42. Eliminación de material excedente



Figura 43. Determinar el peso del recipiente con su contenido y luego vacío



Figura 44. Determinar las dimensiones del recipiente

Cálculos:

La NTP 400.017 Calcula el peso unitario compactado o suelto, como sigue:

$$M = (G - T)/V \quad (1)$$

$$M = (G - T)*F \quad (2)$$

Donde:

M = Peso Unitario del agregado en kg/m³ (lb/p³)

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg (lb)

T = Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V = Volumen de la medida en m³ (p³)

F = Factor de la medida en m⁻³ (p-3)

3.4.3 Diseño de Mezclas

Después de haber concluido los ensayos para determinar las características físicas de los materiales, se procede al diseño de mezcla. Se diseñó un concreto de $F'r = 34 \text{ kg/cm}^2$ o $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el método del ACI 211.1.

A continuación se muestra un resumen de las propiedades de los materiales necesarios para el diseño de mezclas.

Tabla 6.

Propiedades físicas de los materiales

AGREGADOS		
DESCRIPCIÓN	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
HUMEDAD (%)	8.12	1.04
PESO ESPECÍFICO DE MASA	2.69	2.69
ABSORCION (%):	1.430	0.83
MÓDULO DE FINEZA	2.64	-
PESO SECO COMPACTADO (Kg/m3)	1699	1530
PESO SECO SUELTO (Kg/m3)	1533	1426
T MÁX. NOM (Pulg.)	-	½"
CEMENTO		
PESO ESPECÍFICO (Kg/m3)	3.10	

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Selección de la resistencia promedio.

A partir de la resistencia a la compresión especificada al no contar con un registro de resultados de ensayos que posibilite el cálculo de la desviación estándar la resistencia promedio requerida se determinó empleando los valores de la tabla 7.

Tabla 7.

Resistencia a la compresión promedio

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

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

∴ Por lo tanto:

$$f'_{cr} = f'_c + k$$

$$k = 84$$

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

2. Selección del tamaño máximo nominal del agregado grueso.

$$T \text{ máx.} = \frac{1}{2} \text{ pulg.}$$

3. Selección del asentamiento.

$$A_s = 3 \text{ pulg.}$$

4. Selección del volumen unitario del agua de diseño.

La selección del volumen unitario de agua dependerá de la tabla 8.

Tabla 8.

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en l/m ³ , para los tamaños máx. nominales del agregado grueso y consistencia indicados							
	(3/8")	(1/2")	(3/4")	(1")	(1 1/2")	(2")	(3")	(6")
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

∴ Por lo tanto:

$$\text{Vol h}_2\text{O} = 216 \text{ L/m}^3$$

5. Selección del contenido de aire.

La tabla 9 da el porcentaje aproximado de aire atrapado, en mezcla sin aire incorporado, para diferentes tamaños máximos nominales de agregado grueso adecuadamente graduado dentro de los requisitos de la norma NTP 400.037

Tabla 9.

Contenido de Aire Atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

∴ Por lo tanto:

Cont. Aire = 2.5 %

6. Selección de la relación agua/cemento por resistencia y durabilidad

Tabla 10.

Relación Agua/Cemento por Resistencia

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0,80	0,71
200	0,70	0,61
250	0,62	0,53
300	0,55	0,46
350	0,48	0,40
400	0,43	0,35
450	0,38	0,30

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

Al ser la resistencia promedio 364 kg/cm² y no encontrarse este valor en la Tabla 10, procedemos a interpolar con los valores de la tabla 11:

Tabla 11.

Interpolación relación A/C

INTERPOLACIÓN REL A/C	
REL A/C	f'cr
0.48	350
X	364
0.43	400

Siendo X = 0.466 ≅ 0.47

7. Determinación del factor cemento.

$$F_{cm} = \frac{Vol\ h_2O}{\frac{A}{C}}$$

$$F_{cm} = \frac{216}{0.47} = 463.5 = 10.9\ bolsa/m^3$$

8. Determinación del contenido del agregado grueso.

Tabla 12.

Peso del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

TAMAÑO MAX. AG. GRUESO	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.80	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Concreto – Diseño de mezclas – ICG

Al ser el agregado grueso de T.M.N ½” y módulo de fineza del agregado fino 2.64, se intersecta e interpola con los valores de la tabla 13:

Tabla 13.

Interpolación del contenido de agregado grueso

CONT. AGREG.	MOD FIN
0.57	2.6
X	2.64
0.55	2.8

Siendo X = 0.566 \cong 0.57

Luego se determina el peso del agregado grueso mediante la multiplicación del contenido de agregado grueso por su peso seco compactado.

$$0.57 * 1530.18 = 866.08 \quad Kg/m^3$$

9. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso.

Cemento

$$464 / (3.1 * 1000) = 0.150 \text{ m}^3$$

Agua

$$216 / (1 * 1000) = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire (2.5\%)} = 0.025 \text{ m}^3$$

Agregado grueso

$$866.08 / (2.69 * 1000) = 0.322 \text{ m}^3$$

Suma de volúmenes conocidos: 0.712 m^3

10. Determinación del volumen absoluto del agregado fino.

$$\text{Volumen absoluto del agregado fino} = 1 - 0.712 = 0.288 \text{ m}^3$$

11. Determinación del peso seco del agregado fino.

$$\text{Peso del Agregado fino seco} = 0.288 * 2.69 * 1000 = 773.4 \text{ kg/m}^3$$

12. Determinación de los valores de diseño

$$\text{Cemento} : 463.52 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agua de diseño} : 216.00 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado fino seco} : 773.4 \text{ Kg/m}^3$$

$$\text{Agregado grueso seco} : 866.08 \text{ Kg/m}^3$$

13. Corrección de los valores de diseño por humedad del agregado.

- Peso Húmedo

$$\text{Agr. Fino} \quad 773.41 * 1.081 = 836.21$$

$$\text{Agr. Grueso} \quad 866.08 * 1.010 = 875.09$$

- Humedad Superficial

$$\text{Agr. Fino} \quad 8.12 - 1.43 = 6.69$$

$$\text{Agr. Grueso} \quad 1.04 - 0.83 = 0.21$$

- Aportes de humedad

$$\text{Agr. Fino} \quad 0.067 * 773.41 = 51.74$$

$$\text{Agr. Grueso} \quad 0.002 * 866.08 = 1.82$$

Aporte de humedad de agregados: 53.56

- Agua efectiva: $216.00 - 53.56 = 162.44$
- Peso de los materiales corregidos por humedad:

Cemento	: 463.52 Kg/m ³
Agua efectiva	: 162.44 Kg/m ³
Agregado fino húmedo	: 836.21Kg/m ³
Agregado grueso húmedo	: 875.09 Kg/m ³

14. Determinación de la proporción en peso.

La proporción en peso de los materiales sin corregir, y ya corregida por humedad del agregado serán:

Cemento	Agr. Fino	Agr. Grueso	Agua
464/464	: 773.4/464	866.08/464	216/10.9
1	: 1.67	: 1.87	: 19.81 lt/bolsa (en peso seco)

Corrección por humedad

464/464	836.21/464	875.09/464	162.44/10.9
1	: 1.80	: 1.89	: 14.89 lt/bolsa

Relación agua/cemento de diseño $= \frac{216}{464} = 0.466$

Relación agua/cemento efectiva $= \frac{162.44}{464} = 0.35$

15. Determinación de los pesos por tanda de una bolsa.

La cantidad de materiales que se necesitaron en una tanda de una bolsa, se determinó multiplicando la proporción en peso corregida por humedad del agregado, por el de una bolsa de cemento.

Cemento	1 x 42.5	: 42.5 Kg/bolsa
Agua efectiva		: 14.89 lt/bolsa
Agregado fino húmedo	1.80 x 42.5	: 76.67 Kg/bolsa
Agregado grueso húmedo	1.89 x 42.5	: 80.24 Kg/bolsa

16. Dosificación de fibra y aditivo de acuerdo a diseño.

La cantidad de fibra agregada por porcentaje y por tanda se realizó mediante una regla de tres simple como la que se muestra a continuación:

$$2300 \text{ Kg} \longrightarrow 100\%$$

$$x \text{ Kg} \longrightarrow 0.05\%$$

$$x = 1.15 \text{ kg} = 1150 \text{ gr.}$$

$$2300 \text{ Kg} \longrightarrow 1150 \text{ gr}$$

$$100.71 \text{ Kg} \longrightarrow x$$

$$x = 50.35 \text{ gr.}$$

La dosificación del aditivo es de 250 ml por bolsa de cemento (42.5 kg), por lo que para determinar los mililitros necesarios por tanda, se realiza una regla de tres simple como la que se muestra a continuación:

$$250 \text{ ml} \longrightarrow 42.5 \text{ Kg}$$

$$x \text{ ml} \longrightarrow 20.00 \text{ Kg}$$

$$x = 117.65 \text{ ml}$$

3.4.4 Elaboración del concreto (MTC E 702)

Se procedió a elaborar el concreto con las proporciones ya establecidas, al que se le agregó 250 ml (por bolsa de cemento de 42.5 Kg) del aditivo SIKA CEM PLSTIFICANTE; asimismo las fibras de las botellas de PET reciclado: 0%, 0.03%, 0.05% y 0.07% en peso de fibras dispersas.



Figura 45. Materiales y herramientas



Figura 46. Elaboración de concreto

3.4.5 Ensayos de Concreto Fresco

Los ensayos al concreto en estado fresco se realizarán a cada tipo de concreto (con y sin fibras); serán los siguientes:

3.4.5.1 Asentamiento del concreto (Slump) – (NTP 339.035)

Procedimiento:

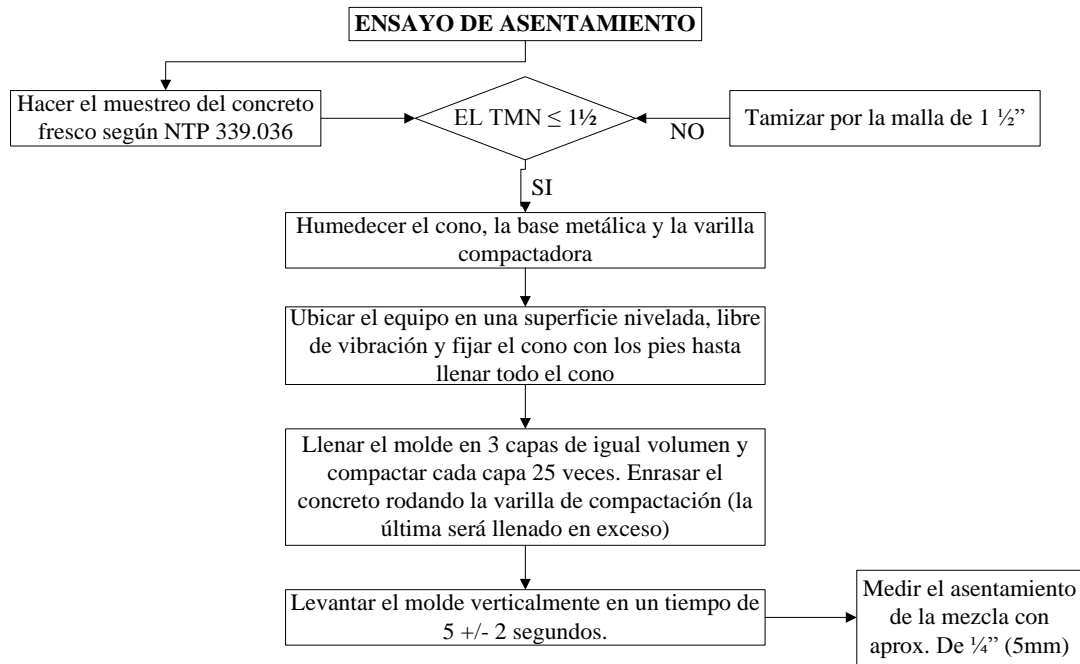


Figura 47. Diagrama de flujo del procedimiento para medir el asentamiento del concreto con el cono de Abrams



Figura 48. Llenado del cono de Abrams



Figura 49. Medición del asentamiento

3.4.5.2 Peso unitario y rendimiento – (NTP 339.046)

Procedimiento:

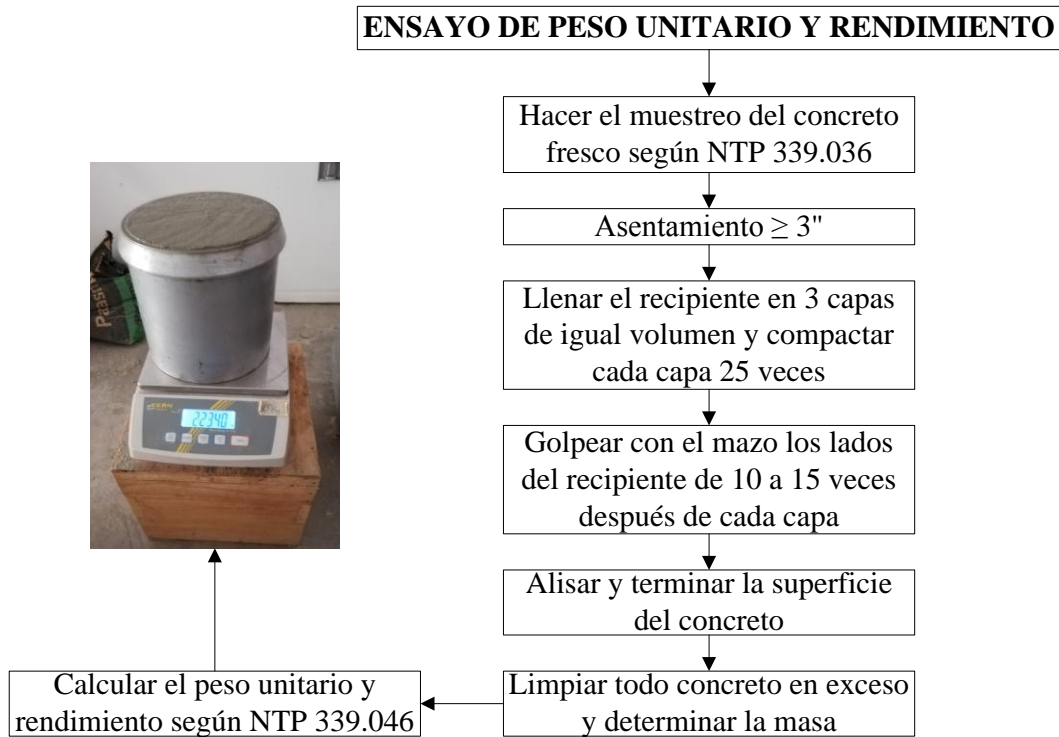


Figura 50. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el peso unitario y el rendimiento

Cálculos:

El peso unitario del concreto se calcula la densidad, W , dividiendo la masa neta del concreto entre el volumen del medidor:

$$W = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$



Figura 51. Llenado y varillado del recipiente



Figura 52. Peso del recipiente más concreto

3.4.5.3 Contenido de aire en el concreto fresco método de presión – (NTP 339.083)

Procedimiento:

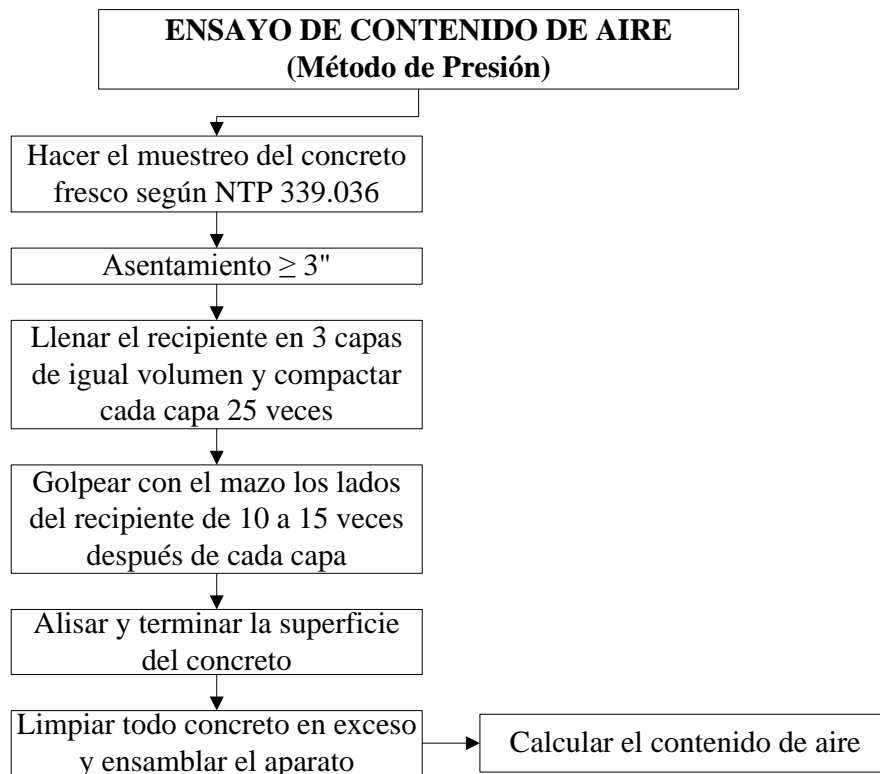


Figura 53. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el contenido de aire utilizando el método de presión



Figura 54. Llenado de la Olla de Washington



Figura 55. Medición del contenido de aire

3.4.5.4 Temperatura del concreto – (NTP 339.184)

Procedimiento:

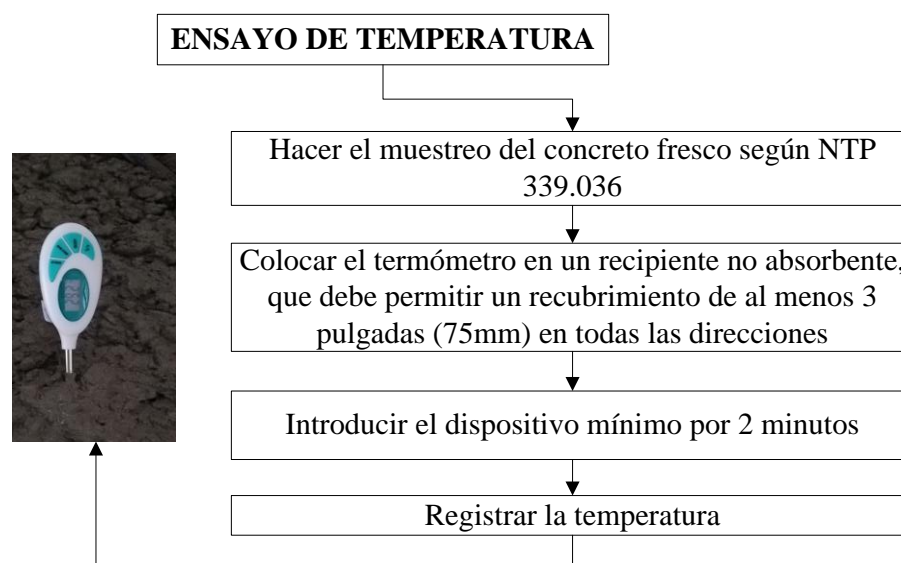


Figura 56. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar el ensayo de temperatura del concreto fresco

3.4.6 Ensayos de Concreto Endurecido

3.4.6.1 Elaboración y curado de testigos cilíndricos y prismáticos de concreto (MTC E 702)

El concreto fue vaciado y curado en testigos, siguiendo los requerimientos de la NTP 339.183. Para los ensayos de resistencia a la compresión y flexión, los especímenes fueron de dos tipos: cilíndricos y prismáticos, de 150 mm x 300 mm y de 150 mm x 150 mm x 500 mm respectivamente; para el ensayo del agrietamiento por contracción se fabricó un anillo de concreto de 330 mm y 406 mm de diámetro interno y externo respectivamente; y 150 mm de altura.

Procedimiento:

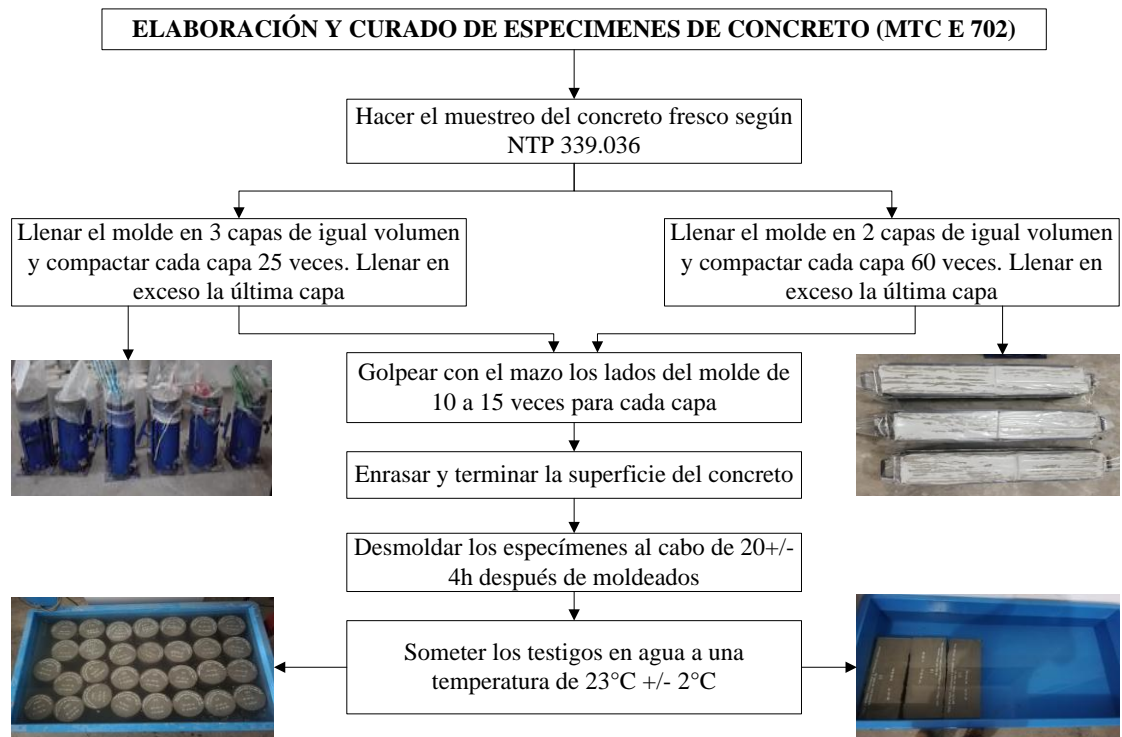


Figura 57. Diagrama de flujo del procedimiento para elaboración y curado de especímenes de concreto



Figura 58. Llenado y varillado de testigos



Figura 59. Enrasado de la superficie de testigos



Figura 60. Testigos cilíndricos terminados



Figura 61. Testigos prismáticos terminados



Figura 62. Desmoldado de testigos cilíndricos



Figura 63. Desmoldado de testigos prismáticos



Figura 64. Testigos cilíndricos



Figura 65. Testigos prismáticos

3.4.6.2 Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos de concreto (MTC E 704)

Procedimiento:

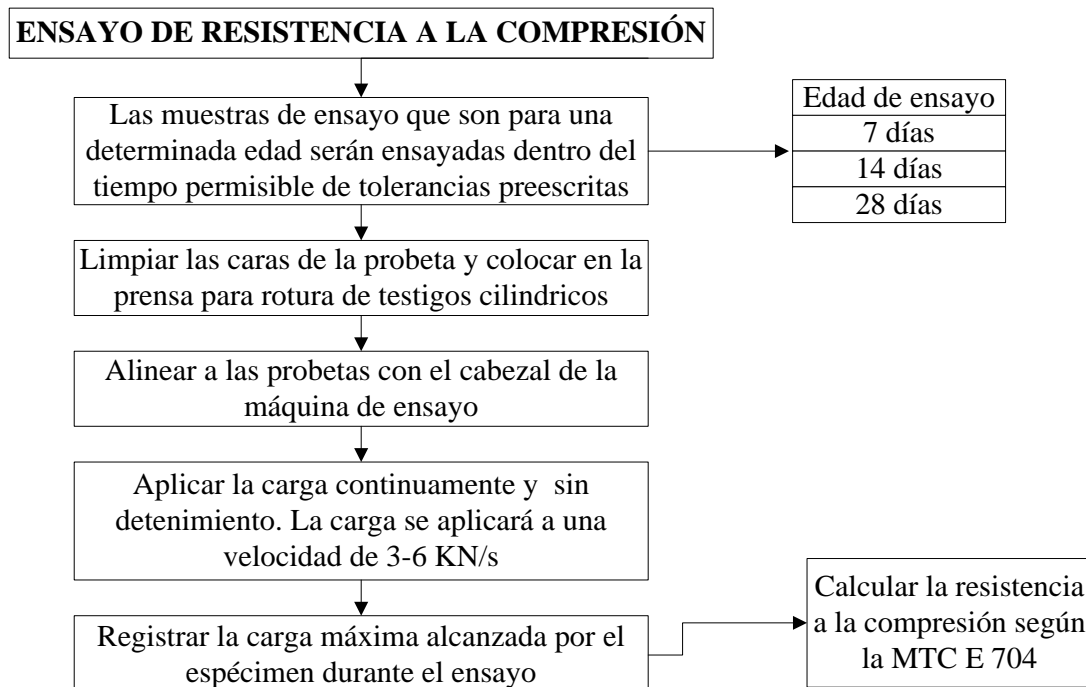


Figura 66. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la resistencia a la compresión



Figura 67. Rotura de testigos cilíndricos



Figura 68. Testigos cilíndricos ensayados

Cálculos:

El ensayo de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto utiliza moldes de 150mm (6") de diámetro por 300 mm (12") tal como se muestra en la figura 71.

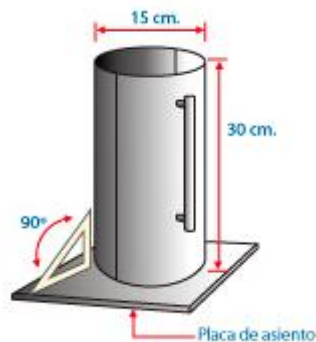


Figura 69. Molde cilíndrico para ensayo de la resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Boletín Construyendo – Aceros Arequipa.

El cálculo de la resistencia a la compresión se determina dividiendo la carga máxima soportada por el espécimen durante el ensayo, por el promedio del área de la sección transversal determinada.

3.4.6.3 Resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo (MTC E 709).

Procedimiento:

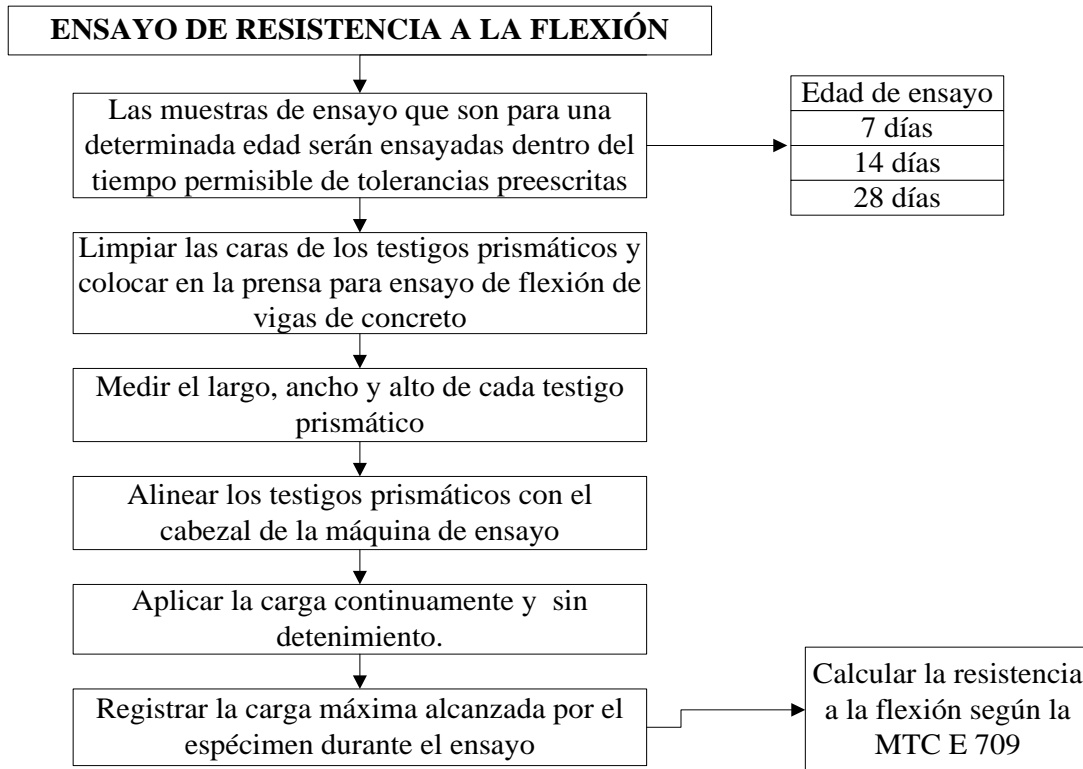


Figura 70. Diagrama de flujo del procedimiento para determinar la resistencia a la flexión



Figura 71. Rotura de testigos prismáticos



Figura 72. Testigos prismáticos ensayados

Cálculos:

La Norma CE.010 - PAVIMENTOS URBANOS del RNE. Indica que la Resistencia a la flexión del concreto se mide a través del ensayo de vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo, a continuación se muestra un esquema del equipo y la ubicación de la viga a ensayar.

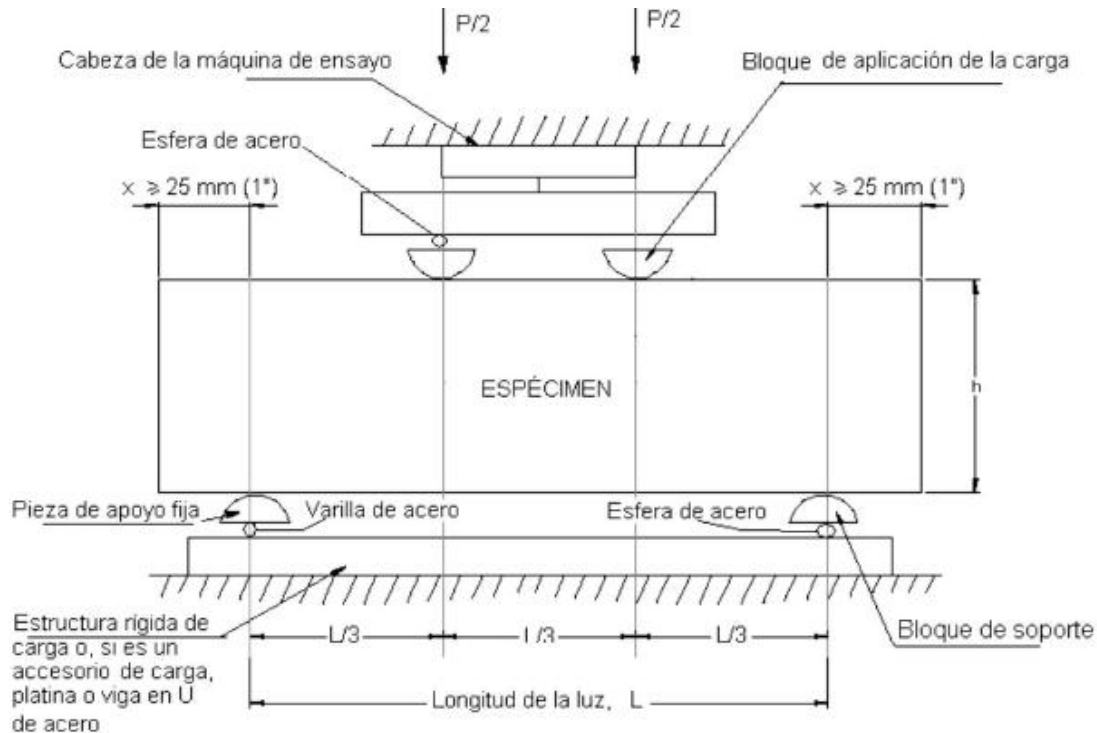


Figura 73. Esquema de un equipo adecuado para el ensayo de flexión del concreto usando una viga simple cargada en los tercios de la luz

Fuente: MTC E 709: Resistencia a la Flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo

El cálculo de la resistencia a la flexión se determinará de acuerdo a la ubicación de la fractura en la viga ensayada, existen tres casos:

- Si la fractura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, el módulo de rotura se calcula de la siguiente forma:

$$R = \frac{P \cdot l}{b \cdot d^2}$$

Donde:

R = módulo de rotura KPa (psi),

P = máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo N (lbf),

l = longitud libre entre apoyos mm, (pulg),

b = ancho promedio de la muestra mm, (pulg).

- Si la fractura ocurre en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre, a una distancia no mayor del 5% de la luz libre, se calcula el módulo de rotura de la siguiente forma:

$$R = \frac{3P \cdot a}{b \cdot d^2}$$

Donde:

a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la zona de tensión de la viga, mm.

- Si la fractura ocurre en la zona de tensión y fuera del tercio medio de la luz libre en más del 5% de la luz libre, no se deberán tener en cuenta los resultados del ensayo.

3.4.6.4 Retracción restringida del concreto (NTP 339.212).

El ensayo de retracción restringida consiste en moldear el concreto en un molde circular alrededor de un anillo de acero, el anillo de acero puede encontrarse equipado con strain gages para medir pequeñas deformaciones las cuales son causadas por la tensión ejercida sobre el anillo de acero (Munizaga Román, 2009).

Dado que al estar restringida la retracción del concreto por el anillo de acero éste ejerce una presión sobre el anillo. Esta presión deforma el anillo efecto que puede ser medido por los strain gages conectados a un sistema de adquisición de datos. Si no se contase con los strain gages la inspección de los concretos debe hacerse visualmente en forma minuciosa, dado que debe anotarse la edad de la aparición de la fisura y hacerle un seguimiento. El ensayo termina cuando existe una caída de más de 30 microstrain (μm) o cuando visualmente se encuentra una grieta, pero si después de 28 días de edad ninguno de estos dos eventos sucede el ensayo se da por finalizado (Munizaga Román, 2009).

Las dimensiones de los anillos de acero utilizados para este ensayo se muestran a continuación:

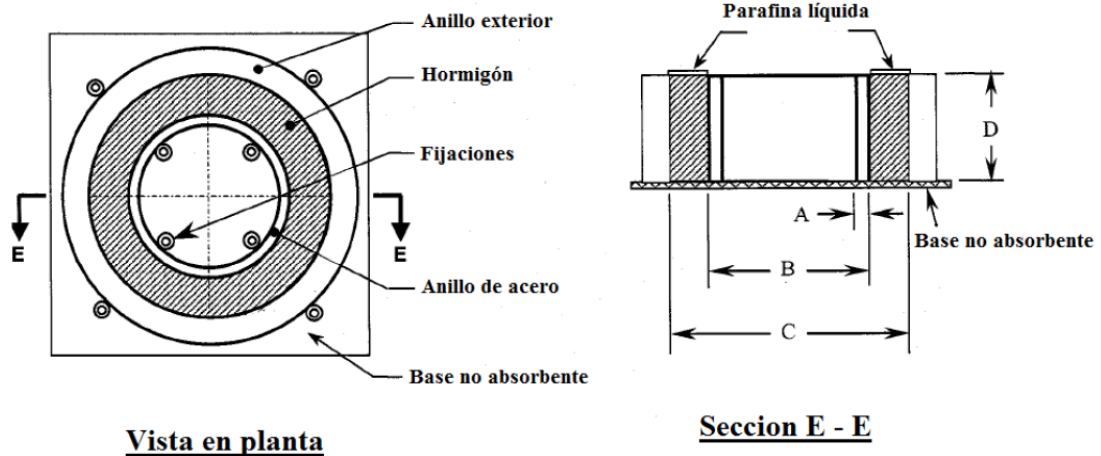


Figura 74. Planta – Sección de anillos de acero para ensayo de retracción restringida

Fuente: NTP 339.212

Tabla 14.

Dimensiones de los anillos de acero

Dimensiones	Unidades lb-pulg	Unidades SI
A	(0,50 ± 0,05) pulg	(13,0 ± 0,1) mm
B	(13,0 ± 0,12) pulg	(330 ± 3) mm
C	(16,0 ± 0,12) pulg	(405 ± 3) mm
D	(6,0 ± 0,25) pulg	(150 ± 6) mm

Fuente: NTP 339.212: CONCRETO. Método de ensayo estándar para determinar la edad del agrietamiento y características del esfuerzo de tensión inducida del mortero y concreto bajo contracción moderada

Procedimiento:

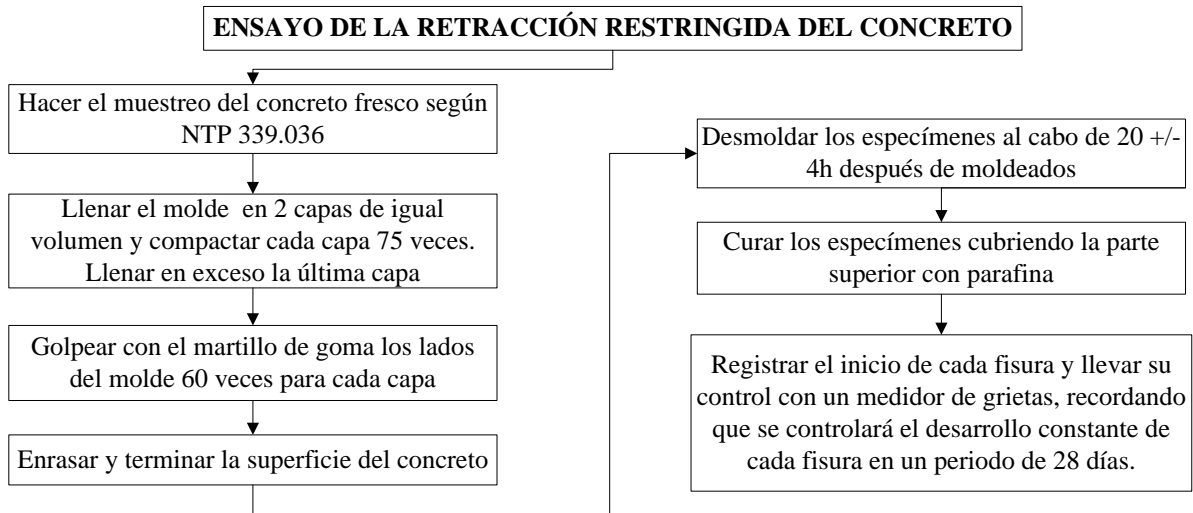


Figura 75. Diagrama de flujo del procedimiento para realizar el ensayo de la retracción restringida del concreto



Figura 76. Molde de anillo



Figura 77. Llenado de anillo



Figura 78. Anillos desmoldados



Figura 79. Medición de grietas

IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado de Ensayo de Agregados:

4.1.1 Contenido de Humedad:

Los resultados del contenido de humedad del agregado fino y agregado grueso se muestran a continuación:

Tabla 15.

Resultado del contenido de humedad del agregado grueso

PARÁMETROS	
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	5298.15
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	5277.22
Peso del contenedor (gr) M	297.9
CÁLCULOS	
Peso del agua (gr)	20.93
Peso de partículas sólidas (gr)	4979.32
Contenido de Humedad (%)	0.42

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16.

Resultado del contenido de humedad del agregado fino

PARÁMETROS	
Peso del contenedor más suelo húmedo (gr)	2390.12
Peso del contenedor más suelo Seco (gr)	2317.05
Peso del contenedor (gr)	175.58
CÁLCULOS	
Peso del agua (gr)	73.07
Peso de partículas sólidas (gr)	2141.47
Contenido de Humedad (%)	3.41

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Análisis Granulométrico:

A continuación se muestran las tablas 17 y 18, y las figuras 80 y 81 del agregado grueso de ½” y ¼” respectivamente. Estos agregados no cumplieron con el Huso Granulométrico N° 7, por lo tanto, se procedió a realizar el cálculo de los resultados de la granulometría para que cumplan con dicha franja, tal como se muestra en la tabla 19 y la figura 82. Luego se procedió a realizar el análisis granulométrico de la combinación de ambos agregados, dicha combinación cumplió con el Huso Granulométrico que exige la NTP 400.037, el mismo que se muestra en la tabla 20 y la figura 83.

Tabla 17.

Granulometría del Agregado Grueso – Piedra ½”

Abertura Malla Pulg.	mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Límite Inferior	% Límite Superior
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.0	-	-
¾"	19.05	38.16	0.76	0.76	99.24	100	100
½"	12.70	1,743.48	34.91	35.67	64.33	90	100
⅜"	9.53	1,883.93	37.72	73.39	26.61	40	70
N° 04	4.76	1,201.76	24.06	97.45	2.55	0	15
N° 08	2.38	0.00	0.00	97.45	2.55	0	5
N° 200	0.07	79.59	1.59	99.05	0.95	-	-

Fuente: Elaboración Propia

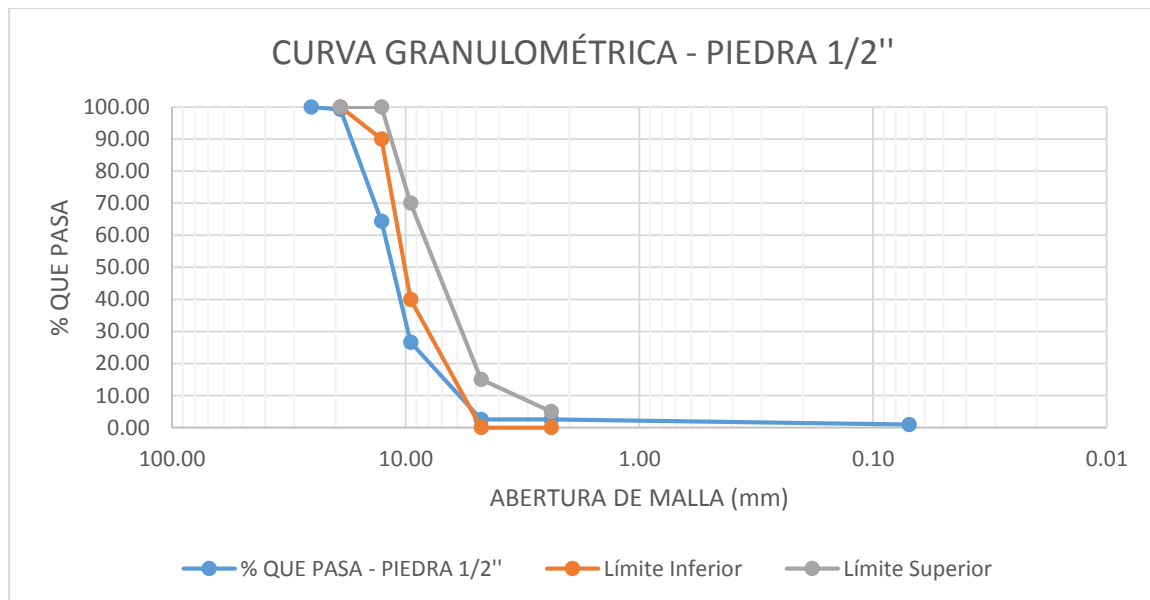


Figura 80. Curva granulométrica del Agregado Grueso – Piedra ½”

Tabla 18.

Granulometría del Agregado Grueso – Piedra ¼’’

Abertura Malla	Peso	%	%	%	%	%
Pulg. mm.	Retenido	Retenido	Retenido	Que	Límite	Límite
		Parcial	Acumulado	Pasa	Inferior	Superior
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.0	100	100
1/2"	12.70	20.06	0.40	99.60	90	100
3/8"	9.53	34.06	0.68	98.91	40	70
N° 04	4.76	4,098.01	82.22	16.69	0	15
N° 08	2.38	0.00	0.00	16.69	0	5
N° 200	0.07	720.66	14.46	2.23	-	-

Fuente: Elaboración Propia

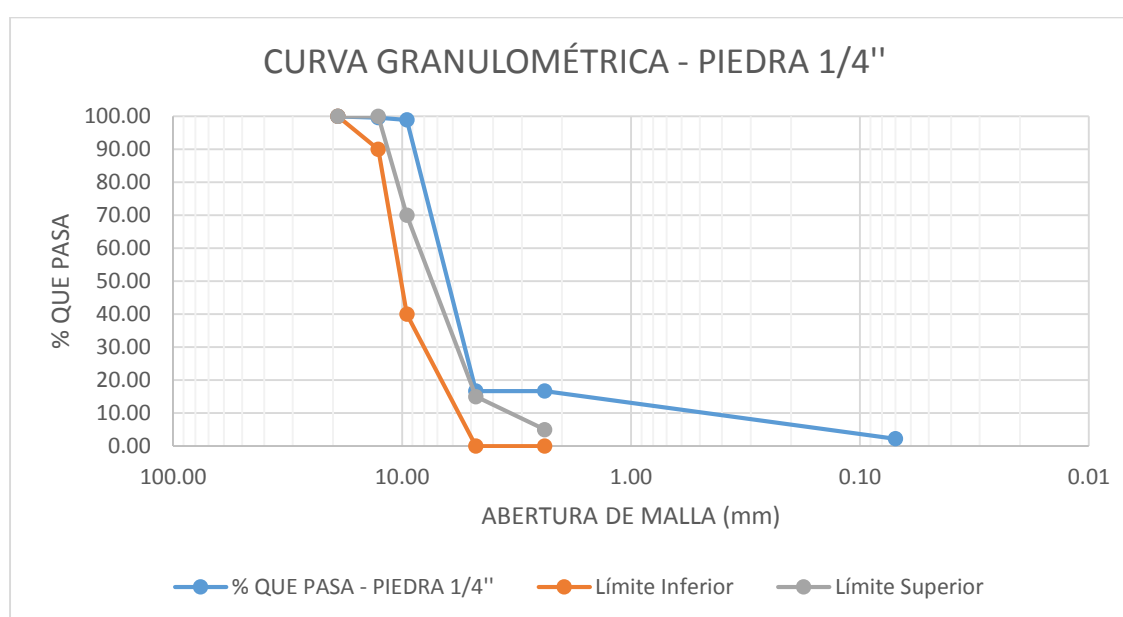


Figura 81. Curva granulométrica del Agregado Grueso – Piedra ¼’’

Tabla 19.

Granulometría del Agregado Grueso – Cálculo

Abertura Malla	Peso	%	%	%	%	%
Pulg. mm.	Retenido	Retenido	Retenido	Que	Límite	Límite
		Parcial	Acumulado	Pasa	Inferior	Superior
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.70	455.93	5.85	94.15	90	100
3/8"	9.53	1,917.99	24.60	69.56	40	70
N° 04	4.76	5,299.77	67.96	1.60	0	15
N° 08	2.38	0.00	0.00	1.60	0	5
N° 200	0.07	79.59	1.02	0.57	-	-

Fuente: Elaboración Propia

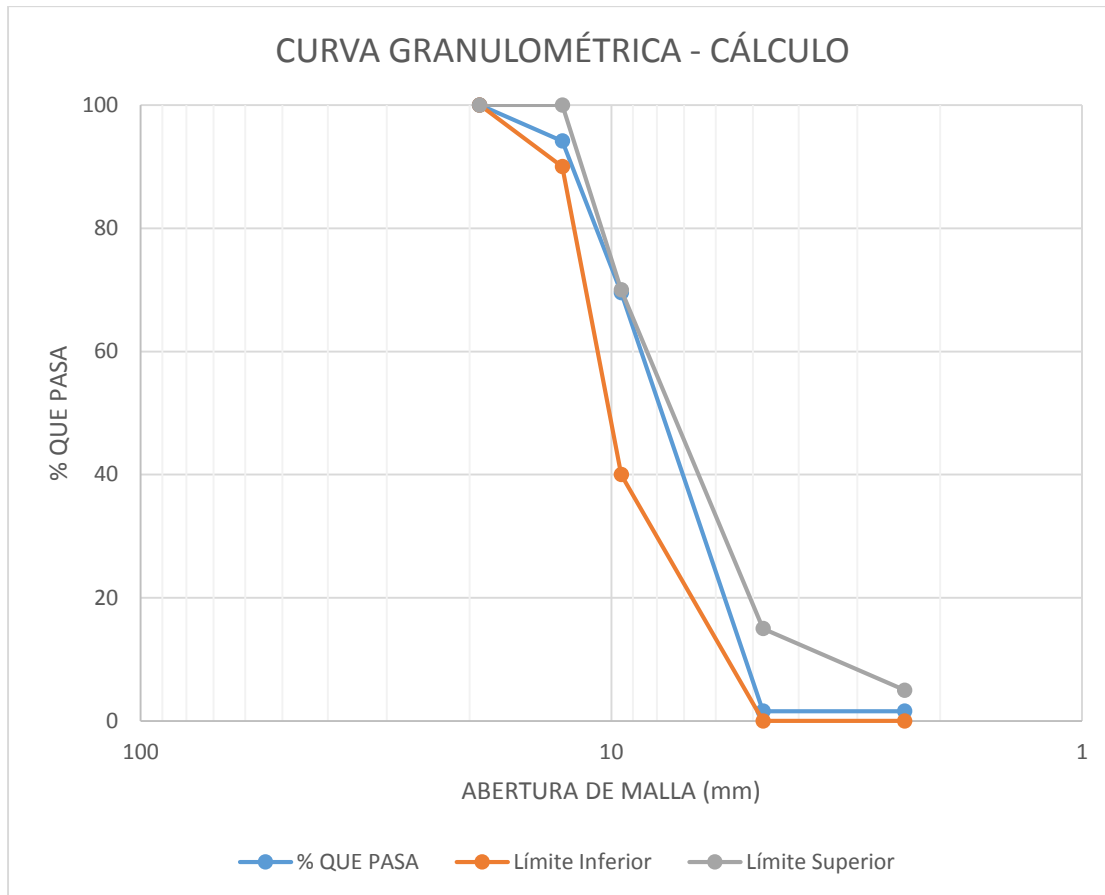


Figura 82. Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Cálculo

La siguiente tabla y figura muestran el análisis granulométrico de la mezcla ensayada de los agregados gruesos ($\frac{1}{2}$ " y $\frac{1}{4}$ ""); para ello, la piedra de $\frac{1}{4}$ " se tamizó por la malla N°4 para eliminar el material pasante, mientras que a la piedra de $\frac{1}{2}$ " se le eliminó todo el material retenido en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " y se utilizó tan sólo el 25% del material retenido en el tamiz de $\frac{1}{2}$ ". Con el material ya tamizado en las condiciones anteriormente mencionadas se procedió a mezclar 1-1.

Tabla 20.

Granulometría del Agregado Grueso - Ensayo

Abertura Malla Pulg. mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Límite Inferior	% Límite Superior
3/4"	19.05	0.00	0.00	100.00	100	100
1/2"	12.70	303.91	6.10	93.90	90	100
3/8"	9.53	1,191.65	23.93	69.96	40	70
N° 04	4.76	3,233.27	64.93	5.03	0	15
N° 08	2.38	109.83	2.21	2.82	0	5
N° 200	0.07	32.22	0.65	2.18	-	-

Fuente: Elaboración Propia

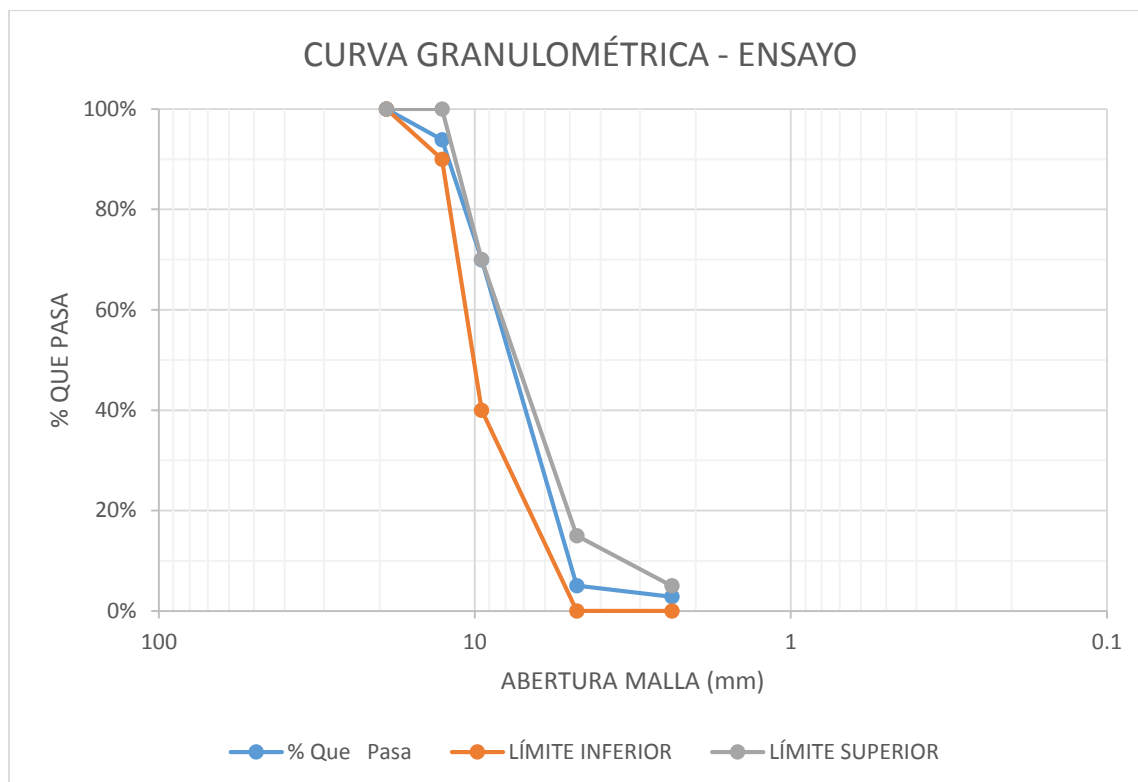


Figura 83. Curva Granulométrica del Agregado Grueso – Ensayo

En la tabla 21 y figura 84 se muestran los resultados obtenidos después de haber realizado el ensayo de granulometría al agregado fino, el cual cumple con los requisitos mínimos según la NTP 400.037.

Tabla 21.

Granulometría del Agregado Fino

Abertura Malla Pulg.	Abertura Malla mm.	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	% Límite Inferior	% Límite Superior
3/8"	9.53	7.78	0.36	0.36	99.64	100	100
Nº 04	4.76	126.40	5.90	6.27	93.73	95	100
Nº 08	2.38	214.97	10.04	16.30	83.70	80	100
Nº 16	1.19	272.20	12.71	29.02	70.98	50	85
Nº 30	0.59	451.50	21.08	50.10	49.90	25	60
Nº 50	0.30	464.73	21.70	71.80	28.20	5	30
Nº 100	0.15	398.75	18.62	90.42	9.58	0	10
Nº 200	0.07	98.81	4.61	95.03	4.97	-	-

Fuente: Elaboración Propia

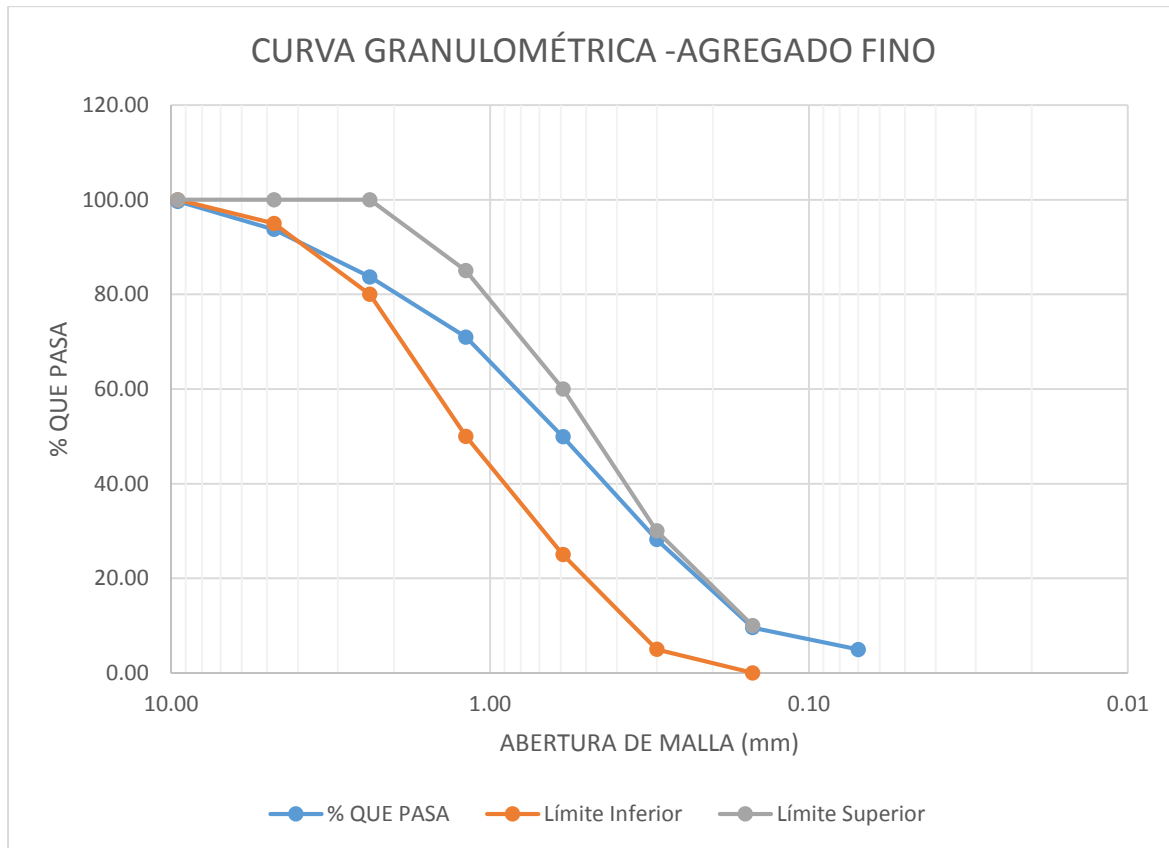


Figura 84. Curva Granulométrica del Agregado Fino

4.1.3 Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso:

Los resultados obtenidos después de haber realizado el ensayo según la NTP 400.021, se presentan en la tabla 22.

Tabla 22.

Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado grueso

DATOS	
A= masa de la muestra secada al horno en aire, (gr)	4849.00
B= masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, (gr)	4889.00
C= masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (gr)	3048.00
CÁLCULOS	
Densidad relativa en base al agregado secado al horno. (OD) =	2.634
Densidad relativa del agregado de superficie seca saturada. (SSD) =	2.656
Densidad relativa aparente =	2.692
Absorción % = Ab	0.825%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.4 Peso Específico y Absorción del Agregado Fino:

Los resultados obtenidos después de haber realizado el ensayo según la NTP 400.022 se presentan en la tabla 23.

Tabla 23.

Resultados del Peso Específico y Absorción del agregado fino

DATOS	
A= masa de la muestra seca al horno (gr)	499.63
B= masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)	805.71
C= masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)	1119.83
S= masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)	506.78
CÁLCULOS	
Gravedad específica seca al horno seco (OD) =	2.593
Gravedad específica saturado superficialmente seca (SSD) =	2.630
Gravedad específica aparente =	2.693
Absorción %	1.431%

Fuente: Elaboración Propia

4.1.5 Peso Unitario Suelto y Compactado de AG y AF

Los resultados obtenidos después de haber realizado el ensayo según la NTP 400.017 se presentan en la tabla 24.

Tabla 24.

Resultados del Peso unitario Suelto y Compactado o Varillado del agregado grueso y fino

PESO	AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO	
	COMPACTADO	SUELTO	COMPACTADO	SUELTO
PESO 1	7.05	6.45	4.36	4.08
PESO 2	7.08	6.50	4.37	4.08
PESO 3	7.22	6.57	4.40	4.07
PESO PROMEDIO	7.12	6.51	4.38	4.08
VOLUMEN (m3)	0.004188815		0.002859803	
PESO UNITARIO (Kg/m3)	1698.97	1553.34	1530.18	1425.62

Fuente: Elaboración Propia

4.2 Resultado de Ensayos de Concreto Fresco

A continuación se presenta la Tabla 25 de los ensayos realizados al concreto fresco, de la cual se generarán gráficas independientes para cada ensayo, de tal forma que nos permita realizar un análisis de los concretos con diferente porcentaje de fibra incorporada.

Tabla 25.

Resultados de ensayos de concreto fresco

MUESTRA	% FIBRA	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA	SLUMP (pulg)	PESO UNITARIO
M-1	0	2.50	29.50	6	2367.74
M-2	0	2.4	28.7	6	2388.32
M-3	0	2.50	29.00	5.25	2376.64
M-4	0	2.5	29.2	6	2359.12
M-5	0	2.4	29.2	6	2376.64
M-6	0	2.5	28.9	6	2370.80
M-7	0	2.5	28.6	6	2385.40
M-8	0	2.4	29.8	6	2375.18
M-1	0.03	2.3	30.7	6	2375.18
M-2	0.03	2.2	28.4	4.0	2369.34
M-3	0.03	2.1	32	4	2373.72
M-4	0.03	2.30	28.70	4	2375.18
M-5	0.03	2.4	30.7	5	2382.48
M-6	0.03	2.20	28.80	5	2370.80
M-7	0.03	2.5	30.2	5	2376.64
M-8	0.03	2.10	31.00	5	2372.26
M-1	0.05	2.50	29.50	4.50	2383.50
M-2	0.05	2.2	28.7	3	2395.62
M-3	0.05	2.5	29.3	5.50	2382.48
M-4	0.05	2.3	29	6	2379.56
M-5	0.05	2.2	28.9	4	2385.40
M-6	0.05	2.4	29	4	2383.94
M-7	0.05	2.5	29.2	4	2391.24
M-8	0.05	2.4	29.1	4	2392.70
M-1	0.07	2.1	29.9	3	2370.80
M-2	0.07	2.20	29.30	4	2362.04
M-3	0.07	2.30	28.70	3	2373.72
M-4	0.07	2.20	28.60	4.25	2367.88
M-5	0.07	2.10	28.90	4.25	2364.96
M-6	0.07	2.30	29.20	3	2369.34
M-7	0.07	2.10	29.40	3	2372.26
M-8	0.07	2.2	30.1	3	2366.42

Fuente: Elaboración Propia

4.2.1 Asentamiento:

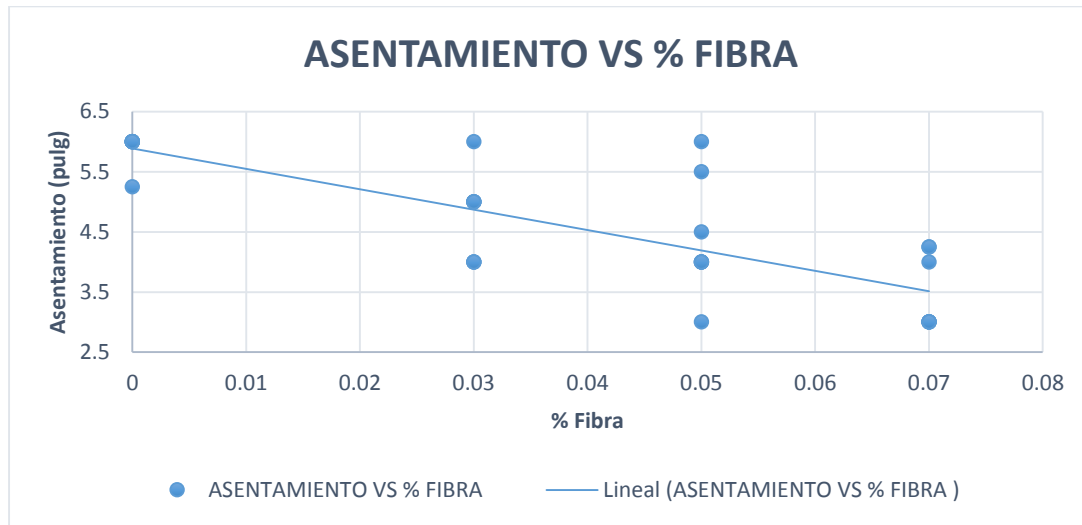


Figura 85. Asentamiento Vs % de Fibra

∴ En esta figura se muestra una pérdida de asentamiento según se incrementa la dosis de fibra con respecto al asentamiento del concreto patrón, éste último tiene un asentamiento promedio de 6'' y disminuye conforme aumenta la dosis de fibra, llegando a valores promedio de 3'' para concretos con fibra al 0.07%.

4.2.2 Temperatura:

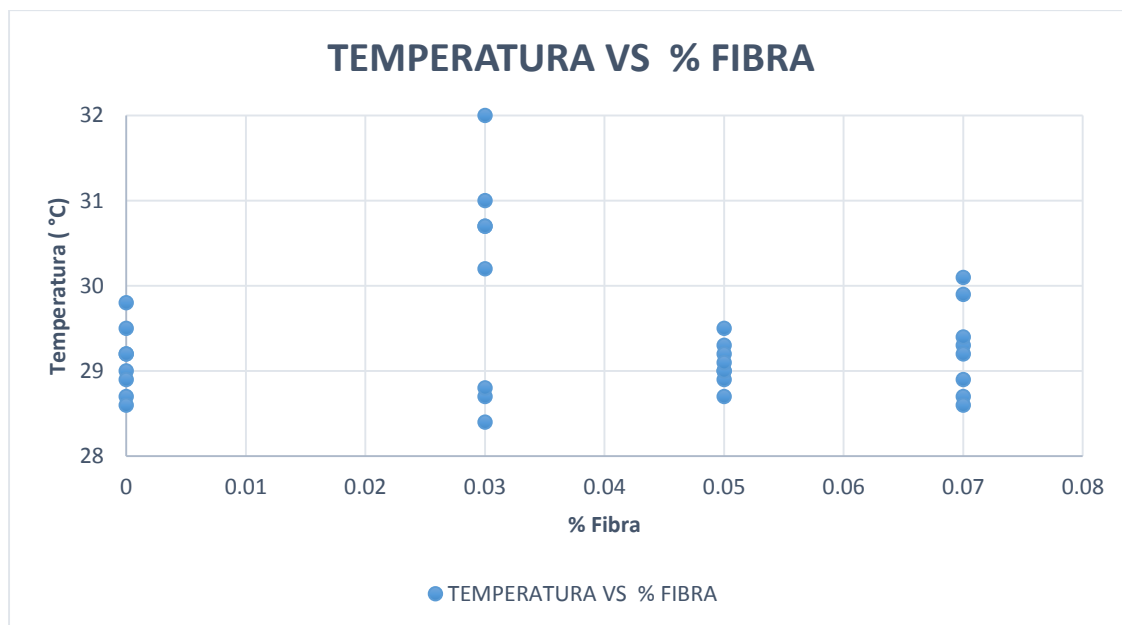


Figura 86. Temperatura Vs % de Fibra

∴ Esta figura muestra que las fibras PET no influyen en la temperatura del concreto, un aumento de la temperatura en alguno de los vaciados se le puede atribuir a las condiciones ambientales, pero no por influencia de fibras PET.

4.2.3 Contenido de aire:

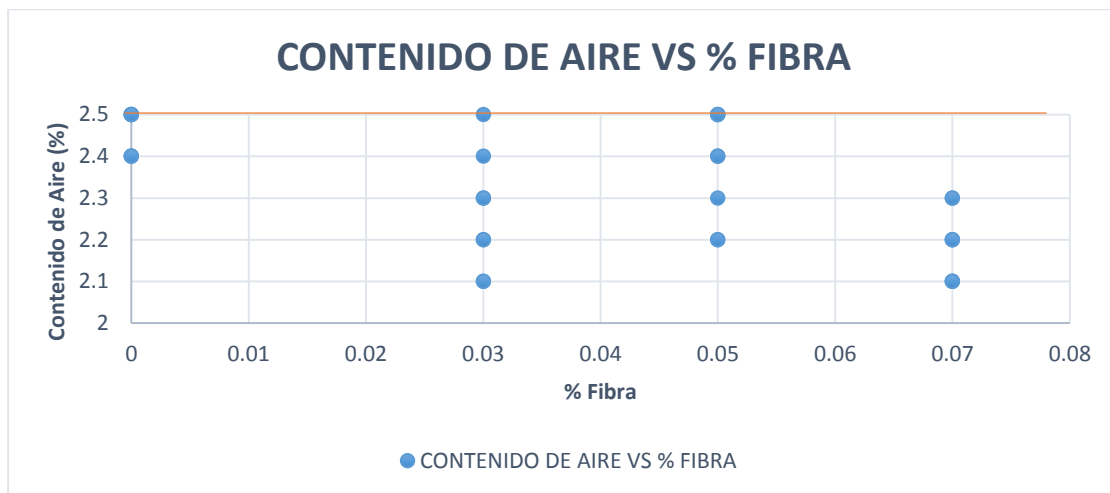


Figura 87. Contenido de aire Vs % de Fibra

∴ Esta figura muestra el contenido de aire atrapado del concreto en estado fresco, el cual se determinó con el método de Presión (Olla de Washington) con un valor de diseño de 2.5 %; si bien el porcentaje de aire en algunas mezclas de concreto con fibra incorporada es menor con respecto al concreto patrón, esta variación no es significativa.

4.2.4 Peso Unitario del concreto

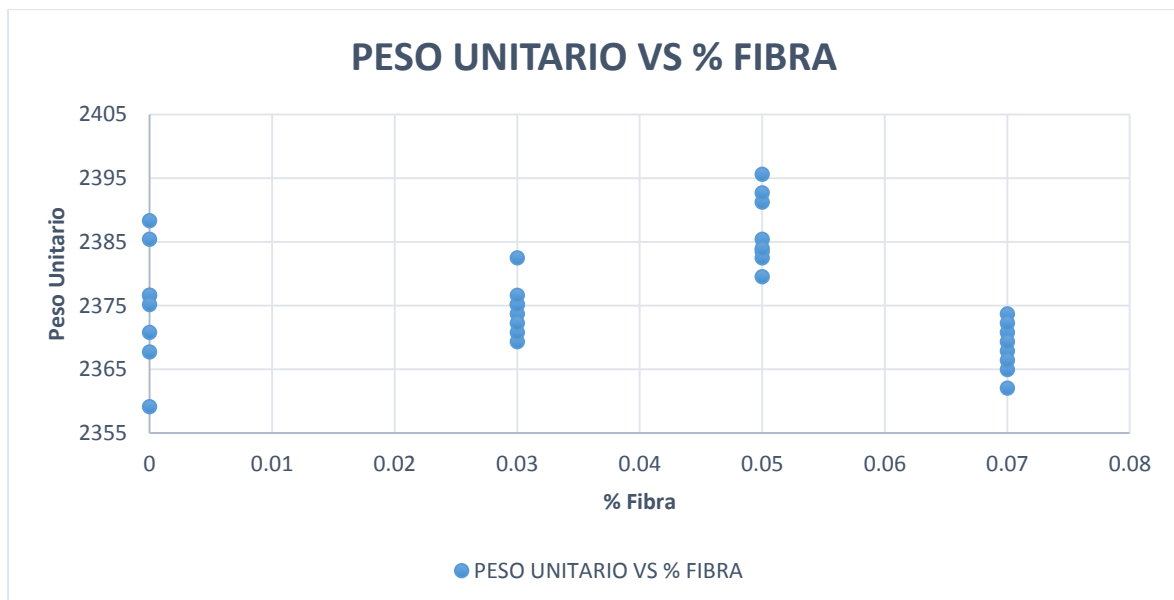


Figura 88. Peso Unitario Vs % de Fibra

∴ La figura 90 muestra el peso unitario de las diferentes mezclas de concreto en estado fresco, cuyos resultados no presentan variaciones significativas, puesto que su coeficiente de variación es menor a 0.5%.

4.3 Resultado de Ensayos de Concreto Endurecido

4.3.1 Resistencia a la Compresión

Se ensayaron 60 testigos cilíndricos (ver Anexo C) de los cuales, 15 fueron para la muestra control y 45 para la muestra experimental, 15 por cada dosificación de fibras PET. Esto permitió realizar el análisis de la resistencia a la compresión. En la siguiente tabla se muestran los promedios de los resultados de dichos ensayos.

Tabla 26.

Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Compresión del Concreto Endurecido

Edad	Fibra 0.00%	Fibra 0.03%	Fibra 0.05%	Fibra 0.07%
7	357.99	358.37	360.41	357.86
14	373.71	402.47	404.28	392.06
28	414.98	417.16	427.31	457.41

Fuente: Elaboración Propia

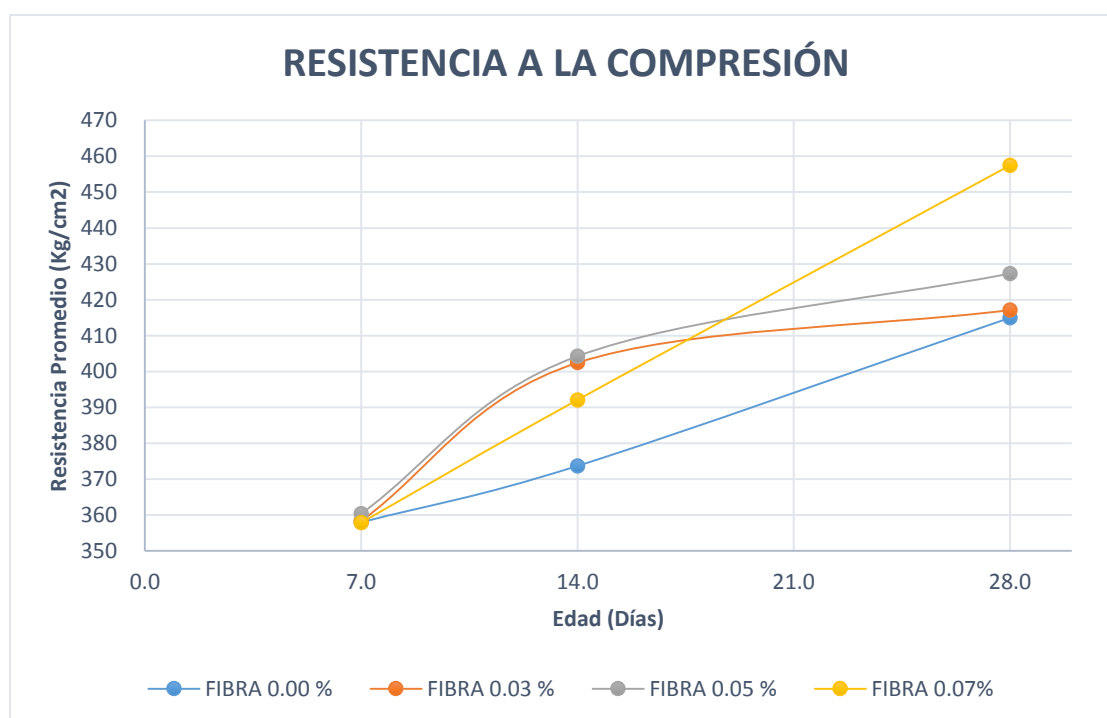


Figura 89. Resistencia a la Compresión

∴ En esta figura se muestra la resistencia a la compresión promedio del concreto endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado. Se puede visualizar un incremento significativo en un 3.0 % y 10.2 % en la resistencia del concreto con una incorporación de fibras PET al 0.05 % y 0.07% medidos a los 28 días.

4.3.2 Resistencia a la Flexión

Se ensayaron 60 testigos prismáticos (ver Anexo D) de los cuales, 15 fueron para la muestra control y 45 para la muestra experimental, 15 por cada dosificación de fibras PET. Esto permitió realizar el análisis de la resistencia a la flexión. En la siguiente tabla se muestran los promedios de los resultados de dichos ensayos.

Tabla 27.

Resultados de las medias del ensayo de la Resistencia a la Flexión del Concreto Endurecido

Edad	Fibra 0.00%	Fibra 0.03%	Fibra 0.05%	Fibra 0.07%
7	45.05	45.69	48.23	44.33
14	45.23	45.89	52.28	45.60
28	45.34	45.93	54.42	47.62

Fuente: Elaboración Propia

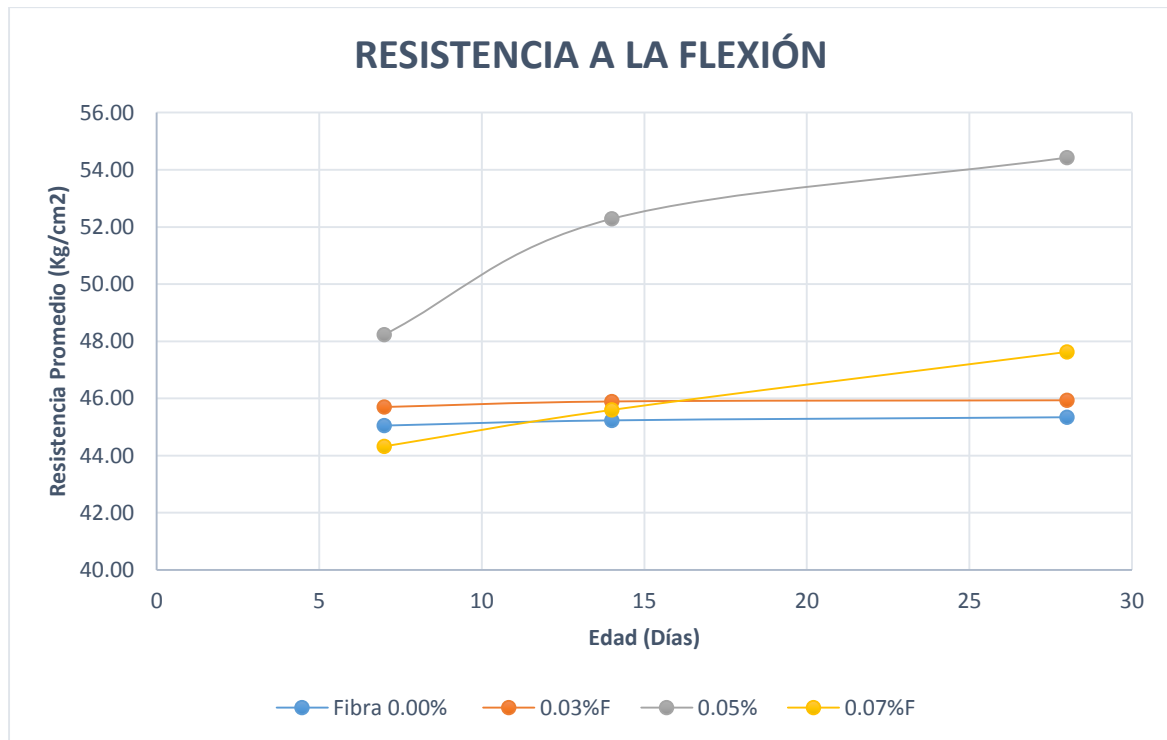


Figura 90. Resistencia a la Flexión

∴ En esta figura se muestra la resistencia a la flexión promedio del concreto endurecido a los 7, 14 y 28 días de curado. Se puede visualizar un incremento significativo en un 20.0 % y 5.0 % en la resistencia del concreto con una incorporación de fibras PET al 0.05 % y 0.07% medidos a los 28 días.

4.3.3 Retracción restringida del concreto

En la Tabla 28 se presenta las pruebas sobre el control de fisuras del ensayo de retracción restringida medido tanto en el concreto experimental como en el concreto control. Los datos mostrados son producto de la observación de 12 anillos de concretos (3 por cada dosificación de concreto), por un periodo de 28 días.

A lo largo del ensayo se observó que en los 12 anillos aparecieron, al mismo tiempo, dos fisuras por cada uno, estaban ubicadas diametralmente opuestas, sus desarrollos fueron casi simétricos, salvo en algunos anillos donde una fisura se desarrolló algo más que la otra, pero al ser promediadas mostraban un ancho equivalente a la de los otros anillos.

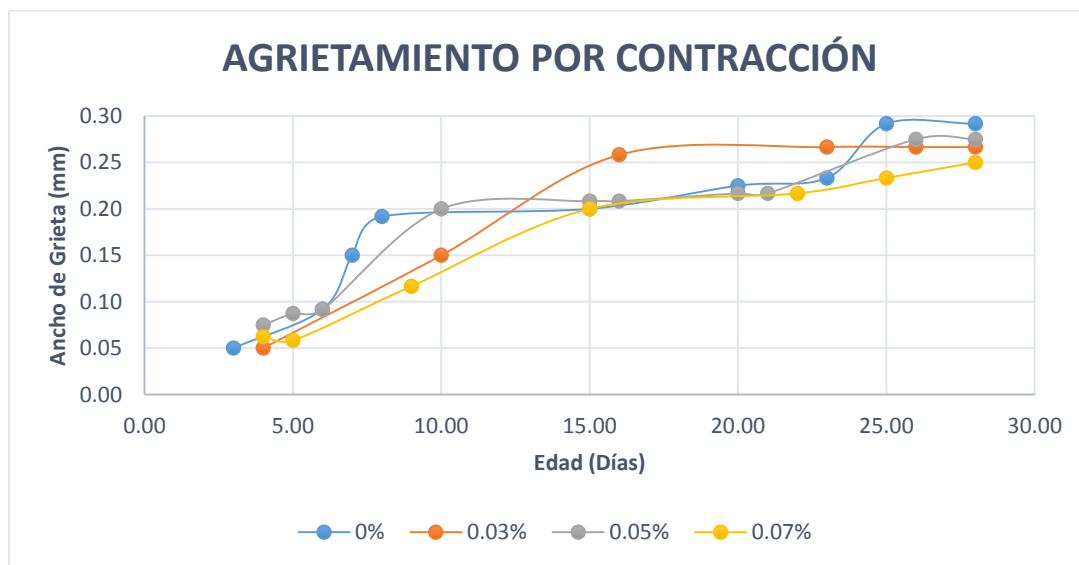


Figura 91. Agrietamiento por contracción

∴ En esta figura se observa que el porcentaje de fibra añadido a la mezcla de concreto influye en el tiempo de aparición de fisura, siendo más tardía para el concreto experimental. En cuanto al ancho de las fisuras, medidos a los 28 días de edad, se observa, que en la muestra experimental presentan un ancho promedio de fisura menor, mientras más alta sea la adición (0.07% de fibra).

Tabla 28.

Control de fisuras

% FIBRA		ANCHO DE GRIETAS EN ANILLOS DE CONCRETO (mm)																											
		0%				0.03%				0.05%				0.07%															
N° ANILLO	N° GRIETA N° DIA	1		2		3		Promedio	1		2		3		Promedio	1		2		3		Promedio							
		1	2	1	2	1	2		1	2	1	2	1	2		1	2	1	2	1	2		1	2					
1																													
2																													
3		0.05		0.05	0.05	0.05	0.05	0.05																					
4									0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05		0.05	0.10	0.08	0.10	0.05	0.05	0.05	0.06					
5																0.05	0.10	0.10	0.10		0.09	0.10	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06		
6		0.10	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09							0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10									
7		0.25	0.05					0.15																					
8		0.25	0.05	0.10	0.25	0.25	0.25	0.19																					
9																					0.25	0.10	0.10	0.1	0.05	0.10	0.12		
10									0.10	0.10	0.10	0.25	0.10	0.25	0.15	0.10	0.25	0.10	0.25	0.25	0.25								
11																													
12																													
13																													
14																													
15		0.30	0.05	0.10	0.25	0.25	0.25	0.20							0.10	0.30	0.10	0.25	0.25	0.25	0.21	0.30	0.10	0.25	0.25	0.05	0.25	0.20	
16									0.25	0.25	0.25	0.30	0.25	0.25	0.26	0.10	0.30	0.10	0.25	0.25	0.25								
17																													
18																													
19																													
20		0.4	0.05	0.10	0.25	0.25	0.30	0.23							0.10	0.30	0.10	0.25	0.25	0.30	0.22								
21															0.1	0.30	0.10	0.25	0.25	0.30	0.22								
22																						0.40	0.10	0.25	0.25	0.05	0.25	0.22	
23		0.4	0.05	0.10	0.25	0.3	0.3	0.23	0.25	0.25	0.25	0.30	0.25	0.30	0.27														
24																													
25		0.50	0.05	0.30	0.30	0.3	0.3	0.29														0.4	0.1	0.30	0.25	0.05	0.3	0.23	
26									0.25	0.25	0.25	0.30	0.25	0.30	0.27		0.25	0.30			0.28								
27																													
28		0.50	0.05	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.25	0.25	0.25	0.30	0.25	0.30	0.27	0.10	0.40	0.25	0.30	0.30	0.30	0.28	0.40	0.10	0.30	0.25	0.05	0.40	0.25

Fuente: Elaboración Propia

4.4 Análisis estadístico

Para obtener la confiabilidad de los datos se ha considerado evaluarlo con el parámetro de la desviación estándar y coeficiente de variación en función de la siguiente tabla.

Tabla 29.

Coefficiente de variación y desviación estándar

DISPERSION TOTAL					
CLASE DE OPERACIÓN	DESVIACIÓN STANDARD PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (Kg/cm²)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.2	> a 49.2
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> a 24.6
DISPERSION ENTRE TESTIGOS					
CLASE DE OPERACIÓN	COEFICIENTES DE VARIACIÓN PARA DIFERENTES GRADOS DE CONTROL (%)				
	EXCELENTE	MUY BUENO	BUENO	SUFICIENTE	DEFICIENTE
CONCRETO EN OBRA	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> a 6.0
CONCRETO EN LABORATORIO	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> a 5.0

Fuente: Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú – Ing. Enrique Pasquel Carvajal

De los valores obtenidos de resistencia a la compresión (Anexo C) y resistencia a la Flexión (Anexo D) se calcularon las desviaciones estándar y coeficientes de variación, los mismos que se muestran a continuación:

Tabla 30.

Coefficiente de Variación y Desviación Estándar – Resistencia a la Compresión

DÍAS	%FIBRA	\bar{x}	S	CV
7	0%	357.99	9.41	2.63%
14	0%	373.71	12.46	3.33%
28	0%	414.98	14.06	3.39%
7	0.03%	358.37	8.43	2.35%
14	0.03%	402.47	4.72	1.17%
28	0.03%	417.16	11.78	2.82%
7	0.05%	360.41	9.11	2.53%
14	0.05%	404.28	6.86	1.70%
28	0.05%	427.31	7.63	1.78%
7	0.07%	360.41	7.17	2.00%
14	0.07%	392.06	10.55	2.69%
28	0.07%	457.41	15.17	3.32%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31.**Coefficiente de Variación y Desviación Estándar – Resistencia a la Flexión**

DÍAS	%FIBRA	\bar{x}	S	CV
7	0%	45.05	1.74	3.85%
14	0%	45.23	1.44	3.17%
28	0%	45.34	3.65	8.05%
7	0.03%	45.69	1.38	3.01%
14	0.03%	45.89	0.99	2.16%
28	0.03%	45.93	1.69	3.68%
7	0.05%	48.23	1.49	3.10%
14	0.05%	52.28	2.29	4.38%
28	0.05%	54.42	1.60	2.95%
7	0.07%	44.33	0.76	1.71%
14	0.07%	45.60	2.31	5.07%
28	0.07%	47.62	2.20	4.62%

Fuente: Elaboración Propia

∴ Los coeficientes de variación y desviación estándar cumplen con la categorización de: Excelente, Muy bueno y bueno, establecidos en la tabla 29, a excepción de los datos obtenidos de la resistencia a la flexión a los 28 días del concreto control (0% PET), esta variación se le atribuye alguna variable fuera de control de este experimento.

Tabla 32.**Análisis de Varianza para los efectos principales**

Parámetro	Análisis de Varianza			Observación
	Factor	F	P	
Resistencia a la Compresión	Días	129.423	0	Se afirma que a un 0.07 % de fibras PET incorporadas al concreto, medido a los 28 días, la resistencia a la compresión es mayor, tal como se muestra en la figura 92.
	% Fibra	5.78	0.002	
Resistencia a la Flexión	Días	6.994	0.002	Se afirma que a un 0.05 % de fibras PET incorporadas al concreto, medido a los 28 días, la resistencia a la flexión es mayor, tal como se muestra en la figura 93.
	% Fibra	30.356	0	

Fuente: Elaboración Propia

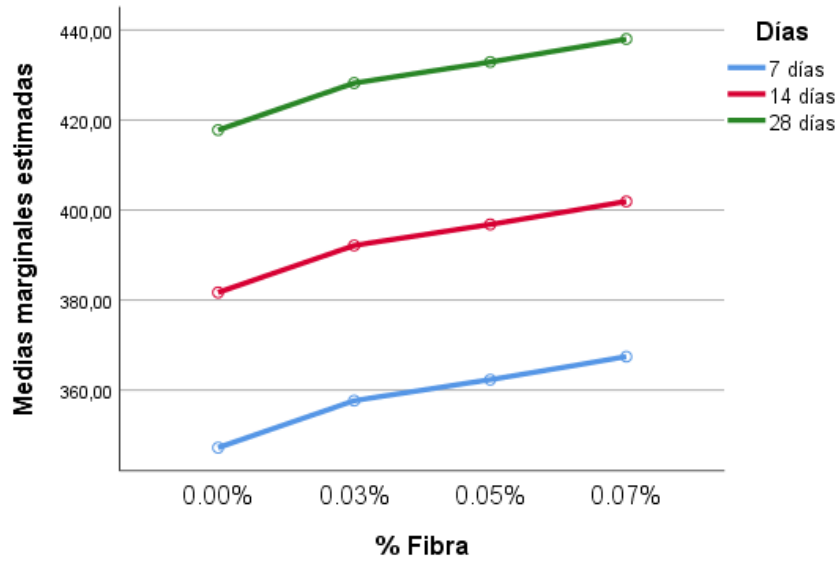


Figura 92. Resistencias medias a la compresión

Fuente: software SPSS

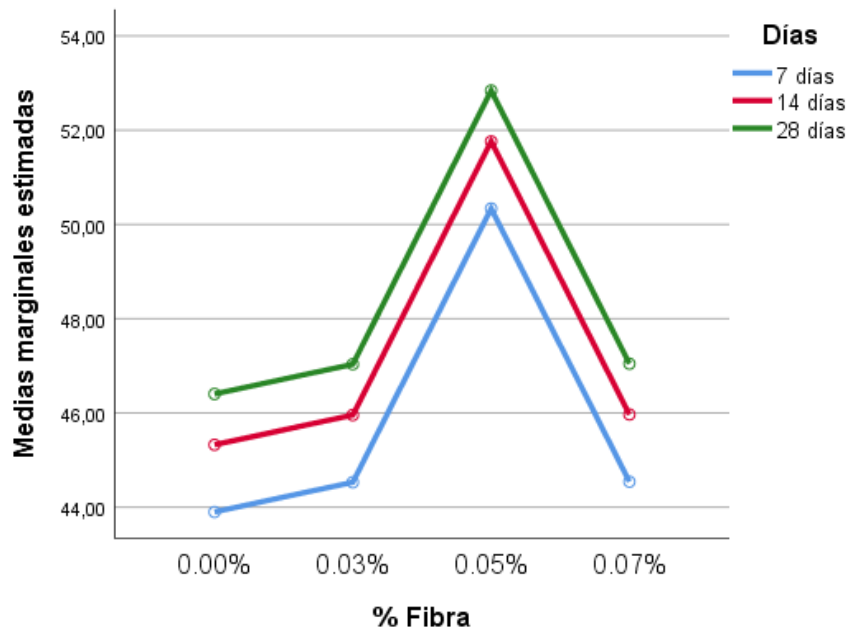


Figura 93. Resistencias medias a la flexión

Fuente: Software SPSS

V. CONCLUSIONES

1. La influencia de la incorporación de fibras PET en la resistencia promedio a la flexión medida, en la muestra experimental, a los 28 días de curado, registraron los siguientes resultados: Para una dosificación de 0.03%, se tiene $F'_{r} = 45.93 \text{ kg/cm}^2$; para una de 0.05 %, $F'_{r} = 54.42 \text{ kg/cm}^2$; y para una de 0.07 %, $F'_{r} = 47.62 \text{ kg/cm}^2$. La muestra control (sin incorporación de fibras PET), tiene un $F'_{r} = 45.34 \text{ kg/cm}^2$. De estos resultados se observa que la dosificación óptima es la de 0.05%.
2. La influencia de la incorporación de fibras PET en la resistencia promedio a la compresión medida, en la muestra experimental, a los 28 días de curado registraron los siguientes resultados: Para una dosificación de 0.03%, un $F'_{c} = 417.16 \text{ kg/cm}^2$; para una de 0.05 %, $F'_{c} = 427.31 \text{ kg/cm}^2$; y para una de 0.07 %, $F'_{c} = 457.41 \text{ kg/cm}^2$. La muestra control (sin incorporación de fibras PET), tiene un $F'_{c} = 414.98 \text{ kg/cm}^2$. De estos resultados se observa que la dosificación óptima es la de 0.07 %.
3. En el ensayo de la retracción restringida del concreto, se evidenció los siguientes resultados: con una dosificación de 0.03%, un ancho promedio de grietas de 0.27 mm; para una de 0.05 %, 0.28 mm; y para una de 0.07 %, 0.25 mm. La muestra control (sin incorporación de fibras PET), mostró un ancho de grietas de 0.29 mm. De estos resultados se observa que la dosificación que mejor reduce el ancho de grietas es la de 0.07 %.
4. Los resultados mostraron que la incorporación de fibras PET, a medida que aumenta la dosificación, disminuyen la trabajabilidad del concreto, con una dosificación de 0.03%, un asentamiento promedio de 5"; para una de 0.05 %, 4"; y para una de 0.07 %, 3", con respecto al asentamiento del concreto control que fue de 6"; mas no altera la temperatura, el contenido de aire ni el peso unitario, pues las variaciones no son significativas.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Si se busca producir concreto para pavimentos rígidos con mayor resistencia a la flexión se debe incorporar 0.05% de fibras PET.
- ✓ Si se requiere mejorar la resistencia a la compresión y disminuir el agrietamiento por contracción del concreto en otro tipo de estructuras resulta óptimo incorporar 0.07% de fibras PET.
- ✓ Para la elaboración de concretos con fibras PET es indispensable la incorporación de aditivos plastificantes, para mejorar la trabajabilidad del concreto en estado fresco.
- ✓ Para la producción de concretos se debe contar con agregados que cumplan los husos granulométricos que especifica la NTP.400.017.
- ✓ Para evitar una reducción en la resistencia del concreto hay que tener en cuenta que las fibras deben ser incorporadas sin tener que sustituir algún tipo de agregado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cementos Pacasmayo. (14 de Diciembre de 2013). *Especificación Técnica del Cemento Tipo I*. Recuperado de <http://www.pacasmayoprofesional.com/>
- Florez Fernández, J. A. (2014). *Efecto en las propiedades en tensión de un material compuesto base cemento reforzado con fibras* (Tesis de Posgrado). Universidad Autónoma de Chihuahua, Ciudad de México, México.
- Harmsen, T. (2005). *Diseño de Estructuras de Concreto Armado* (4ta ed.). Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- INACAL (Instituto Nacional de Calidad). (2015). *NTP 400.037*. Lima.
- Méndez Silva, E. (2012). *Propuesta para sustitución de agregados petreos por agregados PET, en diseño de mezcla de concreto con resistencia $F'c=150$ Kg/cm², usado para banquetas, guarniciones y firmes*. (Tesis de Pregrado). Universidad Veracruzana, Xalapa Enríquez Veracruz, México.
- Ministerio de Fomento - Gobierno de España. (2011). *INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE-08* (5° EDICIÓN ed.). ESPAÑA: CENTRO DE PUBLICACIONES SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA - FOMENTO DE ESPAÑA.
- Munizaga Román, G. A. (2009). *FISURACIÓN POR RETRACCIÓN EN HORMIGONES: INFLUENCIA DEL TIPO DE CEMENTOS*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Peralta Guevara, R. (2014). *Evaluación de la Resistencia a la compresión de un concreto convencional $f'c= 210$ kg./cm² y el concreto con material reciclado polietileno tereftalato (PET) en la Ciudad de Jaén-Cajamarca* (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca - Sede Jaén, Cajamarca, Perú.
- Silva Santisteban, H. R. (2009). *Concreto reforzado con fibra natural* (Tesis de Pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.
- Valencia Elguera, G., & Ibarra Navarro, M. A. (2013). *Estudio experimental para determinar patrones de correlación entre la resistencia a compresión y la velocidad de pulso ultrasónico en concreto simple* (Tesis de Pregrado). Pontificie Univerdad Católica del Perú, Lima, Perú.

ANEXOS

ANEXO A:
RESULTADOS – ENSAYOS
DE LOS AGREGADOS



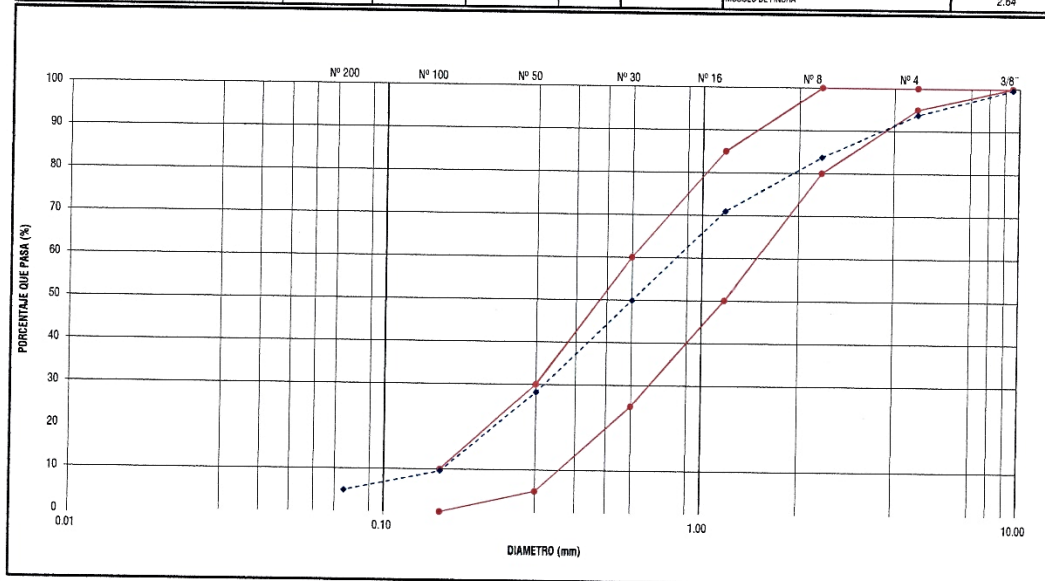
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD



DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO		RESPONSABLE DE LABORATORIO	ING. WILMER ROJAS PINTADO
UBICACIÓN:	PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET		ASISTENTE:	LUSGARDO ELI DÍAZ MONDRAGÓN
SOLICITANTE:	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.		FECHA:	FEBRERO 2019
CANTERA:	ARENERA JOSÉCTO	USO:	AG. FINO PARA CONCRETO	



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GROSOS Y FINOS
NTP 400.012

FRACCIÓN	TAMIZ		P.RET. PARCIAL	PORCENT. RET. PARCIAL	PORCENTAJE RET. ACUM.	% QUE PASA	ESPECIFICACION N.T.P. 400.037 % QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 339.185		
	Nº	ABERTURA(mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
FRACCIÓN GRISEA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	2214.54	
	2 1/2"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	2141.47	
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.41	
	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-	NTP 400.016		
	3/4"	19.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO INICIAL SECO (gr)	2141.47	
	1/2"	12.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	2033.95	
	3/8"	9.50	7.8	0.36	0.4	99.64	100	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	5.02	
	1/4"	6.35	0.00	0.00	0.4	99.64	-	PORCENTAJE DE PERDIDA < 1	-0.06	
	FRACCIÓN FINA	Nº 4	4.75	126.40	5.90	6.3	93.73	95-100	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO FINO	
Nº 8		2.36	214.97	10.04	16.3	83.70	90-100	PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm³)	2.69	
Nº 16		1.18	272.20	12.71	29.0	70.98	50-85	PESO UNITARIO SUJETO SECO (Kg/m³)	1553.34	
Nº 30		0.60	451.50	21.08	50.1	49.90	25-60	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)	1698.97	
Nº 50		0.30	464.73	21.70	71.8	28.20	05-30	ABSORCIÓN (%)	1.43	
Nº 100		0.15	398.75	18.62	90.4	9.58	0-10	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	3.41	
Nº 200		0.075	98.81	4.61	95.0	4.97	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	5.02	
CAZOLETA	--	107.52	5.02	100.1	-0.06	-	MODULO DE FINURA	2.64		
TOTAL		2142.66								



OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO CUMPLE EN GRAN PARTE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO, DE LA NORMA N.T.P. 400.037 Y TIENE UN MÓDULO DE FINURA DE 2.64.

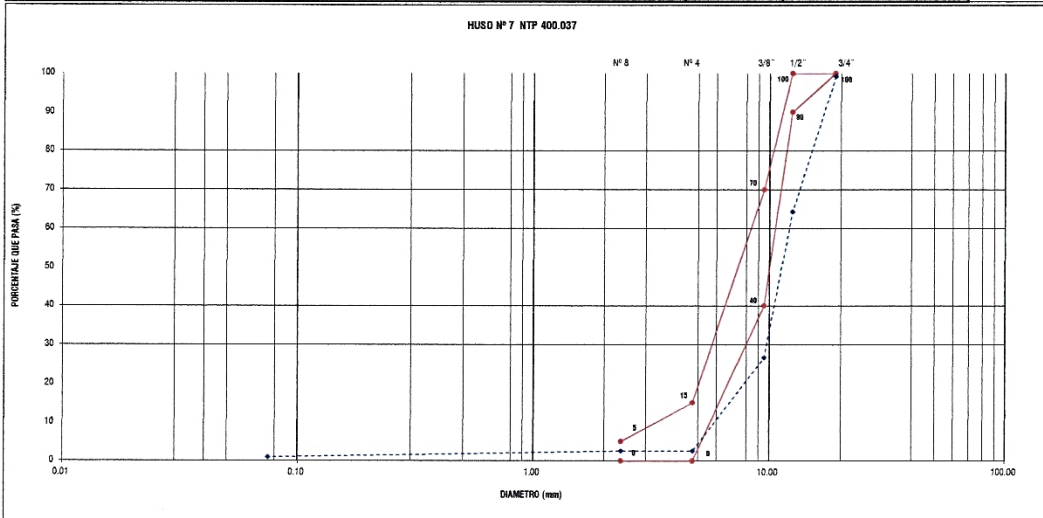


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET			RESPONSABLE DE LABORATORIO	ING. WILMER ROJAS PINTADO
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA			ASISTENTE:	LUSAGARDO ELÍ DIAZ MONDRAGÓN
SOLICITANTE:	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA			FECHA:	FEBRERO 2019
CANTERA:	ARENERA JOSECTO	USO:	AG. GRUESO PARA CONCRETO -1/2"		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NTP 400.012

FRACCIÓN GRUESA	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (g)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACION HUSO 7 PORCENTAJE QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 336.185		
	Nº	ABERTURA (mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
									PESO TOTAL MUESTRA HÚMEDA (gr)	5016.30
								PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	4924.50	
								CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.44	
								MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 NTP 400.018		
								PESO INICIAL SECO (gr)	4924.50	
								PESO FINAL SECO, DESPUÉS DE LAVADO (gr)	4944.95	
								MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	0.99	
								PORCENTAJE DE PERDIDA < 1	-0.07	
FRACCIÓN FINA	Nº 4	4.75	1201.76	24.06	97.45	2.55	0 - 15	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO		
	Nº 8	2.36	0.0	0.00	97.45	2.55	0 - 5	PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm³)	-	
	Nº 16	1.18	0.0	0.00	97.45	2.55	-	PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m³)	-	
	Nº 30	0.80	0.00	0.00	97.45	2.55	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)	-	
	Nº 50	0.30	0.00	0.00	97.45	2.55	-	ABSORCIÓN (%)	-	
	Nº 100	0.15	0.00	0.00	97.45	2.55	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.44	
	Nº 200	0.075	79.59	1.59	99.05	0.95	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	-	
	CAZOLETA	--	51.02	1.02	100.07	-0.07	-	INDICIO DE FRAGRA	-	
TOTAL			4997.94							



OBSERVACIONES:	LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO NO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO Nº 7, DE LA NORMA N.T.P. 400.037
----------------	---





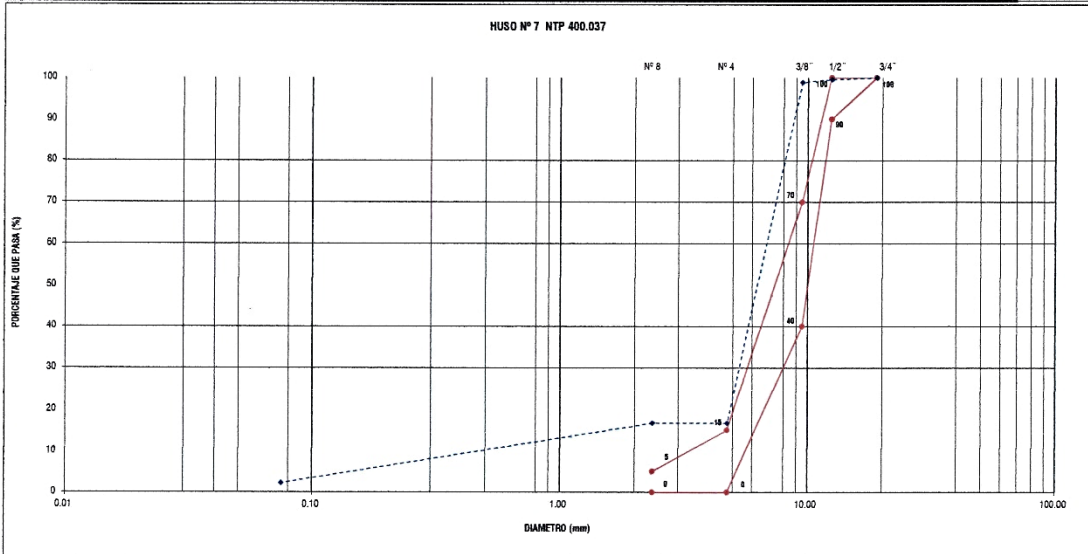
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD



DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET			RESPONSABLE DE LABORATORIO:	ING. WILMER ROJAS PINTADO
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.			ASISTENTE:	LUSGARDO ELI DÍAZ MONDRAGÓN
SOLICITANTE:	PEIRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA			FECHA:	FEBRERO 2019
CANTERA:	ARENERA JOSEDITO	USO:	AG. GRUESO PARA CONCRETO - 1/4"		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NTP 400.012

FRACCIÓN	TAMIZ		PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION HUSO 7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 338.185			
	Nº	ABERTURA (mm)	PARCIAL (gr)	PARCIAL (%)	(%)	(%)	QUE PASA	TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C	
FRACCIÓN GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)			5055.82
	2 1/2"	63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)			4984.00
	2"	50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			1.44
	1 1/2"	37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 NTP 400.018			
	1"	25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO INICIAL SECO (gr)			4984.00
	3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	PESO FINAL SECO DESPUÉS DE LAVADO (gr)			4875.10
	1/2"	12.50	20.06	0.40	0.40	99.60	90 - 100	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)			2.16
	3/8"	9.50	34.06	0.68	1.08	98.91	40-70	PORCENTAJE DE PERDIDA < 1			-0.06
FRACCIÓN FINA	Nº 4	4.75	4096.01	82.22	83.31	16.69	0 - 15	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO			
	Nº 8	2.36	0.0	0.00	83.31	16.69	0 - 5	PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm³)			-
	Nº 16	1.18	0.0	0.00	83.31	16.69	-	PESO UNITARIO SUELO SECO (kg/m³)			-
	Nº 30	0.60	0.00	0.00	83.31	16.69	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)			-
	Nº 50	0.30	0.00	0.00	83.31	16.69	-	ABSORCIÓN (%)			-
	Nº 100	0.15	0.00	0.00	83.31	16.69	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			1.44
	Nº 200	0.075	720.86	14.46	97.77	2.23	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200			-
	CAZOLETA	-	114.01	2.29	100.06	-0.06	-	Módulo de Finura			-
TOTAL		4966.80									



OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO NO CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO Nº 7, DE LA NORMA N.T.P. 400.037

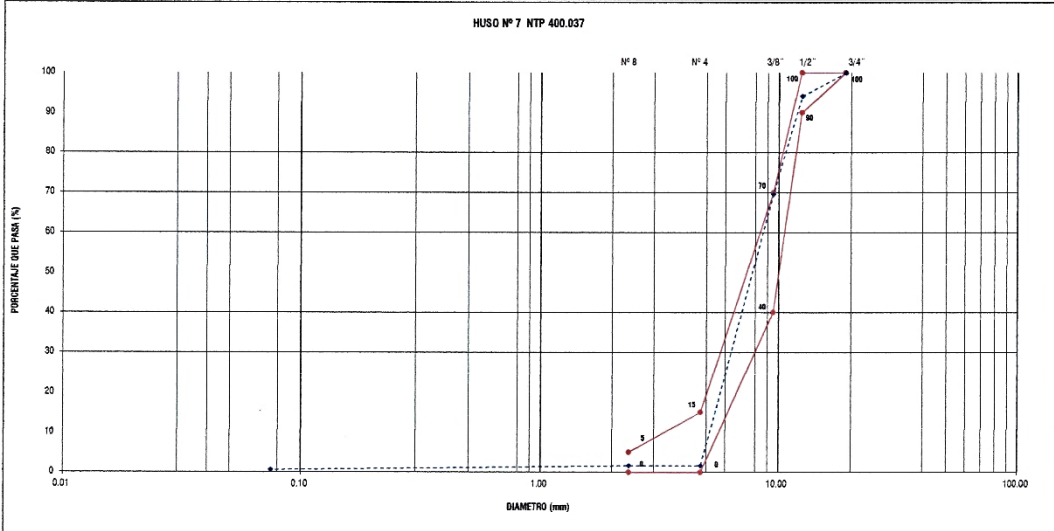


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	
---	---	---

DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y ASPETAMENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET			RESPONSABLE DE LABORATORIO	ING. WILMER ROJAS PINTADO
UBICACIÓN :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.			ASISTENTE:	LUSGARDO ELI DÍAZ MONDRAGÓN
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARÍAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA			FECHA :	FEBRERO 2019
CANTERA:	ARENERA JOSECTO	USO:	AG. GRUESO PARA CONCRETO - CÁLCULO DE LA MEZCLA		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NTP 400.012

FRACCIÓN	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACION HUSO 7 QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 330.185		
	Nº	ABERTURA (mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C
	FRACCIÓN GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)	-
2 1/2"		63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)	-	
2"		50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	
1 1/2"		37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		
1"		25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-	NTP 400.018		
3/4"		19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	PESO INICIAL SECO (gr)	7798.09	
1/2"		12.50	455.93	5.85	5.85	94.15	90 - 100	PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)	7747.07	
3/8"		9.50	1917.99	24.80	30.44	69.56	40-70	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)	0.05	
								PORCENTAJE DE FENÓMENA < 1	-0.06	
FRACCIÓN FINA		Nº 4	4.75	5298.77	67.96	98.40	1.60	0 - 15	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO	
	Nº 8	2.36	0.0	0.00	98.40	1.60	0 - 5	PESO ESPEZORRO DE MASA (gr/cm³)	-	
	Nº 16	1.18	0.0	0.00	98.40	1.60	-	PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m³)	-	
	Nº 30	0.80	0.00	0.00	98.40	1.60	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)	-	
	Nº 50	0.30	0.00	0.00	98.40	1.60	-	ABSORCIÓN (%)	-	
	Nº 100	0.15	0.00	0.00	98.40	1.60	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	-	
	Nº 200	0.075	79.59	1.02	99.43	0.57	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200	-	
	CAZOLETA	--	51.0	0.65	100.08		-	MODULO DE FRATURA	-	
TOTAL			7804.30							



OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA COMBINACIÓN DE AGREGADO GRUESO DE 1/2" Y 1/4" CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO Nº 7, DE LA NORMA N.T.P. 400.037

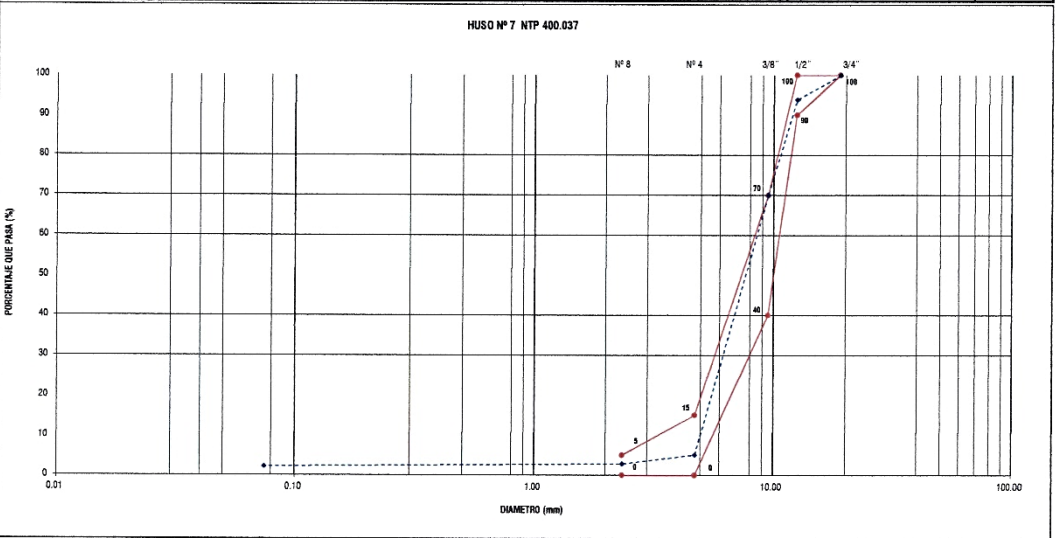


	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	
---	---	---

DATOS DEL PROYECTO				DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO:	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET	RESPONSABLE DE LABORATORIO:	ING. WILMER ROJAS PINTADO		
UBICACIÓN:	DISTRITO: JAÉN. PROVINCIA: JAÉN. REGIÓN: CAJAMARCA.	ASISTENTE:	LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN		
SOLICITANTE:	PIEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUARCA MENDOZA	FECHA:	FEBRERO 2019		
CANTERA:	ARENERA JOSECITO	USO:	AG. GRUESO PARA CONCRETO -MEZCLA 1-1		



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NTP 400.012

FRACCIÓN	TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL (gr)	PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL (%)	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)	ESPECIFICACION HUSO 7 QUE PASA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%) NTP 330.185				
	Nº	ABERTURA (mm)						TEMPERATURA DE SECADO	AMBIENTE	110° C		
	FRACCIÓN GRUESA	3"	75.00	0.0	0.00	0.0	100.0	-	PESO TOTAL MUESTRA HUMEDA (gr)		5000.25	
2 1/2"		63.00	0.0	0.00	0.0	100.00	-	PESO TOTAL MUESTRA SECA (gr)		4979.32		
2"		50.80	0.0	0.00	0.0	100.00	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)			0.42	
1 1/2"		37.50	0.0	0.00	0.0	100.00	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200				
1"		25.40	0.0	0.00	0.0	100.00	-	NTP 400.018				
3/4"		19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100	PESO INICIAL SECO (gr)		4979.32		
1/2"		12.50	303.91	6.10	6.10	93.90	90 - 100	PESO FINAL SECO DESPUÉS DE LAVADO (gr)		4870.76		
3/8"		9.50	1191.65	23.98	30.04	69.96	40-70	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200 (%)		2.18		
FRACCIÓN FINA	Nº 4	4.75	3233.27	64.93	64.97	5.03	0 - 15	PORCENTAJE DE PERDIDA < 1				-0.05
	Nº 8	2.36	109.8	2.21	97.18	2.82	0 - 5	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO GRUESO				
	Nº 16	1.18	0.0	0.00	97.18	2.82	-	PESO ESPECÍFICO DE MASA (gr/cm³)		2.69		
	Nº 30	0.60	0.00	0.00	97.18	2.82	-	PESO UNITARIO SUELTO SECO (kg/m³)		1423.02		
	Nº 50	0.30	0.00	0.00	97.18	2.82	-	PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (kg/m³)		1530.16		
	Nº 100	0.15	0.00	0.00	97.18	2.82	-	ABSORCIÓN (%)		0.83		
	Nº 200	0.075	32.22	0.65	97.82	2.18	-	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		0.42		
	CAZOLETA	--	111.2	2.23	100.05	-	-	MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200		2.18		
TOTAL		4982.05					MÓDULO DE FINURA		6.11			



OBSERVACIONES: LA CURVA GRANULOMÉTRICA DE LA COMBINACIÓN ENSAYADA (1-1) DE AGREGADO GRUESO DE 1/2" Y 1/4" CUMPLE CON EL HUSO GRANULOMÉTRICO Nº 7, DE LA NORMA N.T.P. 400.037



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO NTP 400.022
--

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET

UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

CANTERA : ARENERA JOSECITO

RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO



ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN

FECHA : FEBRERO 2019

DATOS		
A= masa de la muestra seca al horno (gr)		499.63
B= masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (gr)		805.71
C= masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración (gr)		1119.83
S= masa de la muestra de saturado superficialmente seca (gr)		506.78
CÁLCULOS		
Gravedad específica seca al horno seco (OD) =	$A/(B+S-C)$	2.593
Gravedad específica saturado superficialmente seca (SSD) =	$S/(B+S-C)$	2.630
Gravedad específica aparente =	$A/(B+A-C)$	2.693
Densidad secado al horno (OD) Kg/m ³ =	$997.5 * A / (B+S-C)$	2586.842
Densidad (saturada superficialmente seca) SSD Kg/m ³ =	$997.5 * S / (B+S-C)$	2623.861
Densidad aparente Kg/m ³ =	$997.5 * A / (B+A-C)$	2686.545
Absorción %	$100(S-A)/A$	1.431

OBSERVACIONES :



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO NTP 400.021
--

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET

UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

CANTERA : ARENERA JOSECITO

RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO

ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN

FECHA : FEBRERO 2019

DATOS		
A= masa de la muestra secada al horno en aire, (gr)		4849.00
B= masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire, (g)		4889.00
C= masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (gr)		3048.00
CÁLCULOS		
Densidad relativa en base al agregado secado al horno. (OD) =	A/(B-C)	2.634
Densidad relativa del agregado de superficie seca saturada. (SSD) =	B/(B-C)	2.656
Densidad relativa aparente =	A/(A-C)	2.692
Densidad en base al agregado secado al horno. (OD) Kg/m ³ =	997.5 A/(B-C)	2627.310
Densidad en base al agregado seco de superficie saturada. (SSD) Kg/m ³ =	997.5B/(B-C)	2648.983
Densidad aparente. Kg/m ³ =	997.5A/(A-C)	2685.662
Absorción % = Ab	100*(B-A)/A	0.825%





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL

FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO
NTP 400.017**

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET

UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

CANTERA : ARENERA JOSECITO



RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO

ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN

FECHA : FEBRERO 2019

PESOS AGREGADO FINO		
PESO	COMPACTADO	SUELTO
PESO 1	7.05	6.45
PESO 2	7.08	6.5
PESO 3	7.22	6.57
PESO PROMEDIO	7.12	6.51
DETERMINACIÓN VOLUMEN		
MEDIDA	DIÁMETRO	ALTURA
MEDIDA 1	152.75	229.18
MEDIDA 2	152.31	228.93
MEDIDA 3	152.64	229.28
MEDIDA PROMEDIO	0.15	0.23
VOLUMEN (m ³)	0.0042	
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1698.97	1553.34



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN	
	LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL	
	FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD	

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO
NTP 400.017

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET

UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

CANTERA : ARENERA JOSECITO

RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO

ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN

FECHA : FEBRERO 2019

PESOS AGREGADO GRUESO		
PESO	COMPACTADO	SUELTO
PESO 1	4.36	4.08
PESO 2	4.37	4.08
PESO 3	4.40	4.07
PESO PROMEDIO	4.38	4.08
DETERMINACIÓN VOLUMEN		
MEDIDA	DIÁMETRO	ALTURA
MEDIDA 1	152.19	157.05
MEDIDA 2	152.22	157.28
MEDIDA 3	152.29	157.08
MEDIDA 4	152.23	157.07
MEDIDA PROMEDIO	0.15	0.16
VOLÚMEN (m ³)	0.002860	
PESO UNITARIO (Kg/m ³)	1530.18	1425.62



ANEXO B:
RESULTADOS – ENSAYOS
DE CONCRETO FRESCO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD



CONTROLES DE CALIDAD DE CONCRETO FRESCO

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET
UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.
SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA
CANTERA : ARENERA JOSECITO
RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO
ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN
FECHA : MARZO 2019

MUESTRA	% FIBRA	CONTENIDO DE AIRE (%)	TEMPERATURA	SLUMP (pulg)	PESO UNITARIO
M-1	0	2.50	29.50	6	2367.74
M-2	0	2.4	28.7	6	2388.32
M-3	0	2.50	29.00	5.25	2376.64
M-4	0	2.5	29.2	6	2359.12
M-5	0	2.4	29.2	6	2376.64
M-6	0	2.5	28.9	6	2370.80
M-7	0	2.5	28.6	6	2385.40
M-8	0	2.4	29.8	6	2375.18
M-1	0.03	2.3	30.7	6	2375.18
M-2	0.03	2.2	28.4	4.0	2369.34
M-3	0.03	2.1	32	4	2373.72
M-4	0.03	2.30	28.70	4	2375.18
M-5	0.03	2.4	30.7	5	2382.48
M-6	0.03	2.20	28.80	5	2370.80
M-7	0.03	2.5	30.2	5	2376.64
M-8	0.03	2.10	31.00	5	2372.26
M-1	0.05	2.50	29.50	4.50	2383.50
M-2	0.05	2.2	28.7	3	2395.62
M-3	0.05	2.5	29.3	5.50	2382.48
M-4	0.05	2.3	29	6	2379.56
M-5	0.05	2.2	28.9	4	2385.40
M-6	0.05	2.4	29	4	2383.94
M-7	0.05	2.5	29.2	4	2391.24
M-8	0.05	2.4	29.1	4	2392.70
M-1	0.07	2.1	29.9	3	2370.80
M-2	0.07	2.20	29.30	4	2362.04
M-3	0.07	2.30	28.70	3	2373.72
M-4	0.07	2.20	28.60	4.25	2367.88
M-5	0.07	2.10	28.90	4.25	2364.96
M-6	0.07	2.30	29.20	3	2369.34
M-7	0.07	2.10	29.40	3	2372.26
M-8	0.07	2.2	30.1	3	2366.42





UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
LABORATORIO DE INGENIERÍA CIVIL
FORMATO DE CONTROL DE CALIDAD



PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO
MTG E 714

PROYECTO : RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCIÓN DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS CON INCORPORACIÓN DE FIBRAS PET

UBICACION : DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGIÓN: CAJAMARCA.

SOLICITANTE : PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA

CANTERA : ARENERA JOSEGITO

RESPONSABLE : ING. WILMER ROJAS PINTADO

ASISTENTE: LUSGARDO ELÍ DÍAZ MONDRAGÓN


FECHA : MARZO 2019

MUESTRA	DATOS				
	Peso de concreto + Peso de Olla de Washington	Peso de Olla de Washington	Volumen de la Olla de Washington	Peso Unitario del concreto	Promedio del Peso Unitario
CONCRETO - FIBRA 0%					
M-1	22.24	6.02	0.0069	2367.74	2374.98
M-2	22.38	6.02	0.0069	2388.32	
M-3	22.30	6.02	0.0069	2376.64	
M-4	22.18	6.02	0.0069	2359.12	
M-5	22.3	6.02	0.0069	2376.64	
M-6	22.26	6.02	0.0069	2370.80	
M-7	22.36	6.02	0.0069	2385.40	
M-8	22.29	6.02	0.0069	2375.18	
CONCRETO - FIBRA 0.03%					
M-1	22.29	6.02	0.0069	2375.18	2374.45
M-2	22.25	6.02	0.0069	2369.34	
M-3	22.28	6.02	0.0069	2373.72	
M-4	22.29	6.02	0.0069	2375.18	
M-5	22.34	6.02	0.0069	2382.48	
M-6	22.26	6.02	0.0069	2370.80	
M-7	22.3	6.02	0.0069	2376.64	
M-8	22.27	6.02	0.0069	2372.26	
CONCRETO - FIBRA 0.05%					
M-1	22.35	6.02	0.0069	2383.50	2386.81
M-2	22.43	6.02	0.0069	2395.62	
M-3	22.34	6.02	0.0069	2382.48	
M-4	22.32	6.02	0.0069	2379.56	
M-5	22.36	6.02	0.0069	2385.40	
M-6	22.35	6.02	0.0069	2383.94	
M-7	22.4	6.02	0.0069	2391.24	
M-8	22.41	6.02	0.0069	2392.70	
CONCRETO - FIBRA 0.07%					
M-1	22.26	6.02	0.0069	2370.80	2368.43
M-2	22.20	6.02	0.0069	2362.04	
M-3	22.28	6.02	0.0069	2373.72	
M-4	22.24	6.02	0.0069	2367.88	
M-5	22.22	6.02	0.0069	2364.96	
M-6	22.25	6.02	0.0069	2369.34	
M-7	22.27	6.02	0.0069	2372.26	
M-8	22.23	6.02	0.0069	2366.42	





ANEXO C:
RESULTADOS – ENSAYOS
DE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN


GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 Calle: Capián Juan Porcel N° 108 - Jaén - Cajamarca
 R.U.C. 2045554847, Telf: 076-431139, Cel: 976-882127, Email: gconovial@hyndmail.com, gconovial@gmail.com
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.


	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		FECHA:	MARZO 2019
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CH.
UBICACION	PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET		SUPERVISOR DC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ OHIMIAN
SOLICITANTE :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGION: CAJAMARCA		TECNICO DE LAB :	JONATAN HERRERA BARAHONA
	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA		ASISTENTE DE LAB :	CEZA ROEMAR AROCY

STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	Fc kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Maxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje Fc
1	06/03/19	13/03/19	7	FIBRA 0 %	63331.53	280.00	15.15	351.32		128
2	06/03/19	13/03/19	7	FIBRA 0 %	66614.96	280.00	15.10	371.99		128
3	06/03/19	13/03/19	7	FIBRA 0 %	64796.84	280.00	15.20	357.09	357.98	128
4	06/03/19	13/03/19	7	FIBRA 0 %	64745.85	280.00	15.10	361.55		128
5	06/03/19	13/03/19	7	FIBRA 0 %	62312.85	280.00	15.10	347.96		128
1	07/03/19	21/03/19	14	FIBRA 0 %	64589.84	280.00	15.10	360.68		133
2	07/03/19	21/03/19	14	FIBRA 0 %	69630.21	280.00	15.0	394.03		133
3	07/03/19	21/03/19	14	FIBRA 0 %	67331.81	280.00	15.20	371.06	373.70	133
4	07/03/19	21/03/19	14	FIBRA 0 %	65930.74	280.00	15.10	368.17		133
5	07/03/19	21/03/19	14	FIBRA 0 %	67080.96	280.00	15.10	374.59		133
1	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0 %	72192.72	280.00	15.20	397.85		148
2	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0 %	76216.46	280.00	15.10	425.60		148
3	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0 %	77471.71	280.00	15.25	424.14	414.96	148
4	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0 %	74780.72	280.00	15.40	401.47		148
5	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0 %	77267.77	280.00	15.20	425.81		148
1	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	67790.68	280.00	15.25	371.14		128
2	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	64511.32	280.00	15.30	350.88		128
3	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	64537.83	280.00	15.25	353.33	358.36	128
4	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	65813.48	280.00	15.20	362.69		128
5	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	65041.56	280.00	15.30	353.77		128




LUIS RAFAEL QUIROZ OHIMIAN
 INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecanica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos
 CIP: 123892



Jonatan J. Herrera Barahona
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
 DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOCON VIAL
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.	OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD	SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01	FECHA:	MARZO 2019
DATOS DEL PROYECTO		DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET	GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CHI. HUAN
UBICACION :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGION: CAJAMARCA.	SUPERVISOR OC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLIAHUANCA MENDOZA	TECNICO DE LAB :	JONATHAN HERRERA BARAHONA
		ASISTENTE DE LAB :	DEIZA ROEMIRO ARODY


STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f _c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f _c
1	13/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	73019.70	280.00	15.05	410.47		144
2	13/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	72163.15	280.00	15.15	400.31		144
3	13/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	71977.56	280.00	15.15	399.28	402.47	144
4	14/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	72645.47	280.00	15.15	402.99		144
5	14/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	72453.76	280.00	15.20	399.28		144
1	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0.03 %	74877.59	280.00	15.20	412.64		149
2	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0.03 %	73430.64	280.00	15.05	412.78		149
3	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0.03 %	73763.06	280.00	15.10	411.90	417.15	149
4	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0.03 %	73474.48	280.00	15.10	410.29		149
5	12/03/19	09/04/19	28	FIBRA 0.03 %	77944.85	280.00	15.05	438.15		149
1	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0.05 %	64408.33	280.00	15.20	354.95		129
2	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0.05 %	63279.52	280.00	15.10	353.36		129
3	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0.05 %	67216.58	280.00	15.20	370.42	360.40	129
4	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0.05 %	64056.53	280.00	15.20	353.01		129
5	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0.05 %	67189.05	280.00	15.20	370.27		129
1	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0.05 %	73795.69	280.00	15.13	410.45		144
2	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0.05 %	71574.78	280.00	15.10	399.68		144
3	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0.05 %	73913.97	280.00	15.15	410.03	404.28	144
4	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0.05 %	70687.64	280.00	15.10	394.73		144
5	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0.05 %	72795.36	280.00	15.10	406.50		144


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecánica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos
 C.P. 223392

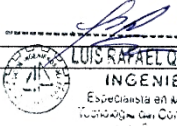


Jhonatan J. Herrera Barahona
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOCON VIAL
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.
 Calle: Capitán Juan Porcel N° 108 - Jaén - Cajamarca.
 R.U.C. 20495954847, Telf: 076 431132, Cel: 976-852127, Email: ingenieros@geovial.com, geovial@geovial.com
 PROYECTOS DE INGENIERIA, SUPERVISION DE CONTROL DE CALIDAD, ESTUDIOS GEOTECNICOS, ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS,
 TECNOLOGIA DEL CONCRETO, TECNOLOGIA DEL ASFALTO, DISEÑO DE PAVIMENTOS, ALQUILER DE EQUIPOS DE LABORATORIO Y
 VENTA DE ADITIVOS QUIMICOS PARA LA CONSTRUCCION.

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TG-01		FECHA:	MARZO 2019
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ ODI
UBICACION	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGION: CAJAMARCA.		SUPERVISOR DC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ ODI
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JONATHAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	CEIZA ROEMOND ARDOY


STANDARD TEST METHOD FOR COMPRESSIVE STRENGTH OF CYLINDRICAL CONCRETE SPECIMENS
METODO DE ENSAYO PARA EL ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO
 A.S.T.M. C 39

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	f _c kg/cm ²	Diametro cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje f _c
1	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0.05 %	78010.11	280.00	15.20	429.91		153
2	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0.05 %	77171.92	280.00	15.15	428.10		153
3	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0.05 %	78916.62	280.00	15.20	434.90	427.30	153
4	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0.05 %	77865.31	280.00	15.20	429.11		153
5	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0.05 %	75212.05	280.00	15.20	414.49		153
1	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.07 %	66421.22	280.00	15.40	356.59		128
2	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.07 %	66205.04	280.00	15.30	360.10		128
3	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.07 %	67494.96	280.00	15.30	367.11	357.85	128
4	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.07 %	65864.46	280.00	15.30	358.24		128
5	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.07 %	63005.22	280.00	15.20	347.22		128
1	14/03/19	28/03/19	14	FIBRA 0.07 %	68653.34	280.00	15.20	378.34		140
2	14/03/19	28/03/19	14	FIBRA 0.07 %	71710.40	280.00	15.20	385.19		140
3	14/03/19	28/03/19	14	FIBRA 0.07 %	70071.74	280.00	15.20	386.16	392.06	140
4	15/03/19	28/03/19	14	FIBRA 0.07 %	72795.36	280.00	15.10	406.50		140
5	15/03/19	28/03/19	14	FIBRA 0.07 %	71983.68	280.00	15.25	394.10		140
1	15/03/19	12/04/19	28	FIBRA 0.07 %	81800.33	280.00	15.30	444.92		163
2	15/03/19	12/04/19	28	FIBRA 0.07 %	78492.43	280.00	15.10	438.31		163
3	15/03/19	12/04/19	28	FIBRA 0.07 %	86085.11	280.00	15.25	471.30	457.41	163
4	15/03/19	12/04/19	28	FIBRA 0.07 %	81501.56	280.00	15.00	461.20		163
5	15/03/19	12/04/19	28	FIBRA 0.07 %	84398.53	280.00	15.10	471.29		163



LUIS RAFAEL QUIROZ ODI Reproducción Total o Parcial (INDECOPI). Derechos Reservados
INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecánica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del
 Asfalto, Geotecnia y Geomorfología
 C.P. 10000

Jhonatan J. Herrera Barahona
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOCON VIAL
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.


**ANEXO D:
RESULTADOS – ENSAYO
DE RESISTENCIA A LA
FLEXIÓN**

	GECON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		FECHA:	ABRIL 2019
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CHI
UBICACION :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGION: CAJAMARCA.		SUPERVISOR QC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN SIANELLA TOLAHUANCA MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JONATHAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	CIENZA ROEMMO ARROYO


**STANDARD TEST METHOD FOR FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE (USING SIMPLE BEAM WITH THIRD-POINT LOADING).
 RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 A.S.T.M. C 78**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	fr kg/cm ²	Ancho cm	Alto cm	Longitud cm	Resistencia Máxima kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²	Porcentaje fc
1	07/03/19	14/03/19	7	FIBRA 0 %	3614.84	34.00	16.00	15.00	45.00	45.19		133
2	07/03/19	14/03/19	7	FIBRA 0 %	3925.85	34.00	16.00	15.30	45.00	47.17		133
3	07/03/19	14/03/19	7	FIBRA 0 %	3738.22	34.00	16.00	15.10	45.00	46.11	45.05	133
4	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0 %	3648.49	34.00	16.00	15.50	45.00	42.71		133
5	01/03/19	08/03/19	7	FIBRA 0 %	3716.81	34.00	16.00	15.40	45.00	44.08		133
1	01/03/19	15/03/19	14	FIBRA 0 %	3785.13	34.00	16.00	15.50	45.00	44.31		133
2	15/03/19	29/03/19	14	FIBRA 0 %	3782.07	34.00	16.00	15.50	45.00	44.27		133
3	15/03/19	29/03/19	14	FIBRA 0 %	3801.44	34.00	16.00	15.50	45.00	44.50	45.23	133
4	15/03/19	29/03/19	14	FIBRA 0 %	3829.99	34.00	15.80	15.50	45.00	45.40		133
5	06/03/19	20/03/19	14	FIBRA 0 %	3917.69	34.00	15.80	15.30	45.00	47.67		133
1	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0 %	3948.28	34.00	16.00	15.20	45.00	48.06		133
2	06/03/19	03/04/19	28	FIBRA 0 %	3999.26	34.00	15.50	15.50	45.00	48.33		133
3	16/03/19	13/04/19	28	FIBRA 0 %	4067.58	34.00	15.80	15.60	45.00	47.60	45.34	133
4	16/03/19	13/04/19	28	FIBRA 0 %	3521.02	34.00	15.90	15.50	45.00	41.48		133
5	16/03/19	13/04/19	28	FIBRA 0 %	3590.36	34.00	15.70	15.80	45.00	41.22		133
1	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.03 %	3835.09	34.00	15.50	15.50	45.00	46.34		134
2	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.03 %	3930.94	34.00	16.00	15.30	45.00	47.23		134
3	14/03/19	21/03/19	7	FIBRA 0.03 %	3731.08	34.00	15.50	15.30	45.00	46.27	45.69	134
4	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	3833.05	34.00	16.00	15.50	45.00	44.87		134
5	13/03/19	20/03/19	7	FIBRA 0.03 %	3737.20	34.00	16.00	15.50	45.00	43.75		134

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecánica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del Asfalto,
 Tecnología de Pavimentos y Asfalto



Jhonatan J. Herrera Barahona
TECNICO DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
GECON VIAL
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		FECHA:	ABRIL 2019
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
UBICACION	DISTRITO: JAEN, PROVINCIA: JAEN, REGION: CAJAMARCA.		SUPERVISOR DC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JONATAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	OREZA ROEMBO AROYO

**STANDARD TEST METHOD FOR FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE (USING SIMPLE BEAM WITH THIRD-POINT LOADING).
 RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 A.S.T.M. C 78**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	fr kg/cm ²	Ancho cm	Alto cm	Longitud cm	Resistencia Máxima kg./cm ²	Resistencia Promedio kg./cm ²	Porcentaje fc
1	13/03/19	27/03/19	14	FIBRA 0.03 %	3869.76	34.00	16.00	15.20	45.00	47.11		135
2	18/03/19	01/04/19	14	FIBRA 0.03 %	3788.19	34.00	16.00	15.20	45.00	46.11		135
3	18/03/19	01/04/19	14	FIBRA 0.03 %	3841.21	34.00	16.00	15.50	45.00	44.97	45.89	135
4	18/03/19	01/04/19	14	FIBRA 0.03 %	3918.71	34.00	16.00	15.40	45.00	46.47		135
5	20/03/19	03/04/19	14	FIBRA 0.03 %	3728.02	34.00	16.00	15.30	45.00	44.79		135
1	20/03/19	17/04/19	28	FIBRA 0.03 %	4172.61	34.00	16.00	15.70	45.00	47.61		135
2	20/03/19	17/04/19	28	FIBRA 0.03 %	4045.15	34.00	16.00	15.50	45.00	47.35		135
3	19/03/19	16/04/19	28	FIBRA 0.03 %	3717.83	34.00	16.00	15.50	45.00	43.52	45.93	135
4	19/03/19	16/04/19	28	FIBRA 0.03 %	3950.32	34.00	15.80	15.80	45.00	45.07		135
5	19/03/19	16/04/19	28	FIBRA 0.03 %	4041.07	34.00	15.80	15.80	45.00	46.10		135
1	12/03/19	19/03/19	7	FIBRA 0.05 %	4180.77	34.00	16.00	15.50	45.00	48.94		142
2	12/03/19	19/03/19	7	FIBRA 0.05 %	3955.42	34.00	16.00	15.00	45.00	49.44		142
3	12/03/19	19/03/19	7	FIBRA 0.05 %	3898.31	34.00	16.00	15.50	45.00	45.64	48.23	142
4	23/03/19	30/03/19	7	FIBRA 0.05 %	4045.15	34.00	16.00	15.30	45.00	48.60		142
5	23/03/19	30/03/19	7	FIBRA 0.05 %	4145.08	34.00	16.00	15.50	45.00	48.52		142
1	23/03/19	06/04/19	14	FIBRA 0.05 %	4403.06	34.00	16.00	15.00	45.00	55.04		154
2	21/03/19	04/04/19	14	FIBRA 0.05 %	4521.35	34.00	16.00	15.50	45.00	52.93		154
3	21/03/19	04/04/19	14	FIBRA 0.05 %	4543.78	34.00	16.00	15.50	45.00	53.19	52.28	154
4	21/03/19	04/04/19	14	FIBRA 0.05 %	3915.65	34.00	16.00	15.00	45.00	48.95		154
5	26/03/19	09/04/19	14	FIBRA 0.05 %	4382.67	34.00	16.00	15.50	45.00	51.31		154

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados


LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
 INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecánica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del Asfalto
 Control de Calidad y Gerencia

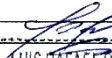

Jonatan J. Herrera Barahona
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
 DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
 GEOCON VIAL
 INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.

	GEOCON VIAL - INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.		OFICINA DE GESTION Y CONTROL DE CALIDAD	
	FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD		SECTOR :	LABORATORIO
	QCF-TC-01		FECHA:	ABRIL 2019
DATOS DEL PROYECTO			DATOS DEL PERSONAL	
PROYECTO :	RESISTENCIA Y AGRIETAMIENTO POR CONTRACCION DEL CONCRETO PARA PAVIMENTOS RIGIDOS CON INCORPORACION DE FIBRAS PET		GERENTE GENERAL :	ING. RAFAEL QUIROZ CHI
UBICACION :	DISTRITO: JAÉN, PROVINCIA: JAÉN, REGION: CAJAMARCA		SUPERVISOR QC :	ING. LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUAN
SOLICITANTE :	PEDRO JONATHAN ESQUIVEL DELGADO - MARIAN GIANELLA TICLAHUANCA MENDOZA		TECNICO DE LAB :	JONATHAN HERRERA BARAHONA
			ASISTENTE DE LAB :	DIÉZA ROSEIRO ARCOY

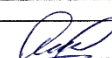
**STANDARD TEST METHOD FOR FLEXURAL STRENGTH OF CONCRETE (USING SIMPLE BEAM WITH THIRD-POINT LOADING).
 RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO
 A.S.T.M. C 78**

PROBETA N°	Fecha Fabricación	Fecha Rotura	Edad (días)	IDENTIFICACION	Carga Rotura Kg.	Fr kg/cm ²	Ancho cm	Alto cm	Longitud cm	Resistencia Máxima kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²	Porcentaje F _c
1	26/03/19	23/04/19	28	FIBRA 0.05 %	4608.02	34.00	16.00	15.50	45.00	53.94		160
2	26/03/19	23/04/19	28	FIBRA 0.05 %	4798.71	34.00	16.00	15.50	45.00	56.18		160
3	22/03/19	19/04/19	28	FIBRA 0.05 %	4604.97	34.00	15.80	15.30	45.00	56.03	54.42	160
4	22/03/19	19/04/19	28	FIBRA 0.05 %	4499.94	34.00	15.80	15.50	45.00	53.35		160
5	22/03/19	19/04/19	28	FIBRA 0.05 %	4495.86	34.00	15.80	15.60	45.00	52.62		160
1	25/03/19	01/04/19	7	FIBRA 0.07 %	3566.91	34.00	16.00	15.20	45.00	43.42		130
2	25/03/19	01/04/19	7	FIBRA 0.07 %	3856.51	34.00	16.00	15.50	45.00	45.15		130
3	25/03/19	01/04/19	7	FIBRA 0.07 %	3839.17	34.00	16.00	15.50	45.00	44.94	44.33	130
4	30/03/19	06/04/19	7	FIBRA 0.07 %	3554.67	34.00	16.00	15.00	45.00	44.43		130
5	30/03/19	06/04/19	7	FIBRA 0.07 %	3732.10	34.00	16.00	15.50	45.00	43.69		130
1	30/03/19	13/04/19	14	FIBRA 0.07 %	3820.82	34.00	16.00	15.20	45.00	46.51		134
2	27/03/19	10/04/19	14	FIBRA 0.07 %	4031.89	34.00	16.00	15.20	45.00	49.08		134
3	27/03/19	10/04/19	14	FIBRA 0.07 %	3651.55	34.00	16.00	15.30	45.00	43.87	45.60	134
4	27/03/19	10/04/19	14	FIBRA 0.07 %	3717.83	34.00	15.80	15.30	45.00	45.23		134
5	28/03/19	11/04/19	14	FIBRA 0.07 %	3652.57	34.00	15.80	15.50	45.00	43.30		134
1	28/03/19	25/04/19	28	FIBRA 0.07 %	4171.59	34.00	15.80	15.50	45.00	49.45		140
2	28/03/19	25/04/19	28	FIBRA 0.07 %	4240.93	34.00	16.00	15.50	45.00	49.65		140
3	29/03/19	26/04/19	28	FIBRA 0.07 %	3869.76	34.00	16.00	15.30	45.00	46.49	47.62	140
4	29/03/19	26/04/19	28	FIBRA 0.07 %	3955.42	34.00	15.80	15.30	45.00	48.12		140
5	29/03/19	26/04/19	28	FIBRA 0.07 %	3792.26	34.00	16.00	15.50	45.00	44.39		140

Prohibida su Reproducción Total o Parcial (INDECOP). Derechos Reservados



LUIS RAFAEL QUIROZ CHIHUÁN
INGENIERO CIVIL
 Especialista en Mecánica de Suelos,
 Tecnología del Concreto, Tecnología del
 Asfalto, Geotecnia y Pavimentos
 C.P. 223832



Jhonatan J. Herrera Barahona
TÉCNICO DE LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
GEOCON VIAL
INGENIEROS CONSULTORES E.I.R.L.