

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACIÓN DE
ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO
NIVEL FREÁTICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN”**

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

AUTORES : Bach. JHIMMY DIAZ GONZALES

: Bach. JORGE LUIS SOBERÓN SÁNCHEZ

ASESORES : Ing. WILMER ROJAS PINTADO

: Ing. ALBERTO VÁZQUEZ DIAZ

JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACIÓN DE
ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO
NIVEL FREÁTICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN”**

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

AUTORES : Bach. JHIMMY DIAZ GONZALES

: Bach. JORGE LUIS SOBERÓN SÁNCHEZ

ASESORES : Ing. WILMER ROJAS PINTADO

: Ing. ALBERTO VÁZQUEZ DIAZ

JAÉN – PERÚ, NOVIEMBRE, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 19 de noviembre del año 2019, siendo las 12:15 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg Marco Antonio Aguirre Camacho

Secretario: Mg Billy Alexis Cayatopa Calderón

Vocal: Mg Erick Mac Key Delgado Bazán, para evaluar la Sustentación de:

() Trabajo de Investigación

(☒) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado:

CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACIÓN DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREÁTICO ALTO- DISTRITO DE JAÉN,

presentado por los Bachilleres **Jhimmy Díaz Gonzales y Jorge Luis Soberón Sánchez** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(☒) Aprobar () Desaprobar (☒) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

a) Excelente	18, 19, 20	()
b) Muy bueno	16, 17	()
c) Bueno	14, 15	(<u>15</u>)
d) Regular	13	()
e) Desaprobado	12 ó menos	()

Siendo las 13:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Presidente


Secretario


Vocal

ÍNDICE

ÍNDICE.....	I
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT	XIII
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Formulación del problema	2
1.2. Justificación de la investigación	3
1.3. Formulación de la hipótesis	3
1.4. Antecedentes de la investigación	4
1.4.1. A Nivel Internacional	4
1.4.2. A Nivel Nacional	5
1.4.3. A Nivel Local	5
1.5. Bases teóricas.....	6
1.5.1. Aditivos superplastificantes.....	6
1.5.2. Aditivos antilavado.....	6
1.5.2.1. Sika Fume.....	7
1.5.3. Concreto antideslave.....	8
II. OBJETIVOS.....	9
2.1. General.....	9
2.2. Específicos	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1. Ubicación del proyecto	10
3.2. Diseño de la investigación	12

3.2.1.	Diseño experimental	12
3.3.	Instrumentos de recolección de datos	13
3.4.	Desarrollo de la investigación.....	14
3.3.	1. Selección de los componentes del concreto	15
3.3.1.1.	Cemento	15
3.3.1.2.	Agua	16
3.3.1.3.	Adición antideslave – Sika Fume.....	16
3.3.1.4.	Aditivo superplastificante - Sika ViscoCrete – 1110 PE	17
3.3.1.5.	Agregado Fino.....	17
3.3.1.6.	Agregado grueso	17
3.3.2.	Ensayos para determinar las características físicas de los agregados.....	18
3.3.2.1.	Extracción y preparación de muestras.....	18
3.3.2.2.	Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo	18
3.3.2.3.	Contenido de humedad.....	19
3.3.2.4.	Cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200.....	21
3.3.2.5.	Análisis granulométrico de los agregados.....	22
3.3.2.6.	Peso específico y absorción del agregado fino.....	27
3.3.2.7.	Peso específico y absorción del agregado grueso.	28
3.3.2.8.	Peso unitario de los agregados.	30
3.3.2.9.	Máxima compacidad de los agregados.....	32
3.3.3.	Diseño de mezcla.....	33
3.3.3.1.	Elección del valor para el ensayo de extensión de flujo	35
3.3.3.2.	Elección de la relación agua/cemento	35
3.3.3.3.	Estimación del material cementante.....	35
3.3.3.4.	Estimación del agua de diseño	36
3.3.3.5.	Estimación del aditivo superplastificante.....	37
3.3.3.6.	Elección del contenido de aire atrapado.....	37

3.3.3.7.	Volumen absoluto de la pasta.....	38
3.3.3.8.	Volumen de los agregados	39
3.3.3.9.	Corrección de los componentes del concreto por humedad.....	44
3.3.3.10.	Elaboración de testigos.....	45
3.3.4.	Elaboración del concreto.	47
3.4.5.	Ensayos en concreto fresco	48
3.4.5.1.	Peso unitario y rendimiento.....	48
3.4.5.2.	Contenido de aire en el concreto fresco método de presión.....	49
3.4.5.3.	Temperatura del concreto.....	49
3.4.5.4.	Extensión de flujo.....	50
3.4.5.5.	Embudo en V.....	51
3.4.5.6.	Caja en L.	52
3.4.5.7.	Requisitos de evaluación para la autocompactabilidad.....	53
3.4.5.8.	Método de prueba para determinar la cantidad de pérdida de finos en concreto fresco sumergido en agua	54
3.4.5.9.	Método tremie	55
3.4.6.	Ensayos en concreto endurecido.....	57
3.4.6.1.	Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio	57
3.4.6.2.	Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.	58
IV.	RESULTADOS	59
4.1.	Características físicas de los agregados	59
4.1.1.	Contenido de humedad	59
4.1.2.	Análisis granulométrico.....	60
4.1.3.	Peso específico y absorción.....	63
4.1.4.	Peso unitario	63
4.2.	Mezclas de prueba para concreto antideslave.....	65
4.2.1.	Mezcla de prueba 1.....	66

4.2.2.	Mezcla de prueba 2.....	66
4.2.3.	Mezcla de prueba 3.....	67
4.2.4.	Mezcla de prueba 4.....	67
4.2.5.	Mezcla de prueba 5.....	68
4.2.6.	Mezcla de prueba 6.....	68
4.2.7.	Mezcla de prueba 7.....	69
4.3.	Resultados de los diseños de mezcla	69
4.3.1.	Diseño concreto antideslave con 6 % de Microsílice	69
4.3.2.	Diseño concreto antideslave con 10 % de Microsílice	70
4.3.3.	Diseño concreto antideslave con 14 % de Microsílice	71
4.4.	Composición de los diseños de mezcla.....	71
4.5.	Ensayos de concreto en estado fresco	72
4.5.1.	Ensayos de temperatura, contenido de aire y peso unitario.....	73
4.5.2.	Ensayo de Extensión de Flujo (Slump Flow)	74
4.5.3.	Ensayo de Embudo en V	75
4.5.4.	Ensayo de Caja en L	76
4.5.5.	Ensayo de Pérdida de Finos.....	77
4.5.6.	Método tremie	78
4.6.	Ensayos de concreto en estado endurecido	79
4.6.1.	Ensayo de resistencia a la compresión	79
4.7.	Análisis estadístico	80
V.	DISCUSIÓN.....	81
5.1.	Discusión de los componentes del concreto.	81
5.2.	Discusión del diseño de mezclas.	81
5.3.	Discusión sobre ensayos de concreto en estado fresco	82
5.3.1.	Ensayo de contenido de aire atrapado	82
5.3.2.	Peso unitario y rendimiento.....	83

5.3.3.	Temperatura del concreto en estado fresco	83
5.3.4.	Extensión de flujo.....	83
5.3.5.	Ensayo de embudo en V	84
5.3.6.	Ensayo de la caja en L.....	84
5.4.	Discusión sobre la resistencia a la compresión del concreto	84
5.5.	Discusión sobre las mezclas de prueba.....	85
5.6.	Discusión sobre Método tremie	87
5.7.	Discusión respecto a los antecedentes	88
5.8.	Discusión del análisis estadístico.....	89
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
6.1.	CONCLUSIONES	94
6.2.	RECOMENDACIONES.....	95
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	DEDICATORIA.....	99
	AGRADECIMIENTO	100
	ANEXOS	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ensayos de laboratorio y normativa correspondiente.....	11
Tabla 2. Número de especímenes para ensayo de resistencia a la compresión.	13
Tabla 3. Número de muestras para ensayo de pérdida de finos.	13
Tabla 4. Composición química del Cemento Pacasmayo Tipo I.....	15
Tabla 5. Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo I.	15
Tabla 6. Requisitos para el agua de mezclado.....	16
Tabla 7. Límites granulométricos para el agregado fino.	23
Tabla 8. Requisitos granulométricos del agregado grueso.	25
Tabla 9. Resumen de las propiedades físicas de los componentes del concreto.	33
Tabla 10. Parámetros para el proporcionamiento de mezclas de HAC.	34
Tabla 11. Parámetros para elección del Slump Flow	35
Tabla 12. Rangos de contenido de material cementicio.	36
Tabla 13. Cantidad de material cementicio por metro cúbico de concreto.	36
Tabla 14. Cantidad de agua por metro cúbico de concreto.	37
Tabla 15. Cantidad de aditivo superplastificante por metro cúbico de concreto.....	37
Tabla 16. Contenido de aire atrapado.....	38
Tabla 17. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 6 % Microsílice.....	38
Tabla 18. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 10 % Microsílice.....	39
Tabla 19. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 14 % Microsílice.....	39
Tabla 20. Máxima compactación de los agregados.....	40
Tabla 21. Proporcionamiento de agregados – Método de Fuller.....	42
Tabla 22. Cantidad de agregados por metro cúbico de concreto.....	44
Tabla 23. Componentes del concreto por metro cúbico - CAD 6 % Microsílice.....	44
Tabla 24. Componentes del concreto por metro cúbico - CAD 10 % Microsílice.....	45
Tabla 25. Componentes del concreto por metro cúbico - CAD 14 % Microsílice.....	45
Tabla 26. Requisitos para la autocompactabilidad del concreto.	53
Tabla 27. Contenido de humedad del agregado fino.	59
Tabla 28. Contenido de humedad del agregado grueso.....	59
Tabla 29. Análisis granulométrico del agregado fino.....	60
Tabla 30. Análisis granulométrico del agregado grueso.	61
Tabla 31. Peso específico y absorción del agregado fino.....	63

Tabla 32. Peso específico y absorción del agregado grueso.....	63
Tabla 33. Peso unitario suelto del agregado fino.	63
Tabla 34. Peso unitario compactado del agregado fino.....	64
Tabla 35. Peso unitario suelto del agregado grueso.	64
Tabla 36. Peso unitario compactado del agregado grueso.....	64
Tabla 37. Mezclas de prueba para concreto antideslave.	65
Tabla 38. Diseño concreto antideslave – CAD 6% Microsílice.	69
Tabla 39. Diseño concreto antideslave – CAD 10% Microsílice.	70
Tabla 40. Diseño concreto antideslave – CAD 14% Microsílice.	71
Tabla 41. Proporcionamiento de mezclas.....	71
Tabla 42. Ensayos de temperatura, contenido de aire y peso unitario.....	73
Tabla 43. Resumen ensayo extensión de flujo.	74
Tabla 44. Resumen ensayo Embudo en V.....	75
Tabla 45. Resumen ensayo Caja en L	76
Tabla 46. Resumen de la pérdida de finos del Concreto Antideslave (CAD).....	77
Tabla 47. Resistencia a la compresión promedio del Concreto Antideslave (CAD).	79
Tabla 48. Análisis de varianza de las variables de estudio principales.	80
Tabla 49. Supuestos de normalidad e igualdad de varianza.	90
Tabla 50. Análisis de Varianza.....	91
Tabla 51. Análisis de la diferencia de medias	91
Tabla 52. Supuestos de normalidad e igualdad de varianza.	92
Tabla 53. Análisis de Varianza.....	93
Tabla 54. Análisis de la diferencia de medias	93
Tabla 55. Análisis de Varianza (ANOVA).....	161
Tabla 56. Comparaciones por parejas de Tukey.....	162
Tabla 57. Análisis de Varianza (ANOVA).....	163
Tabla 58. Comparaciones por parejas de Tukey.....	163
Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA).....	164
Tabla 60. Comparaciones por parejas de Tukey.....	164
Tabla 61. Análisis de Varianza (ANOVA).....	165
Tabla 62. Comparaciones por parejas de Tukey.....	166

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto.	10
Figura 2. Desarrollo de la investigación.	14
Figura 3. Microsílice – Adición antideslave (Sika Fume).	16
Figura 4. Aditivo Superplastificante (Sika ViscoCrete – 1110 PE).	17
Figura 5. Canteras de agregados.	17
Figura 6. Procedimiento de reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo.	18
Figura 7. Cuarteo del agregado fino.	18
Figura 8. Cuarteo del agregado grueso.	19
Figura 9. Procedimiento para contenido de humedad.	19
Figura 10. Muestra de agregado fino para determinar el contenido de humedad.	20
Figura 11. Muestra de agregado grueso para determinar el contenido de humedad.	20
Figura 12. Procedimiento para cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200.	21
Figura 13. Lavado del agregado fino por la malla N° 200.	21
Figura 14. Lavado del agregado grueso por la malla N° 200.	21
Figura 15. Procedimiento para análisis granulométrico - Agregado Fino.	22
Figura 16. Análisis granulométrico del agregado fino.	23
Figura 17. Procedimiento para análisis granulométrico - Agregado Grueso.	24
Figura 18. Análisis granulométrico del agregado grueso.	24
Figura 19. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado fino.	27
Figura 20. Peso específico y absorción del agregado fino.	27
Figura 21. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso.	28
Figura 22. Peso específico y absorción del agregado grueso.	28
Figura 23. Procedimiento para peso unitario suelto de los agregados.	30
Figura 24. Peso unitario suelto del agregado fino.	30
Figura 25. Peso unitario suelto del agregado grueso.	30
Figura 26. Procedimiento para peso unitario compactado de los agregados.	31
Figura 27. Peso unitario compactado del agregado fino	31
Figura 28. Peso unitario compactado del agregado grueso	31
Figura 29. Procedimiento para máxima compacidad de los agregados.	32
Figura 30. Máxima compacidad de los agregados.	32
Figura 31. Máxima compacidad de la combinación de los agregados.	40

Figura 32. Proporcionamiento de agregados - Método de Fuller.....	43
Figura 33. Diagrama del proceso de diseño de concreto antideslave (CAD).....	46
Figura 34. Proceso de elaboración de concreto antideslave (CAD).	47
Figura 35. Procedimiento para peso unitario y rendimiento del concreto.....	48
Figura 36. Peso unitario y rendimiento del concreto.....	48
Figura 37. Procedimiento para determinar el contenido de aire atrapado del concreto.	49
Figura 38. Contenido de aire del concreto.....	49
Figura 39. Procedimiento para determinar la temperatura del concreto.....	49
Figura 40. Temperatura del concreto.....	49
Figura 41. Procedimiento para el ensayo de extensión de flujo.	50
Figura 42. Ensayo de Extensión de flujo.....	51
Figura 43. Procedimiento para el ensayo de embudo en V.	51
Figura 44. Ensayo de embudo en V.....	52
Figura 45. Procedimiento para el ensayo de caja en L.	53
Figura 46. Ensayo de caja en L.....	53
Figura 47. Procedimiento para peso unitario y rendimiento del concreto.....	55
Figura 48. Equipos para el ensayo de evaluación de pérdida de finos.	55
Figura 49. Ensayo para la evaluación de perdida de finos.	55
Figura 50. Procedimiento de vaciado de concreto por el método tremie.	56
Figura 51. Equipos para método tremie.....	56
Figura 52. Procedimiento de elaboración y curado de especímenes de concreto.....	57
Figura 53. Elaboración y curado de especímenes.....	57
Figura 54. Procedimiento para evaluar la resistencia a la compresión de concreto.	58
Figura 55. Resistencia a la compresión del concreto.....	58
Figura 56. Curva granulométrica del agregado fino.....	62
Figura 57. Curva granulométrica del agregado grueso.....	62
Figura 58. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 1.....	66
Figura 59. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 2.....	66
Figura 60. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 3.....	67
Figura 61. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 4.....	67
Figura 62. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 5.....	68
Figura 63. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 6.....	68
Figura 64. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 7.....	69

Figura 65. Composición de las mezclas de concreto antideslave.....	72
Figura 66. Peso unitario y contenido de aire vs dosificación de Microsílice.	73
Figura 67. Peso unitario y temperatura vs dosificación de Microsílice.....	74
Figura 68. Escurrimiento y viscosidad vs dosificación de Microsílice.	75
Figura 69. Capacidad de relleno vs dosificación de Microsílice.	76
Figura 70. Factor de bloqueo y capacidad de paso vs dosificación de Microsílice.....	77
Figura 71. Pérdida de finos vs dosificación de Microsílice.....	78
Figura 72. Proceso de vaciado – método tremie (CAD).	78
Figura 73. Resistencia a la compresión.	79
Figura 74. Prueba de normalidad.....	161
Figura 75. Prueba de igualdad de varianzas.	161
Figura 76. Prueba de normalidad.....	162
Figura 77. Prueba de igualdad de varianzas.	162
Figura 78. Prueba de normalidad.....	163
Figura 79. Prueba de igualdad de varianzas.	164
Figura 80. Prueba de normalidad.....	165
Figura 81. Prueba de igualdad de varianzas.	165

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.....	102
ANEXO 2.....	116
ANEXO 3.....	118
ANEXO 4.....	126
ANEXO 5.....	128
ANEXO 6.....	143
ANEXO 7.....	154
ANEXO 8.....	160

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se buscó encontrar una solución frente a la problemática de vaciado de concreto en un medio con presencia de agua, lo que ocasiona problemas tales como lavado de finos y como consecuencia resistencias muy por debajo a las que se diseñó el concreto. Con el propósito de reducir estos efectos se recurrió a la adición de Microsílice el cual otorga una mayor cohesión y viscosidad en el concreto, así mismo se incorporó aditivo superplastificante para darle al concreto la propiedad de autocompactarse por acción de su propio peso sin alterar la relación a/c. Optándose por el método tremie como método de vaciado de concreto bajo el agua.

Se partió de un estudio cuidadoso de los componentes que formaron el concreto, además se siguió la metodología de diseño propuesta por el ACI 237R-07, con la optimización de la pasta y el esqueleto granular por separado, realizando mezclas de prueba para posteriormente establecer los diseños adecuados.

Se trabajó con tres porcentajes de adición de Microsílice: 6%, 10% y 14% en peso del material cementante manteniendo la misma relación a/c de 0.45, evaluando propiedades como fluidez, viscosidad, capacidad de relleno, capacidad de paso, pérdida de finos y finalmente la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. Se pudo concluir que a mayor adición de Microsílice el concreto tiene un buen desempeño bajo el agua observándose una mínima pérdida de finos; así mismo la resistencia a la compresión se incrementa notablemente proporcionalmente al incremento de la microsílice.

Palabras clave: Concreto Antideslave, Viscosidad, Microsílice, Pérdida de finos, Tremie

ABSTRACT

In this research work, we sought to find a solution to the problem of emptying concrete in a medium with water, which causes problems such as washing of fines and as a result resistances well below those designed for concrete. With the purpose of reducing these effects, the addition of Microsilica was used, which gives greater cohesion and viscosity in the concrete, and superplasticizer additive was added to give the concrete the property of self-compacting by the action of its own weight without altering the relationship a/c. Choosing the tremie method as a method of emptying concrete underwater.

It was based on a careful study of the components that formed the concrete, in addition the design methodology proposed by the ACI 237R-07 was followed, with the optimization of the paste and the granular skeleton separately, making test mixtures to subsequently establish the suitable designs.

We worked with three percentages of addition of Microsilica: 6%, 10% and 14% by weight of the cementitious material maintaining the same a / c ratio of 0.45, evaluating properties such as fluidity, viscosity, filling capacity, passage capacity, loss of fine and finally the compressive strength at 7, 14 and 28 days. It could be concluded that the greater the addition of Microsilica the concrete has a good performance under water, observing a minimum loss of fines; Likewise, the compressive strength increases markedly in proportion to the increase in microsilica.

Keywords: Anti-slip Concrete, Viscosity, Microsilica, Loss of fines, Tremie.

I. INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción actual ha ido exigiendo materiales de mejor desempeño, lo cual ha motivado al desarrollo de concretos con requerimientos especiales capaces de afrontar las exigencias que se requieren. Es así que la ingeniería incursiona y se inmiscuye en la temática del mundo de la construcción, asumiendo nuevos retos con el firme propósito de ofrecer una mejor calidad y garantizar seguridad en las estructuras.

Dentro de los hormigones de altas prestaciones hay un tipo que en los últimos años está aumentando su presencia en la construcción de grandes infraestructuras. Este hormigón es el denominado como sumergible, o más comúnmente, sumergido el cual ha sido utilizado en la construcción desde la antigüedad, ante la imposibilidad o inconveniencia de conseguir un recinto seco para su puesta en obra. No obstante, esta utilización se ve perjudicada por el lavado de las partículas de cemento produciendo un deterioro de sus propiedades, incluyendo una disminución de su resistencia a compresión, así como de la adherencia entre hormigón y armaduras (Bernardo, Vicente, Gonzáles y Martínez, 2015).

Hace muchos años que las construcciones bajo agua utilizan el concreto como principal material estructural, pero en general su diseño ha considerado que existan pérdidas de resistencia derivadas del lavado de finos (cementantes y agregados finos) durante el contacto con el agua. Siendo así, las mezclas suelen sobrediseñarse; por consiguiente, aumentan su costo y la incertidumbre sobre el comportamiento final del concreto (Zanelli y Fernandez, 2104).

La presente investigación se realizó con el propósito de evaluar la aplicabilidad del concreto antideslave para ser usado en terrenos con nivel freático alto en el distrito de Jaén; esto mediante un diseño optimizado del concreto al que se le adiciono Microsílice (SF) a diferentes proporciones (6%, 10% y 14%) en peso del cemento, acompañado de un aditivo superplastificante debido a la elevada superficie específica de la Microsílice, evitando así

incrementos significativos de agua y por ende cambios en la relación a/c; para evaluar luego el comportamiento del concreto en estado fresco y estado endurecido, acompañada de una metodología de colocación de concreto poco usual en nuestro medio denominada tremie, previendo dar salvedad a este problema.

1.1. Formulación del problema

La ciudad de Jaén presenta un cierto ángulo de inclinación por lo que el agua subterránea tiende a moverse continuamente hacia los niveles bajos por acción de la gravedad, presentando nivel freático alto con respecto a las zonas más altas. Debido a ello se encuentran sectores que presentan dificultades al momento de la realización de una construcción

Como consecuencia al realizar una excavación para la realización de una estructura y cualquier otro elemento que se requiere necesariamente construir por debajo de dicho nivel, se encuentra agua a poca profundidad, lo que dificulta poder realizar la colocación de un concreto de cimentación (zapatas, vigas de cimentación, plateas de cimentación, pilotes, muros pantalla, estribos, etc.)

La presencia de agua trae problemas en el concreto como es el lavado de materiales cementantes y agregados finos, aumento de la relación agua cemento (a/c), aumento de la segregación, disminución de la viscosidad y cohesión, lo que nos lleva a concretos de muy baja calidad y además de altos costos (Macedo y Miranda, 2016), haciendo de este un producto que no cumple con los requerimientos y exigencias para el medio al que estará expuesto.

La forma más práctica y usada para lograr eliminar el agua de la zona de construcción es mediante la instalación de sistemas de bombas o construcción de drenes; lo cual implica costos y dificultad, suponiendo un costo adicional en la ejecución de un proyecto, con agravantes de la ocurrencia de asentamientos de construcciones vecinas.

Frente a este contexto surge la siguiente interrogante, ¿Es posible elaborar concreto antideslave con incorporación de aditivos para vaciado en estructuras bajo nivel freático alto en el distrito de Jaén?

1.2. Justificación de la investigación

El Grupo DYWIDAG-SYSTEMS INTERNATIONAL(DSI) responsable de la construcción del centro comercial Mega Plaza Jaén refiere que en la zona se encontraron varias fuentes de flujo de agua con el nivel freático a niveles bien superficiales. Adicionalmente a esto la empresa ZER GEOSYSTEM PERU S.A.C. encargada del Estudio de Suelos con Fines de Cimentación y Pavimentación Mega Plaza – Jaén refiere que existe nivel freático a un 1m de profundidad.

Por su parte la empresa MAGMA SERVICIOS GENERALES DE INGENIERIA S.A.C, encargada del Estudio de Mecánica de Suelos con Fines de Cimentación para el Proyecto: Construcción e Implementación del Hospital Categoría II-2, Hospital Jaén llego a la conclusión que existe presencia de nivel freático a partir de los 2.00 m de profundidad.

Ante lo anteriormente expuesto con esta investigación se pretendió realizar un análisis del efecto producido al incorporar aditivos en el concreto, de modo de obtener un concreto con mejores propiedades para lograr su colocación en presencia de agua y ofrecer una solución de un diseño con parámetros aceptables. Adicionalmente se difunde la aplicación de nuevas tecnologías de colocación de concreto especiales, hablamos pues del método tremie; método poco tradicional en la ciudad de Jaén.

Los usuarios que se verán beneficiados con la realización de esta investigación serán todas aquellas personas involucradas o inmiscuidas en el oficio de la construcción, donde se lleve a cabo la ejecución de una determinada obra (estructuras sometidas a condiciones antes mencionadas) en terrenos donde existe un nivel freático alto, pretendiendo contribuir a la solución de dicha problemática mediante la obtención de un concreto, con mejores características y propiedades.

1.3. Formulación de la hipótesis

Mediante la incorporación de aditivos en proporciones adecuadas es posible obtener un concreto antideslave para vaciado en estructuras bajo nivel freático alto en el Distrito de Jaén logrando disminuir la pérdida de finos y aumentar la resistencia a la compresión del concreto.

1.4. Antecedentes de la investigación

1.4.1. A Nivel Internacional

kumar (1999) sostiene:

En Alemania Occidental, donde el objetivo inicial era desarrollar hormigón subacuático antilavado, se usaron superplastificantes para mejorar la fluidez de las mezclas rígidas sin alterar la relación de agua a material cementante (a/mc). Puesto que es posible realizar ambos objetivos simultáneamente, ahora las mezclas de superplástico se usan en todo el mundo con el fin de obtener alta resistencia, alta fluidez y alta durabilidad. (p.69)

Sonebi y Khayat (2001) afirman:

El concreto destinado a la colocación y reparación bajo el agua se debe adaptar para lograr un buen equilibrio entre las propiedades reológicas y mecánicas que tienen una relación directa con el rendimiento. La resistencia del hormigón a la dilución y segregación del agua está dictada por su composición y propiedades reológicas. Entre las medidas efectivas para minimizar el lavado y la segregación se encuentra la incorporación de un aditivo antilavado (AWA). Con la adición combinada de AWA y un agente reductor de agua de alto rango (HRWR), se puede obtener concreto fluido pero viscoso para asegurar una alta estabilidad de la mezcla fresca. Dadas las características de flujos superiores y la resistencia a la segregación, el agregado grueso y el mortero tienden a fluir en su lugar en una suspensión homogénea. (p.233)

Bernardo et al. (2015) refieren:

Que el empleo de hormigones sumergidos data de tiempos tan remotos como los de la civilización romana. A mediados del siglo xx los esfuerzos se centraron en mejorar la técnica de vertido de hormigones convencionales para evitar su degradación debido al contacto con el agua. Así se desarrollaron numerosos métodos de puesta en obra que han llegado a nuestros días (tubo tremie, hidroválvula, bombeo, bolsas de hormigón, vertido en lámina, vertido mediante cubo). Sin embargo, no fue demasiada la atención prestada al hormigón en sí, utilizando mezclas diseñadas para su empleo en condiciones secas. A partir de los años setenta se comenzó a trabajar en el desarrollo de dosificaciones de hormigón especialmente preparadas para la puesta en obra sumergida. Los trabajos iniciales se desarrollaron en

Alemania Occidental y muestran el empleo por primera vez de los conocidos como aditivos antilavado. (p.226)

1.4.2. A Nivel Nacional

Macedo y Miranda (2016) en su investigación “Diseño de concreto antideslave para vaciados en zonas con presencia de nivel freático alto con uso de aditivos, en la ciudad de Arequipa”, adicionaron al concreto proporciones de 5%, 10% y 15% de microsílíce en peso del cemento, concluyendo luego de aplicados los aditivos, que el concreto obtiene resistencias superiores a las mezclas de línea base, así como de diseño; además de disminuir la cantidad de material desprendido de la mezcla de tal forma que aminoró la posibilidad de degradar el concreto.

Gómez (2017) en su investigación “Resistencia a compresión axial de un concreto $F'_{C}=210$ kg/cm² con la incorporación de aditivo anti-deslave”, adicionó porcentajes de 8%, 10% y 12% de aditivo en peso del cemento, obteniendo como resultados que con los porcentajes del aditivo y en todas las edades la resistencia a compresión axial disminuye, lográndose evidenciar la menor pérdida de resistencia con el porcentaje del 10% del peso del cemento, dando un 2.23% menos que la resistencia de los especímenes patrón.

1.4.3. A Nivel Local

A nivel local no se han realizado investigaciones respecto al concreto antideslave.

1.5. Bases teóricas

1.5.1. Aditivos superplastificantes

Son reductores de agua-plastificantes especiales en que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente. A nivel mundial han significado un avance notable en la Tecnología del Concreto pues han permitido el desarrollo de concretos de muy alta resistencia. En la actualidad existen los llamados de tercera generación, que cada vez introducen mejoras adicionales en la modificación de las mezclas de concreto con reducciones de agua que no se pensaba fueran posible de lograrse unos años atrás. (Pasquel, 1998, p.120)

Los superplastificantes basados en policarboxilatos actúan sobre las partículas de cemento impidiendo la floculación, mediante repulsión estérica y otorgándole a la pasta de cemento una alta fluidez y una elevada capacidad de dispersión. La fluidez que se consigue en la pasta, con el superplastificante, se logra con una mínima disminución de su viscosidad si se compara con el drástico descenso de la fluidez añadiendo agua a la mezcla. Por otro lado, está el hecho de producir un concreto con menor cantidad de agua, mediante el uso de estos aditivos, lo que significa lograr mayores resistencias, menor permeabilidad y concretos más duraderos. (Santa Cruz, 2014)

1.5.2. Aditivos antilavado

The concrete Society refiere que los aditivos antilavado de hormigón bajo el agua aumentan la cohesión del hormigón de una manera que reduce significativamente el lavado de material cementoso y arena del hormigón fresco colocado bajo el agua. Los aditivos antilavado a menudo se usan junto con superplastificantes para producir concreto autonivelante que fluye para ayudar a la colocación y compactación bajo el agua.

Los aditivos antilavado tienen la propiedad de aumentar la viscosidad y la cohesión de la mezcla de hormigón mediante la retención de agua a base de formar cadenas con ella, reduciendo por tanto el agua libre y mejorando la resistencia a la segregación. Esto limita el daño por lavado que la puesta en obra sumergida puede producir en la mezcla (Bernardo et al., 2015).

1.5.2.1. Sika Fume

El American Concrete Institute (ACI) define el silica fume como sílice no cristalina muy fina producida en hornos de arco eléctrico como un subproducto de la producción de silicio elemental o aleaciones que contienen silicio. Por lo general, es un polvo de color gris, algo similar al cemento Portland o algunas cenizas volantes. El humo de sílice generalmente se clasifica como un material cementoso suplementario.

Propiedades de Sika Fume en el concreto fresco

a. Aumento de la cohesión

Holland (2005) refiere que el concreto fresco hecho con humo de sílice es más cohesivo y por lo tanto menos propenso a la segregación que el concreto sin humo de sílice. Para compensar este aumento de la cohesión durante el planeo, el concreto de humo de sílice generalmente se coloca a 40 - 50 mm de mayor asentamiento que el concreto sin humo de sílice en la misma ubicación. (p.17)

b. Reducción del sangrado

Holland (2005) afirma que debido a la gran área de superficie del humo de sílice y el contenido de agua generalmente muy bajo del hormigón con humo de sílice, habrá muy poco o ningún sangrado. Una vez que se alcanza un contenido de humo de sílice de aproximadamente cinco por ciento, no habrá hemorragia en la mayoría de los hormigones. (p.18)

Propiedades de Sika Fume en el concreto endurecido

a. Propiedades mecánicas mejoradas

Holland (2005) sostiene que el humo de sílice ganó atención inicial en el mercado de concreto debido a su capacidad de producir concreto con una resistencia compresiva muy alta. También se ven mejoradas otras propiedades mecánicas, como el módulo de elasticidad

o la resistencia a la flexión. Aunque el concreto se ha especificado para aprovechar las mejoras en estas otras propiedades, la propiedad de mayor interés es ciertamente la resistencia a la compresión. (p.21)

b. Permeabilidad reducida

Holland (2005) refiere. “En muchas situaciones, la durabilidad del concreto está directamente relacionada con su permeabilidad. Esta contribución del humo de sílice es para reducir la permeabilidad del concreto” (p.21).

1.5.3. Concreto antideslave

Son hormigones capaces de ser puestos bajo el agua cumpliendo al menos dos premisas: ser capaces de fluir adecuadamente hasta rellenar el molde o área objetivo, sin dejar huecos y autonivelándose en ausencia de vibración externa, así como sin mostrar signos de segregación o lavado; ser capaces de mantener intactas o escasamente alteradas las propiedades mecánicas mostradas cuando son ejecutados en condiciones no sumergidas una vez han sido vertidos bajo el agua, proceso durante el cual entra en contacto con ella a lo largo de una cierta distancia y a una determinada velocidad relativa (Bernardo et al., 2015).

Es un concreto altamente cohesivo con propiedades hidrófobas; es decir que tiene repulsión al agua y baja permeabilidad lo que permite una reducción importante de la porosidad capilar. Impide la penetración del agua en el elemento estructural evitando la pérdida de finos: pasta y agregado fino; haciéndolo ideal para su utilización en ambientes donde el concreto estará en contacto con el agua durante su colocación. (CEMEX, 2019)

Es aquel concreto cuya cohesividad y viscosidad conseguida a través de la incorporación de algún material o proceso, inhibe el efecto que el agua produce cuando entra en contacto con este, para evitar el lavado y dispersión de las fracciones finas, produciendo daño en la calidad del concreto, aumento significativo de la contaminación ambiental en el lugar de vaciado, aumento de costos e incertidumbre en los resultados obtenidos, afectando durabilidad, costos, confiabilidad de la resistencia. (Macedo y Miranda, 2016)

II. OBJETIVOS

2.1. General

Elaborar concreto antideslave con incorporación de Microsílice (Sika Fume) y aditivo superplastificante (Sika Viscocrete 1110 - PE) mediante ensayos en condiciones de laboratorio para ser usado en estructuras bajo nivel freático alto.

2.2. Específicos

- Realizar los diseños de mezclas con las proporciones de 6%, 10% y 14% de Microsílice (adición antideslave) y aditivo superplastificante en peso de cemento.
- Preparar el concreto antideslave con las dosificaciones que se determinó en el diseño de mezcla y evaluar sus propiedades de autocompactabilidad mediante ensayos tales como: Extensión de Flujo, Embudo V y Caja en L.
- Evaluar la pérdida de finos del concreto antideslave en todas sus proporciones consideradas en los diseños de mezcla.
- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto antideslave en todas sus proporciones consideradas en los diseños de mezcla.
- Presentar un diseño de mezcla de concreto antideslave, estableciendo la mejor dosificación porcentual de adición de Microsílice, aditivo superplastificante, material cementante y esqueleto granular con los que se obtenga mejores resultados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del proyecto

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

Se detectaron sectores de la ciudad que presentan nivel freático elevado, siendo este el problema por lo que se surge la investigación ya que dificulta el proceso de construcción de cualquier estructura que se requiera realizar por debajo de dicho nivel.

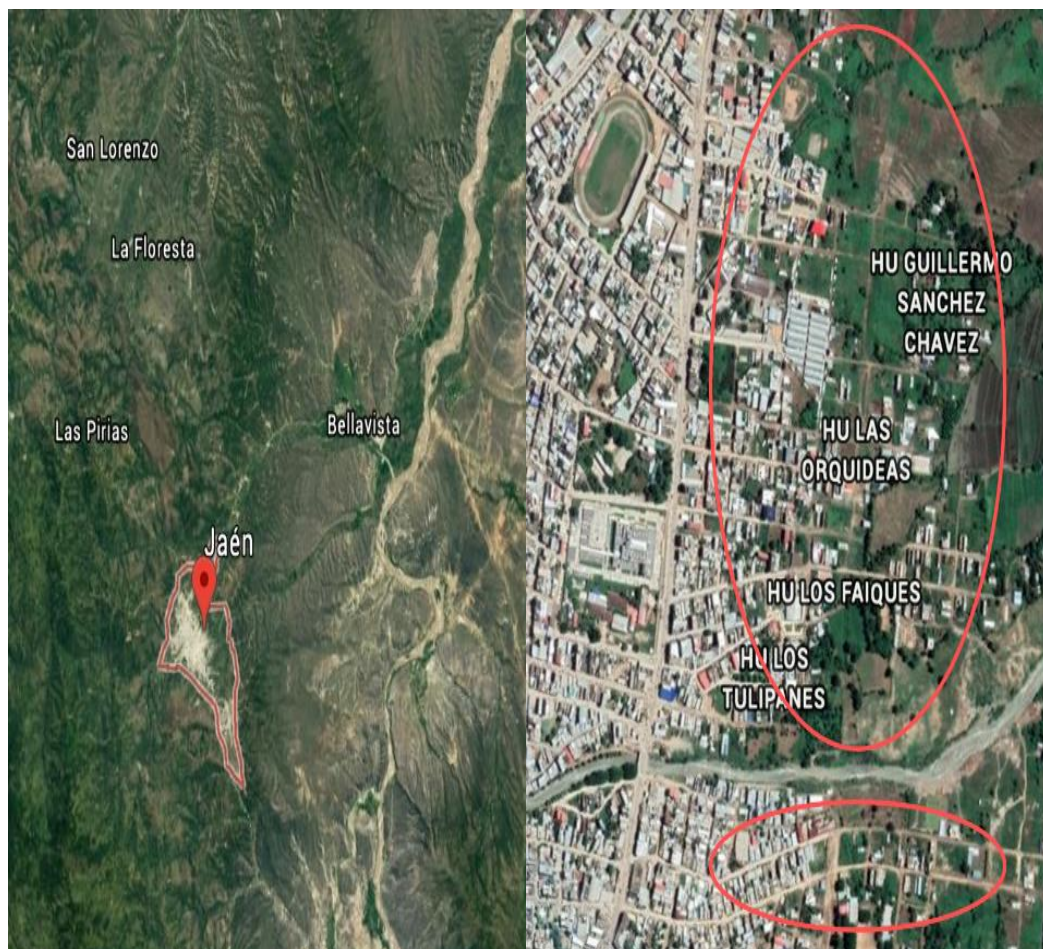


Figura 1. Ubicación del proyecto.

Materiales:

Cemento, agua potable, Microsílice (adición antideslave), aditivo superplastificante, agregado fino y agregado grueso.

Las características y selección de dichos materiales se detallarán más adelante.

Métodos:

Los métodos son todos aquellos ensayos que se realizaron tanto para determinar las propiedades físicas de los agregados, como aquellos ensayos para determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto antideslave.

Tabla 1. Ensayos de laboratorio y normativa correspondiente.

ENSAYO	REFER. NORMATIVA	
1. Muestreo para materiales de construcción	NTP	400.01
2. Análisis Granulométrico del agregado fino, grueso	NTP	400.012
3. Peso unitario de los agregados	NTP	400.017
4. Gravedad específica y absorción del agregado grueso	NTP	400.021
5. Gravedad específica y absorción del agregado fino	NTP	400.022
6. Contenido de humedad	NTP	339.127
7. Peso unitario y Rendimiento del concreto fresco	NTP	339.046
8. Contenido de aire en el concreto fresco	NTP	339.083
9. Temperatura del concreto	NTP	339.184
10. Extensión de flujo	UNE	83361
11. Embudo en V	UNE	83364
12. Caja en L	UNE	83363
13. Pérdida de finos	CRD	C61 – 89 A
14. Método de colocación Tremie	-	-
15. Elaboración y curado de especímenes de concreto	NTP	339.183
16. Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	NTP	339.034

Fuente: Elaboración Propia.

Variables

Variable Dependiente

Propiedades físicas y mecánicas del concreto

Variable independiente

Aditivo antideslave (Microsílice)

Variable Interviniente

Aditivo Superplastificante

3.2. Diseño de la investigación

Es una investigación aplicada, explicativa, experimental y cuantitativa.

3.2.1. Diseño experimental

El diseño experimental que corresponde fue un Diseño completamente al azar (DCA), con 3 tratamientos (concreto con adición de microsílice al: 6%, 10% y 14% en peso del material cementante) realizando 10 muestras por adición para cada edad (7,14,28 días), haciendo un total de 90 unidades experimentales para la evaluación de la resistencia a la compresión.

Asimismo, con los mismos tratamientos (6%, 10% y 14% de adición de microsílice) se realizó 6 muestras por adición haciendo un total de 18 unidades experimentales para la evaluación de la pérdida de finos.

Tabla 2. Número de especímenes para ensayo de resistencia a la compresión.

Número de especímenes de concreto con adición de microsilíce									
Edad de Rotura	7 días			14 días			28 días		
Tratamientos	6%	10%	14%	6%	10%	14%	6%	10%	14%
Cantidad de especímenes	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Elaboración propia.

Tabla 3. Número de muestras para ensayo de pérdida de finos.

Número de muestras de concreto con adición de microsilíce			
Tratamientos	6%	10%	14%
Cantidad de muestras	6	6	6

Elaboración propia.

3.3. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de los datos se recurrió a la utilización de formatos elaborados acorde con el tipo de ensayo y normativa correspondiente con el propósito de llevar un adecuado y correcto registro de los mismos para su posterior procesamiento, análisis y discusión.

3.4. Desarrollo de la investigación.

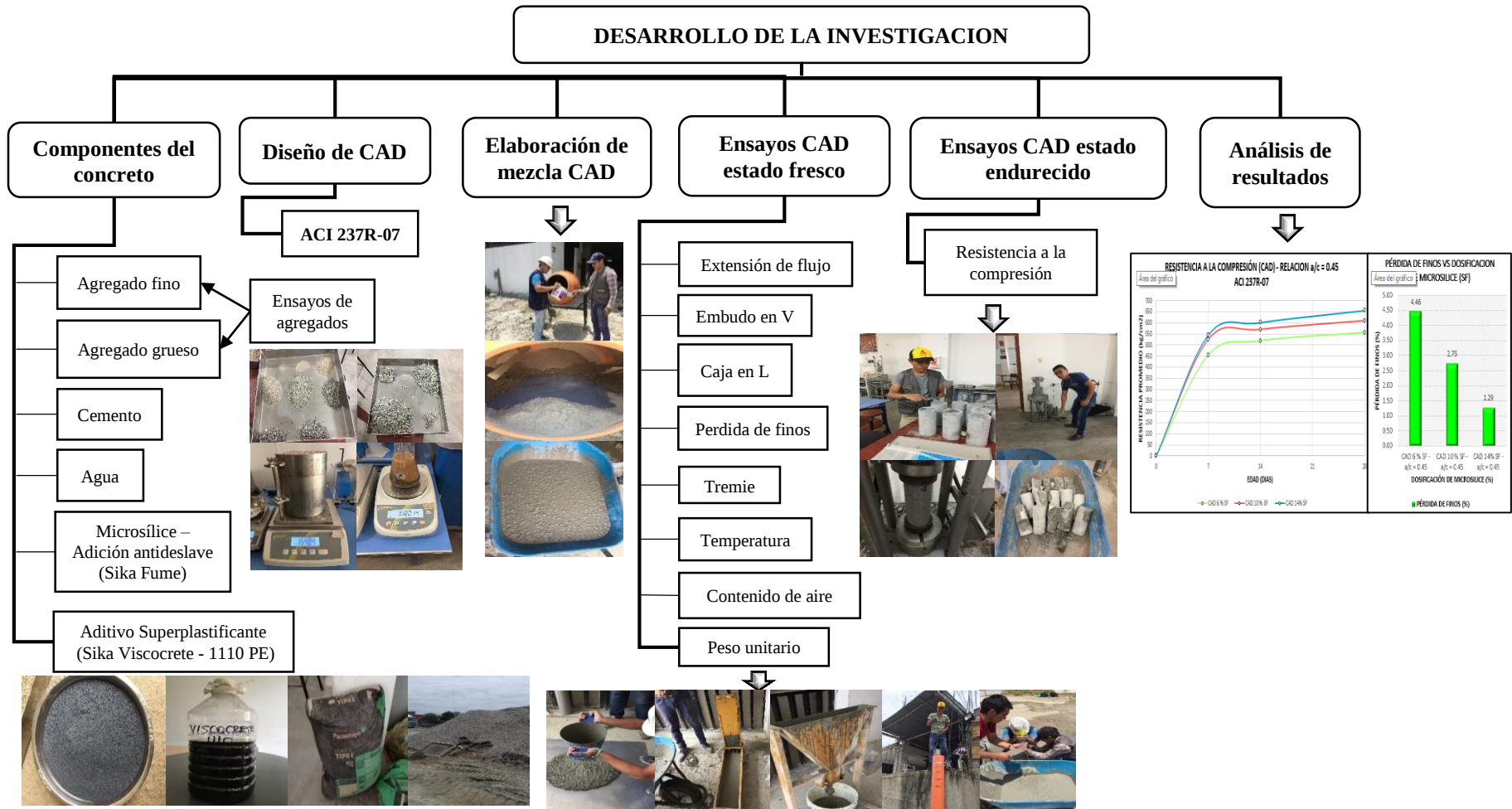


Figura 2. Desarrollo de la investigación.

3.3.1. Selección de los componentes del concreto

3.3.1.1.Cemento

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

Tabla 4. Composición química del Cemento Pacasmayo Tipo I.

Composición química		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

Fuente: Cementos Pacasmayo.

Tabla 5. Propiedades Físicas del Cemento Pacasmayo Tipo I.

Propiedades físicas		CPSAA	Requisito NTP 334.009/ ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA
Resistencia Compresión:			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Máximo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat:			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Fuente: Cementos Pacasmayo.

3.3.1.2. Agua

El agua que ha de ser empleada en la preparación del concreto deberá cumplir con los requisitos de la Norma NTP 339.088 y ser de preferencia, potable.

Tabla 6. Requisitos para el agua de mezclado.

Descripción	Valor Máximo Admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales Solubles	150 ppm
PH	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia Orgánica	10 ppm

Fuente: NTP 339.088.

3.3.1.3. Adición antideslave – Sika Fume

Esta adición fue proporcionada por la empresa SIKA, la cual es una adición en polvo fino, color gris, con base en microsílica, que permite aumentar las resistencias mecánicas y químicas de hormigones y morteros endurecidos. Las características del producto se detallan en ANEXO 3 (Ficha técnica).



Figura 3. Microsílice – Adición antideslave (Sika Fume).

3.3.1.4. Aditivo superplastificante - Sika ViscoCrete – 1110 PE

Este aditivo fue proporcionado por la empresa SIKa, el cual es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Las características del producto de detallan en ANEXO 3 (Ficha técnica).



Figura 4. Aditivo Superplastificante (Sika ViscoCrete – 1110 PE).

3.3.1.5. Agregado Fino

El agregado fino utilizado se obtuvo de la cantera “Josecito”, ubicada en la carretera Jaén - Chamaya, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca.

Coordenadas UTM según Datum WGS-84: NORTE: 9355642 y ESTE: 748276

3.3.1.6. Agregado grueso

El agregado grueso utilizado se obtuvo de la cantera “Santa Rosa”, ubicada en la carretera Jaén – San Ignacio, distrito de Jaén, provincia de Jaén, departamento de Cajamarca. Se consideró conveniente trabajar con un TMN de 1/2”.

Coordenadas UTM según Datum WGS-84: NORTE: 9374520 y ESTE: 749836



Figura 5. Canteras de agregados.

3.3.2. Ensayos para determinar las características físicas de los agregados

3.3.2.1. Extracción y preparación de muestras

Normativa: NTP 400.010

Se realiza con el propósito de obtener muestras que denoten la naturaleza y condiciones del material al cual representan. La investigación preliminar y el muestreo de potenciales canteras de agregados, ocupan un lugar muy importante porque ella determina la conveniencia de su utilización.

3.3.2.2. Reducción de las muestras de agregados a tamaño de ensayo

Normativa: NTP 400.043

Procedimiento: El procedimiento es el mismo para el agregado fino y agregado grueso.

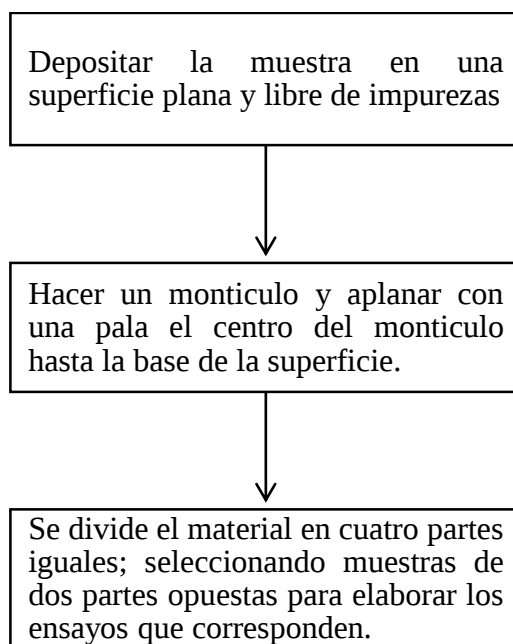


Figura 6. Procedimiento de reducción de muestras de agregados a tamaño de ensayo.



Figura 7. Cuarteo del agregado fino.



Figura 8. Cuarteo del agregado grueso.

3.3.2.3. Contenido de humedad

Normativa: NTP 339.185

Los agregados generalmente se encuentran húmedos y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla.

Procedimiento: El procedimiento es el mismo para el agregado fino y agregado grueso.

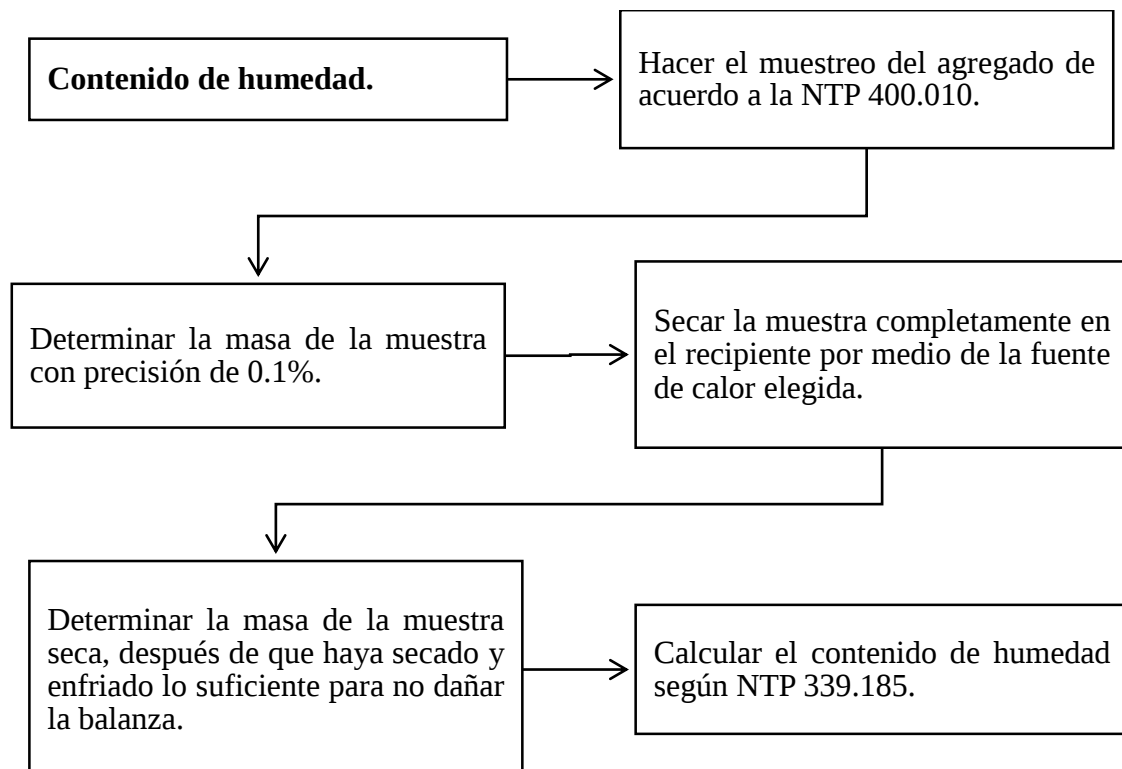


Figura 9. Procedimiento para contenido de humedad.



Figura 10. Muestra de agregado fino para determinar el contenido de humedad.



Figura 11. Muestra de agregado grueso para determinar el contenido de humedad.

Cálculos:

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

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 gramos.

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

Normativa: NTP 339.132

Procedimiento: El procedimiento es el mismo para el agregado fino y agregado grueso.

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

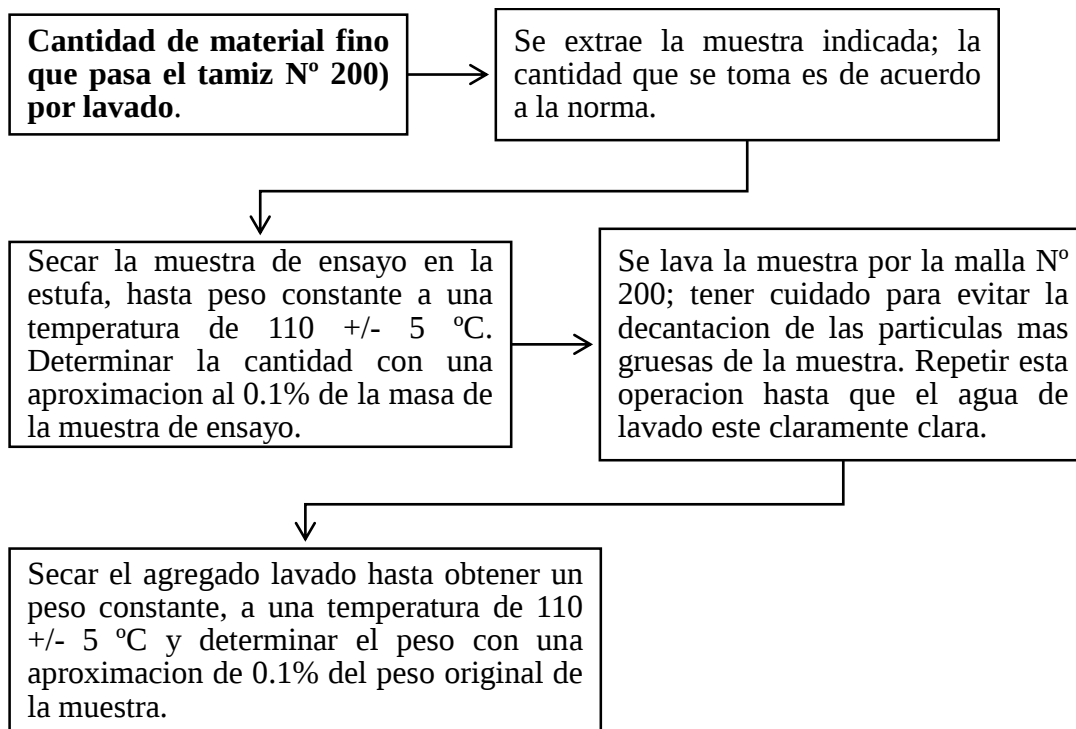


Figura 12. Procedimiento para cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200.



Figura 13. Lavado del agregado fino por la malla N° 200.



Figura 14. Lavado del agregado grueso por la malla N° 200.

Cálculos:

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

Donde:

A = Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200

3.3.2.5. Análisis granulométrico de los agregados

Normativa: NTP 400.012

Procedimiento para el agregado fino:

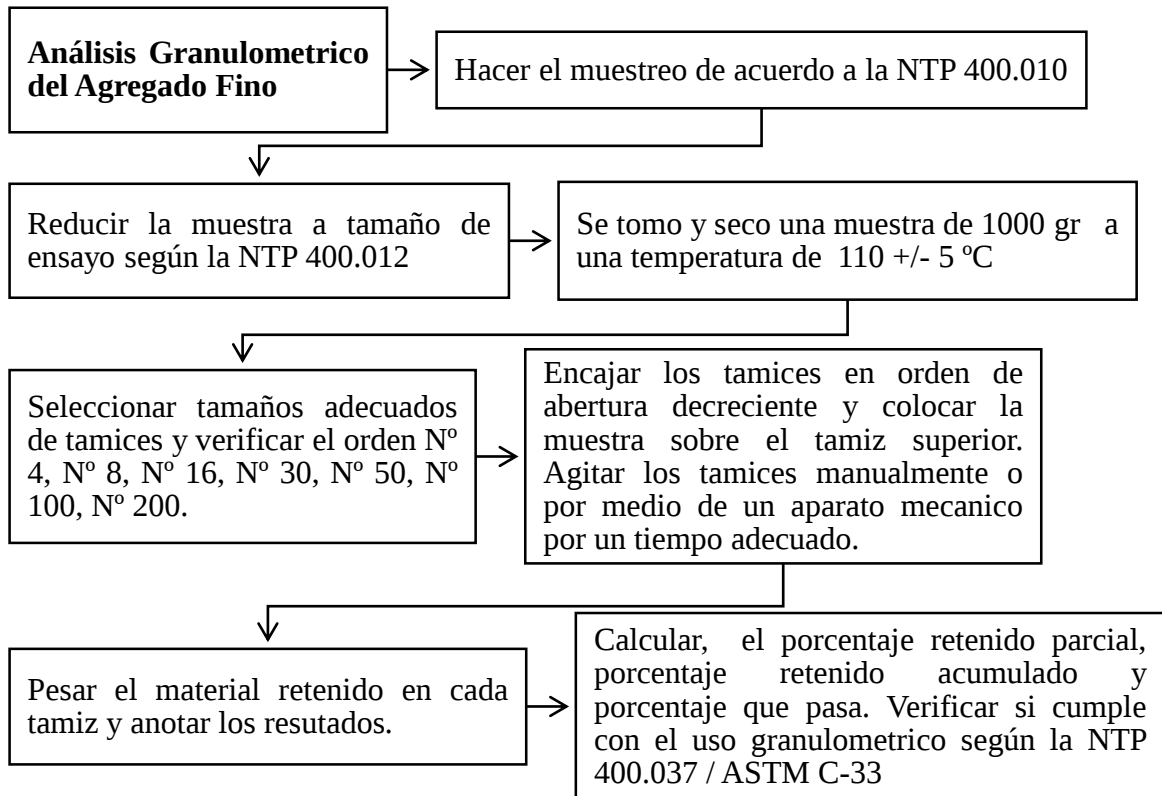


Figura 15. Procedimiento para análisis granulométrico - Agregado Fino.

Tabla 7. Límites granulométricos para el agregado fino.

Tamiz n°	Porcentaje de peso (masa) que pasa			
	Límites totales	C	M	F
3/8"	100	100	100	100
N° 4	89 – 100	95 – 100	89 – 100	89 – 100
N° 8	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
N° 16	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 – 100
N° 30	25 – 100	25 – 60	25 – 80	55 – 100
N° 50	5 – 70	10 – 30	5 – 48	5 – 70
N° 100	0 – 12	2 – 10	0 - 12	0 – 12

Fuente: ASTM C-33.



Figura 16. Análisis granulométrico del agregado fino.

Procedimiento para el agregado grueso:

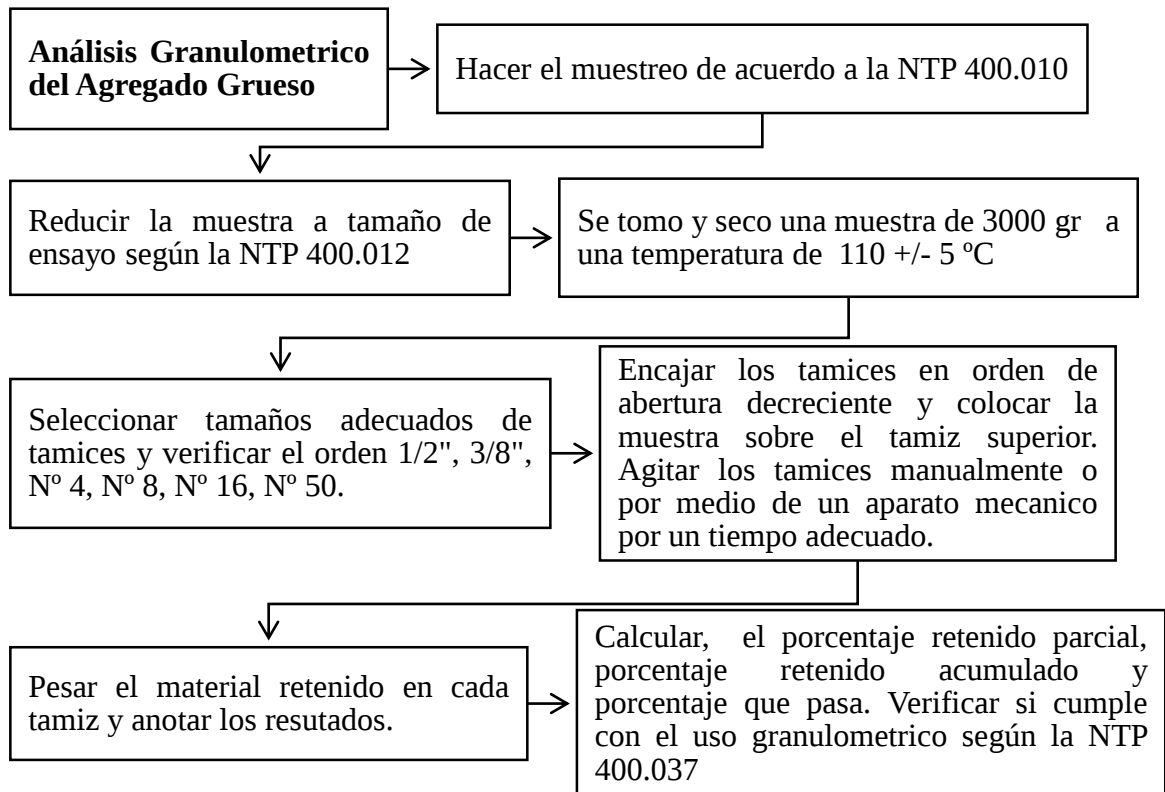


Figura 17. Procedimiento para análisis granulométrico - Agregado Grueso.



Figura 18. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tabla 8. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa por 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 1/2 pulg)	100	90 a 100	-----	26 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 15	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2	63 mm a 37.5 mm (3 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 15	-----	-----	-----	-----	-----
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 1/4 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 9.5 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	25.0 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. 0 mm 4.75 mm (3/4 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	-----
8.9	9.5 mm a 1.18 mm 3/8 pulg a N° 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 4000.037 Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.

Cálculos:

A. Módulo de fineza

El módulo de fineza es un índice de la finura del agregado, que se obtiene a partir del análisis granulométrico sumando los porcentajes retenidos acumulados de material en cada uno de los tamices especificados: (3", 1 ½", 3/4", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100) y dividido por 100.

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

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

Donde:

MF_{af} = Modulo de fineza del agregado fino

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

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

Donde:

MF_{ag} = Modulo de fineza del agregado grueso

B. Tamaño máximo

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

C. Tamaño máximo nominal

De acuerdo a la NTP 400.037 es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre 5% y 10%.

3.3.2.6. Peso específico y absorción del agregado fino

Normativa: NTP 400.022

Procedimiento:

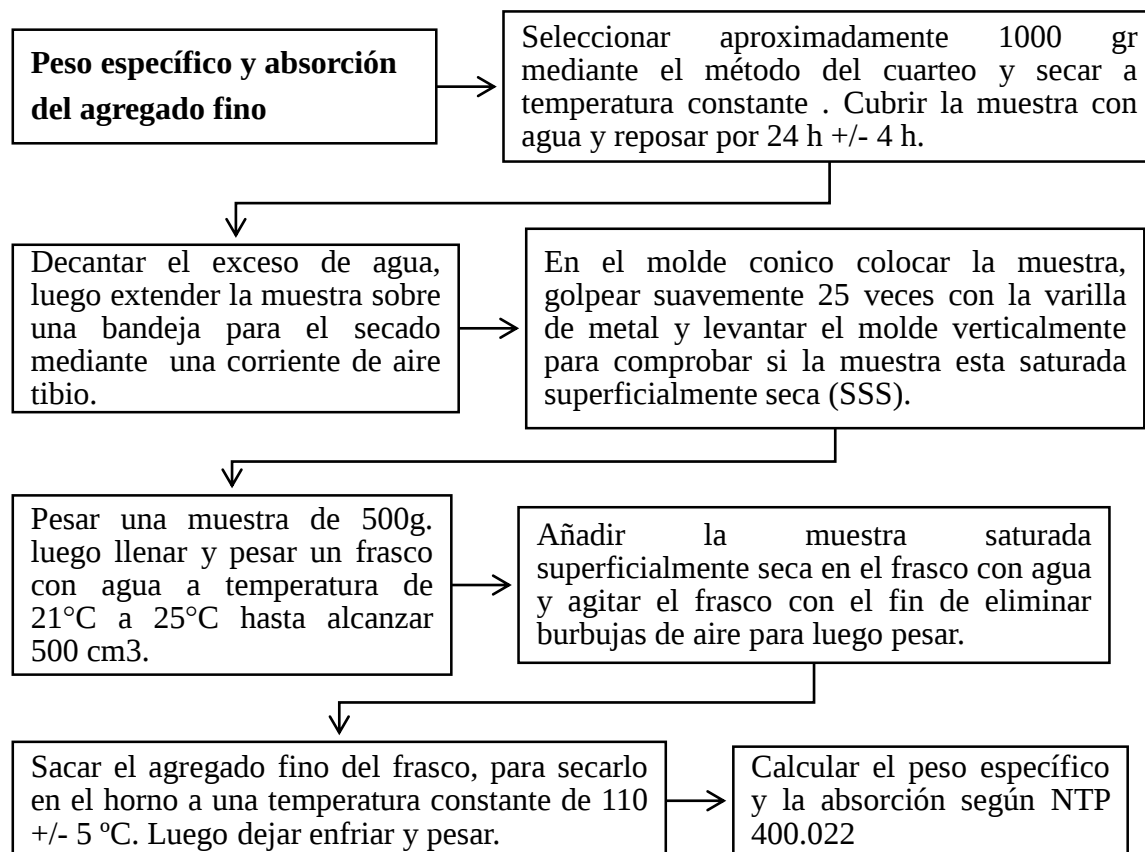


Figura 19. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado fino.



Figura 20. Peso específico y absorción del agregado fino.

3.3.2.7. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Normativa: NTP 400.021

Procedimiento:

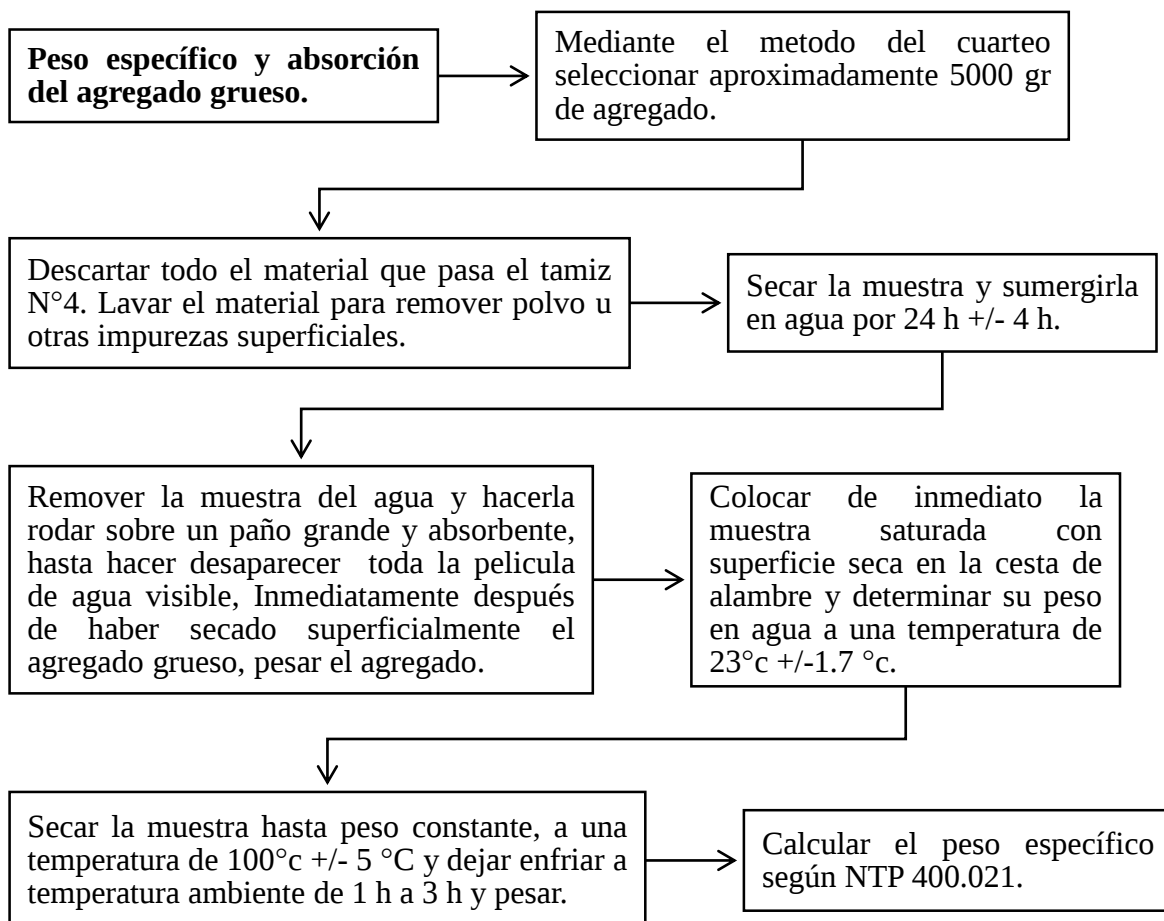


Figura 21. Procedimiento para peso específico y absorción del agregado grueso.



Figura 22. Peso específico y absorción del agregado grueso.

Cálculos para el agregado fino:

$$\text{Peso específico de masa (Pem)} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

$$\text{Peso específico de masa saturado con superficie seca (PeSSS)} = \frac{S}{(B + S - C)}$$

$$\text{Peso específico aparente (Pea)} = \frac{A}{(B + A - C)}$$

$$\text{Absorción \% (Ab)} = 100 * \frac{(S - A)}{A}$$

Donde:

A = Masa de la muestra seca al horno en gramos.

B = Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración en gramos.

C = Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta la marca de calibración en gramos.

S = Masa de la muestra de saturado superficialmente seca en gramos.

Cálculos para el agregado grueso:

$$\text{Peso específico de masa (Pem)} = \frac{A}{B - C}$$

$$\text{Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)} = \frac{B}{(B - C)}$$

$$\text{Peso específico aparente (Pea)} = \frac{A}{(A - C)}$$

$$\text{Absorción (Ab)} = 100 * \frac{(B - A)}{A}$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire en gramos.

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire en gramos.

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

3.3.2.8. Peso unitario de los agregados.

Normativa: NTP 400.017

Procedimiento: El procedimiento para determinar el peso unitario suelto y compactado es el mismo para el agregado fino y agregado grueso.

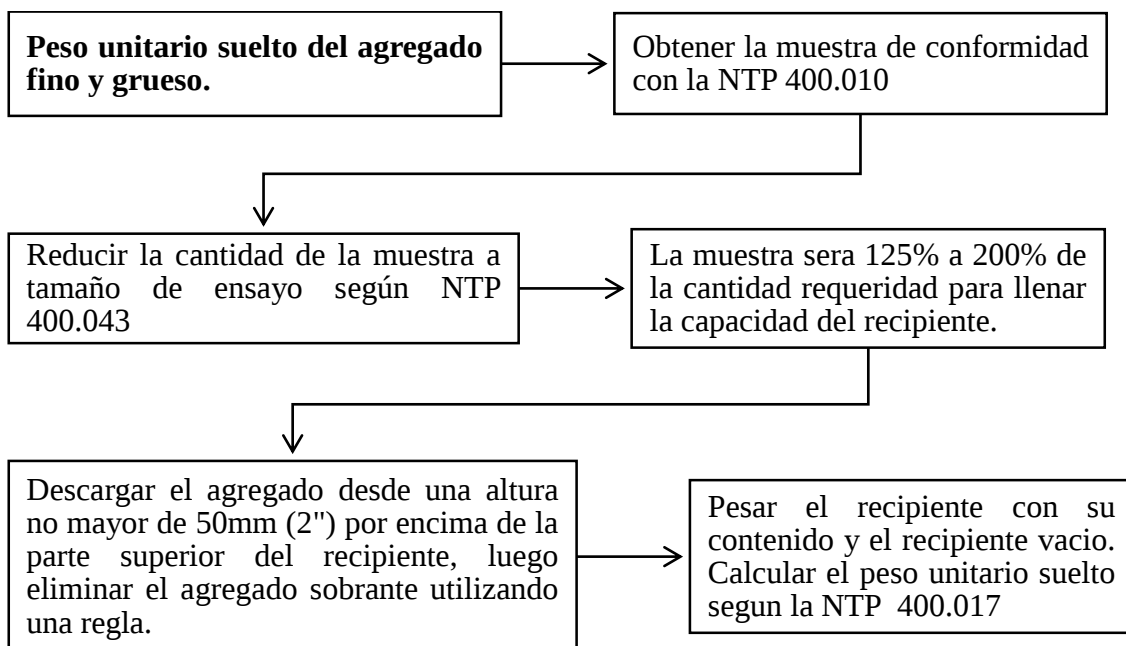


Figura 23. Procedimiento para peso unitario suelto de los agregados.



Figura 24. Peso unitario suelto del agregado fino.



Figura 25. Peso unitario suelto del agregado grueso.

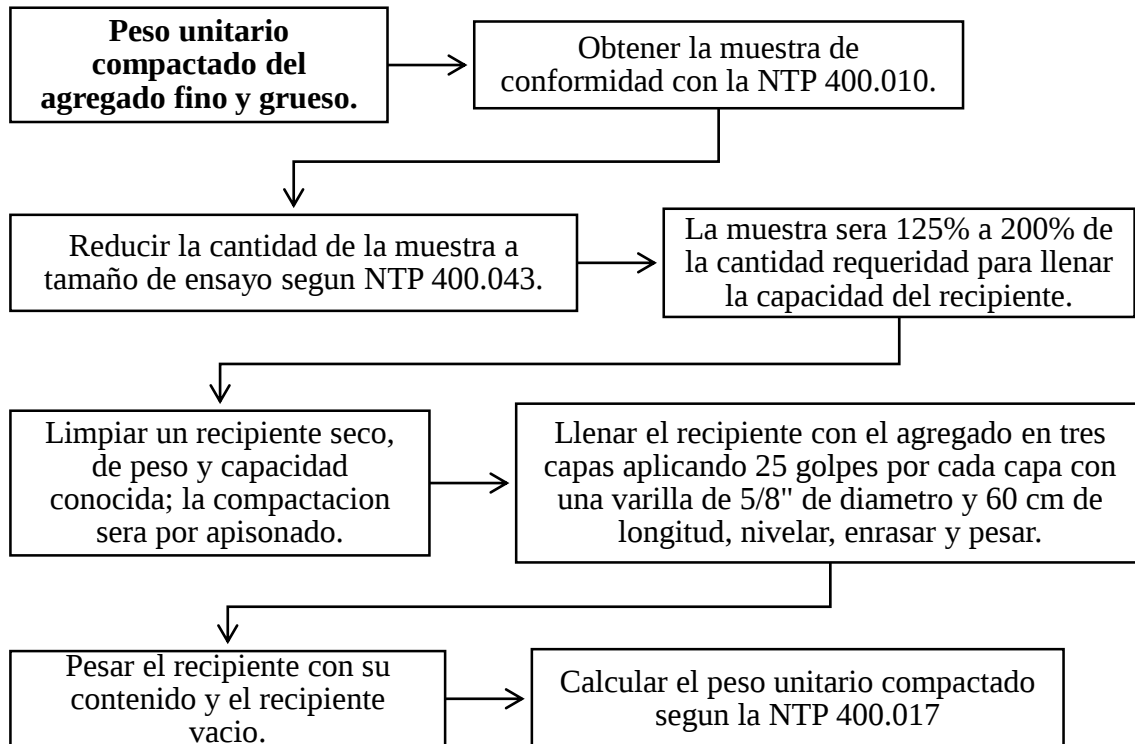


Figura 26. Procedimiento para peso unitario compactado de los agregados.



Figura 27. Peso unitario compactado del agregado fino

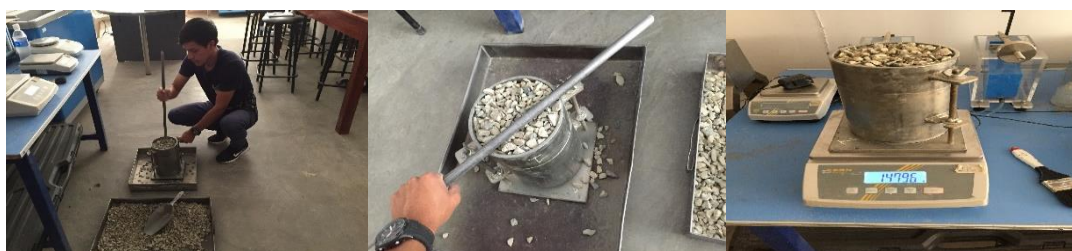


Figura 28. Peso unitario compactado del agregado grueso

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

$$P. U. S = \frac{(masa\ del\ recipiente\ con\ agregado) - (masa\ del\ recipiente\ vacío)}{volumen\ del\ recipiente}$$

$$P. U. C = \frac{(masa\ del\ recipiente\ con\ agregado) - (masa\ del\ recipiente\ vacío)}{volumen\ del\ recipiente}$$

3.3.2.9. Máxima compacidad de los agregados.

Normativa: NTP 400.017

Procedimiento:

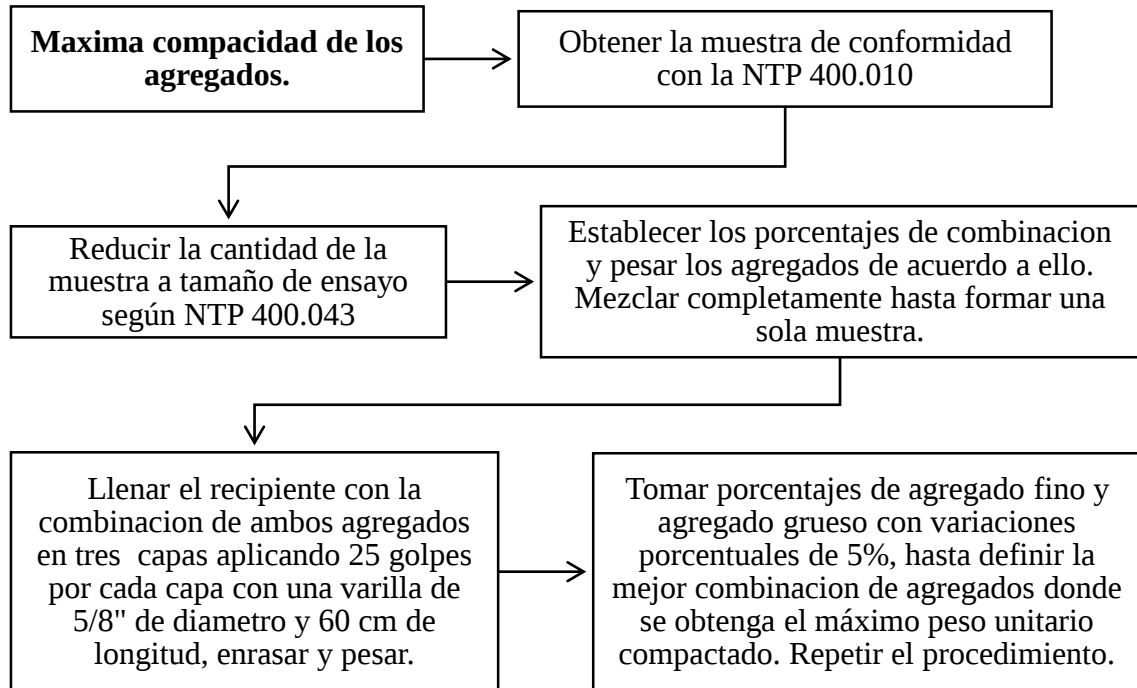


Figura 29. Procedimiento para máxima compacidad de los agregados.



Figura 30. Máxima compacidad de los agregados.

3.3.3. Diseño de mezcla

Concluidos los correspondientes ensayos de los agregados para determinar sus propiedades físicas, se procedió a realizar el diseño de mezclas considerando las siguientes propiedades:

Tabla 9. Resumen de las propiedades físicas de los componentes del concreto.

Propiedades	Componentes del concreto					
	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento	Agua	Microsílice	Aditivo Superp.
TMN	1/2 ”					
MF	6.35	3				
Humedad (%)	0.51	0.31				
Peso específico (kg/m ³)	2 649	2 612	3 100	1 000	2 200	1 200
Absorción (%)	1.35	2.09				
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1 375.02	1 708.19				
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1 548.74	1 869.91				

Fuente: Elaboración propia.

El proceso de diseño de mezcla utilizado en la presente investigación se basa en la optimización por separado de la fracción de la pasta y el esqueleto granular. Se tuvo como referencia el método de diseño de concreto propuesto en el ACI 237R-07, tales como: cantidad de material cementante, cantidad de agregado grueso, fracción de pasta y fracción de mortero. El material cementante está conformado por el cemento y la Microsílice (adición antideslave); la pasta compuesta por el material cementante, agua, aditivo superplastificante y el aire; mientras que el mortero vendría hacer la suma de la pasta más el agregado fino. El proporcionamiento de los componentes del concreto estuvo sujeto a las recomendaciones mostradas a continuación, tratando de cumplirlas en lo posible.

Tabla 10. Parámetros para el proporcionamiento de mezclas de HAC.

Parámetros	
Volumen absoluto de agregado grueso	28 – 32 % (TMN 12 mm)
Fracción de pasta	34 – 40 % (volumen total de la mezcla)
Fracción de mortero	68 – 72 % (Volumen total de la mezcla)
Relación típica a/mc	0.32 – 0.45
Contenido de material cementicio	386 – 475 kg/m ³ (Contenidos menores usar agentes modificadores de viscosidad)

Fuente: ACI 237R-07.

Para encontrar la óptima composición de los agregados en la mezcla de concreto se determinó según el criterio de máxima compacidad de la combinación de agregados, estableciendo diferentes combinaciones de la relación Arena / Piedra (A/P) donde se obtenga el máximo peso unitario compactado que nos permita obtener un mejor acomodo de los agregados y reducir los vacíos en el concreto. Adicionalmente se trató de corroborar dicha composición de los agregados obtenida según el criterio de máxima compacidad mediante el método de Fuller, encontrando otra relación A/P que se comporte mejor respecto a la curva de Fuller.

Se realizó tres diseños de mezclas con una relación a/c de 0.45 de acuerdo a la dosificación de adición antideslave propuesta inicialmente, es decir considerando 6%, 10% y 14% de Microsílice en cada mezcla de concreto.

Se analizó previamente los procedimientos de selección de materiales para el diseño de mezclas tratando de cumplir las exigencias establecidas por el método de diseño adoptado (ACI 237R-07), evaluando posteriormente dichas mezclas de concreto antideslave mediante ensayos piloto. Los resultados obtenidos permitieron plantear un criterio efectivo de evaluación y control de los requisitos que debe cumplir la mezcla de concreto.

Los diseños de concreto presentados son el resultado de la realización de mezclas de prueba de las cuales se combinaron los mejores resultados para conseguir un diseño adecuado que cumpla con los parámetros que exige la elaboración de un concreto antideslave, claro está, ajustado a las condiciones de los materiales presentes en nuestro entorno, pasando

posteriormente a la elaboración y curado de testigos cilíndricos de concreto, para finalmente poder evaluar la resistencia a la compresión de los mismos.

3.3.3.1. Elección del valor para el ensayo de extensión de flujo

La elección de este valor está sometida a las características de los elementos estructurales a vaciar, nivel de refuerzo, elementos profundos, energía de colocación. Las zonas sombreadas representan un problema y deberían en lo posible evitarse. El Slump Flow escogido fue de 660 mm con el fin de cumplir los parámetros estipulados en la tabla que se muestra.

Tabla 11. Parámetros para elección del Slump Flow

Características	Nivel	Slump Flow (mm)		
		< 550	550 – 650	> 650
Nivel de refuerzo	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Elementos profundos	Bajo			
	Medio			
	Alto			
Energía de colocación	Bajo			
	Medio			
	Alto			

Fuente: (Daczko y Constantiner, 2001)

3.3.3.2. Elección de la relación agua/cemento

Se escogió una relación a/c de 0.45 cumpliendo con lo especificado en la tabla 10.

3.3.3.3. Estimación del material cementante

El criterio para la elección de la cantidad de material cementante fue tomada de la siguiente tabla, donde para un Slump Flow de 660 mm tenemos, en teoría una cantidad de 458 kg/m³ de material cementante; pero se utilizó 450 kg/m³ con los cuales se obtuvieron buenos resultados. Además, estamos cumpliendo con lo especificado en la tabla 10.

Tabla 12. Rangos de contenido de material cementicio.

mm	Slump Flow < 550	Slump Flow 550 - 600	Slump Flow > 650
Contenido de material cementicio (kg/m ³)	355 - 385	385 - 445	> 458

Fuente: ACI 237 R-07.

Es preciso recalcar que el material cementante estuvo conformado por el cemento más la Microsílice (Adición antideslave), donde la cantidad de Microsílice se encontró en peso del material cementante y la cantidad de cemento vendría hacer la diferencia que complete los 450 kg/m³ de dicho material encontrado en el paso anterior. A continuación, se detalla los contenidos de material cementante usados:

Tabla 13. Cantidad de material cementicio por metro cubico de concreto.

Diseño	Material Cementicio (Cemento / Microsílice) (kg/m³)		
	Cemento (kg/m³)	Microsílice (kg/m³)	Mc (kg/m³)
CAD 6% SF	423	27	450
CAD 10% SF	405	45	450
CAD 14% SF	387	63	450

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.4. Estimación del agua de diseño

Teniendo ya definidas la relación a/c y el contenido de cemento a usar en el diseño por metro cubico de concreto podemos estimar fácilmente la cantidad de agua de diseño presente en el concreto. Dicha cantidad estuvo condicionada a mezclas de prueba donde se obtengan el mejor comportamiento del concreto. Debido a la baja relación a/c se consideró conveniente la utilización de un aditivo superplastificante en la mezcla con el propósito de no incrementar dicha relación y evitar resultados que no se esperan; es por ello que al agua de diseño encontrada se le resto 5 L, obteniendo un muy buen comportamiento de las mezclas. A continuación, se detalla la cantidad de agua usada acorde con las diferentes adiciones consideradas para los tres diseños de mezcla.

Tabla 14. Cantidad de agua por metro cubico de concreto.

Diseño	Agua de diseño (lt/m ³)			
	Aditivo (%)	Agua de diseño (lt/m ³)	Agua reducida (lt/m ³)	Agua final (lt/m ³)
CAD 6% SF	1.4	190	5	185
CAD 10% SF	1.65	182	5	177
CAD 14% SF	2	174	5	169

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.5. Estimación del aditivo superplastificante

La cantidad de aditivo superplastificante usado también es el resultado de una experimentación previa de diferentes mezclas, las cuales deben cumplir con ciertas propiedades en estado fresco que se detallaran más adelante. La cantidad de aditivo estuvo en función del peso del cemento.

Tabla 15. Cantidad de aditivo superplastificante por metro cubico de concreto.

Diseño	Aditivo superplastificante (Sika ViscoCrete – 1110 PE) (lt/m ³)		
	Cemento (kg/m ³)	Aditivo (%)	Cantidad de aditivo (lt/m ³)
CAD 6% SF	423	1.4	5.92
CAD 10% SF	405	1.65	6.68
CAD 14% SF	387	2	7.74

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.6. Elección del contenido de aire atrapado

Según el estudio realizado de los agregados tenemos un TMN de 1/2", valor con el que fácilmente se estimó la cantidad de aire atrapado mediante el uso de la siguiente tabla.

Tabla 16. 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

3.3.3.7. Volumen absoluto de la pasta

Encontradas las cantidades de material cementante, agua, aditivo superplastificante y aire, se puede calcular el volumen que ocupará la pasta en la mezcla de concreto para 1 m³; encontrado dicho valor podemos calcular también el volumen que será ocupado por los agregados en la mezcla.

A continuación, se muestra los volúmenes absolutos de la pasta para los tres diseños de mezcla considerados.

Tabla 17. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 6 % Microsílice

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 6% Microsílice			
Materiales de diseño por m ³		Volumen absoluto de la pasta	
Cemento	423	Cemento	0.1365
Microsílice	27	Microsílice	0.0123
Agua de diseño	185	Agua de diseño	0.1854
Aditivo superplastificante	5.92	Aditivo superplastificante	0.0049
Aire	2.5	Aire	0.0250
Volumen absoluto de la pasta	=		0.3640
Volumen absoluto de agregados	=		0.6360

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 10 % Microsílice.

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 10% Microsílice			
Materiales de diseño por m³		Volumen absoluto de la pasta	
Cemento	405	Cemento	0.1306
Microsílice	45	Microsílice	0.0205
Agua de diseño	177	Agua de diseño	0.1773
Aditivo superplastificante	6.68	Aditivo superplastificante	0.0056
Aire	2.5	Aire	0.0250
Volumen absoluto de la pasta	=		0.3589
Volumen absoluto de agregados	=		0.6411

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Volumen absoluto de la pasta y los agregados – CAD 14 % Microsílice.

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 14% Microsílice			
Materiales de diseño por m³		Volumen absoluto de la pasta	
Cemento	387	Cemento	0.1248
Microsílice	63	Microsílice	0.0286
Agua de diseño	169	Agua de diseño	0.1692
Aditivo superplastificante	7.74	Aditivo superplastificante	0.0065
Aire	2.5	Aire	0.0250
Volumen absoluto de la pasta	=		0.3541
Volumen absoluto de agregados	=		0.6459

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.8. Volumen de los agregados

El volumen encontrado de los agregados presentes en la mezcla de concreto estuvo condicionada a la aplicación de dos métodos: Método de Máxima Compacidad de la combinación de los agregados y el Método de Fuller; así encontradas las proporciones a trabajar se realizó los diseños de mezcla correspondientes para su evaluación del comportamiento de la mezcla en estado fresco y luego poder establecer la combinación final. A continuación, se detallan los métodos utilizados en el diseño del concreto antideslave.

Máxima compacidad de los agregados

Este método consiste en encontrar el máximo peso unitario compactado de la combinación Arena/Piedra (A/P). Se realizó distintas combinaciones de (A/P) con variaciones porcentuales de 5%, obteniendo el peso unitario compactado de cada una; la combinación

que arroje el mayor valor se escoge para el diseño, sustentando esta elección en que la combinación adoptaba presenta menor contenido de vacíos, por ende, se generaría mezclas más económicas ya que se reducirá significativamente un componente que demanda mayor gasto en la elaboración del concreto, es decir la pasta (material cementante, agua y aditivo).

Tabla 20. Máxima compactidad de los agregados.

Resumen máxima compactidad de la combinación de los agregados					
Combinación elegida	Peso. agregado + rec. (gr)	Peso rec. (gr)	Peso Agregado (gr)	Vol. rec. (m3)	P.U.C (kg/m ³)
40A/60P	16491.67	8490	8001.67	0.00411	1946.88
45A/55P	16625.33	8490	8135.33	0.00411	1979.4
50A/50P	16903	8490	8413.00	0.00411	2046.96
55A/45P	16923.67	8490	8433.67	0.00411	2051.99
60A/40P	16963.33	8490	8473.33	0.00411	2061.64
65A/35P	16870.67	8490	8380.67	0.00411	2039.09
70A/30P	16738.67	8490	8248.67	0.00411	2006.98

Fuente: Elaboración propia.

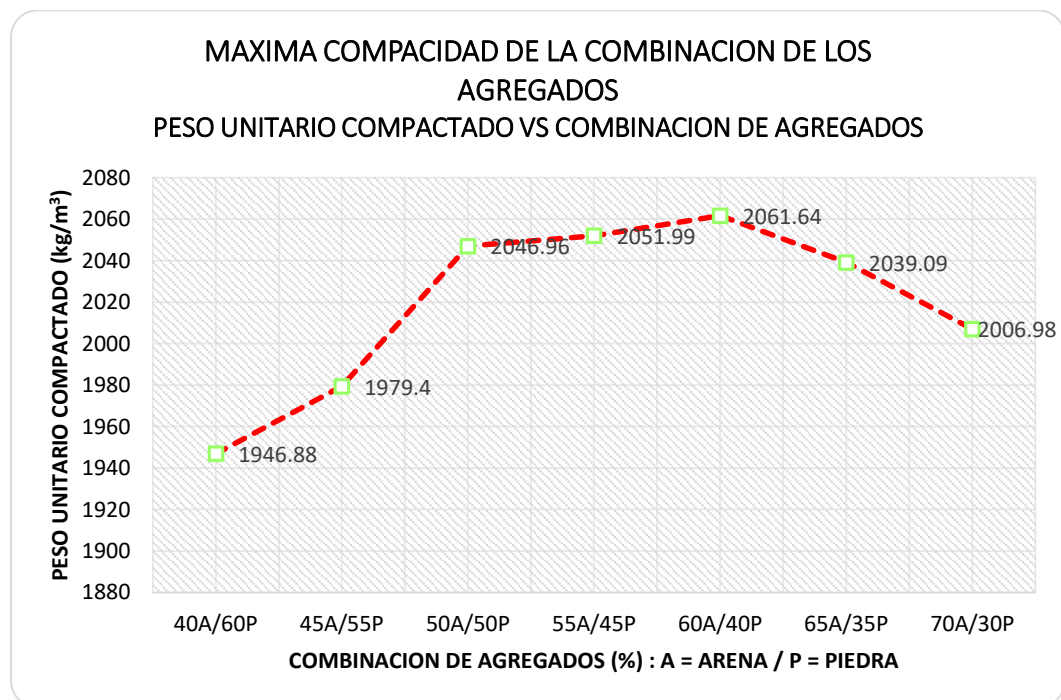


Figura 31. Máxima compactidad de la combinación de los agregados.

Entonces realizadas las distintas combinaciones de agregados, la que presento el máximo peso unitario compactado es la combinación (A/P) de (60/40).

Método de Fuller

Es un método analítico donde la correlación entre las propiedades de los agregados y la del hormigón es más rigurosa ya que partiendo de unos determinados agregados se propone conformar una granulometría conjunta del material, de manera que se ajuste aproximadamente a una curva granulométrica continua para la composición óptima de los agregados en el concreto.

La curva es de la forma:

$$Y = 100\left(\frac{d}{D}\right)^n$$

Donde:

Y: Porcentajes de agregados que pasan a través del tamiz de abertura d

d: Abertura en mm de cada uno de los tamices de la serie empleada

D: Tamaño máximo nominal del agregado en mm.

n: Potencia granulométrica que varía entre 0.2 y 0.5

La relación arena/piedra, se determina gráficamente:

- Se dibujan las curvas granulométricas de los dos agregados
- En el mismo papel se dibuja la parábola de Fuller
- Por la malla N°4 trazamos una vertical, la cual determinara en las curvas trazadas tres puntos.

A = % Agregado fino que pasa por la malla N° 4

B = % Agregado grueso que pasa por la malla N° 4

C = % Agregado ideal que pasa por la malla N° 4

Si llamamos:

α : % en volumen absoluto del agregado fino dentro de la mezcla de agregados.

β : % en volumen absoluto del agregado grueso dentro de la mezcla de agregados.

Entonces:

$$\alpha = \frac{C - B}{A - B} \times 100$$

$$\beta = 100 - \alpha$$

Teniendo los valores de α y β podemos calcular el volumen del agregado fino y agregado grueso por metro cubico de concreto.

Tabla 21. *Proporcionamiento de agregados – Método de Fuller.*

Método de Fuller						
Tamiz	Abertura (mm)	% Pasa AG	% Pasa AF	% Pasa Mezcla 1	% Pasa Mezcla 2	Fuller 12.500
3"	75.000	100	100	100	100	
2 1/2"	62.500	100	100	100	100	
2"	50.000	100	100	100	100	
1 1/2"	37.500	100	100	100	100	
1"	25.000	100	100	100	100	
3/4"	19.000	100	100	100	100	
1/2"	12.500	92	100	97	97	100
3/8"	9.500	59	100	86	87	87
Nº 4	4.750	3	92	62	63	62
Nº 8	2.360	1	79	53	54	43
Nº 16	1.180	1	63	42	43	31
Nº 30	0.600	0	39	26	27	22
Nº 50	0.300	1	19	13	13	15
Nº 100	0.15	0	7	4	5	11
		β	α		A = 92	
	Combinación 1:	0.34	0.66		B = 3	
	Combinación 2:	0.32	0.68		C = 62	

Fuente: Elaboración propia.

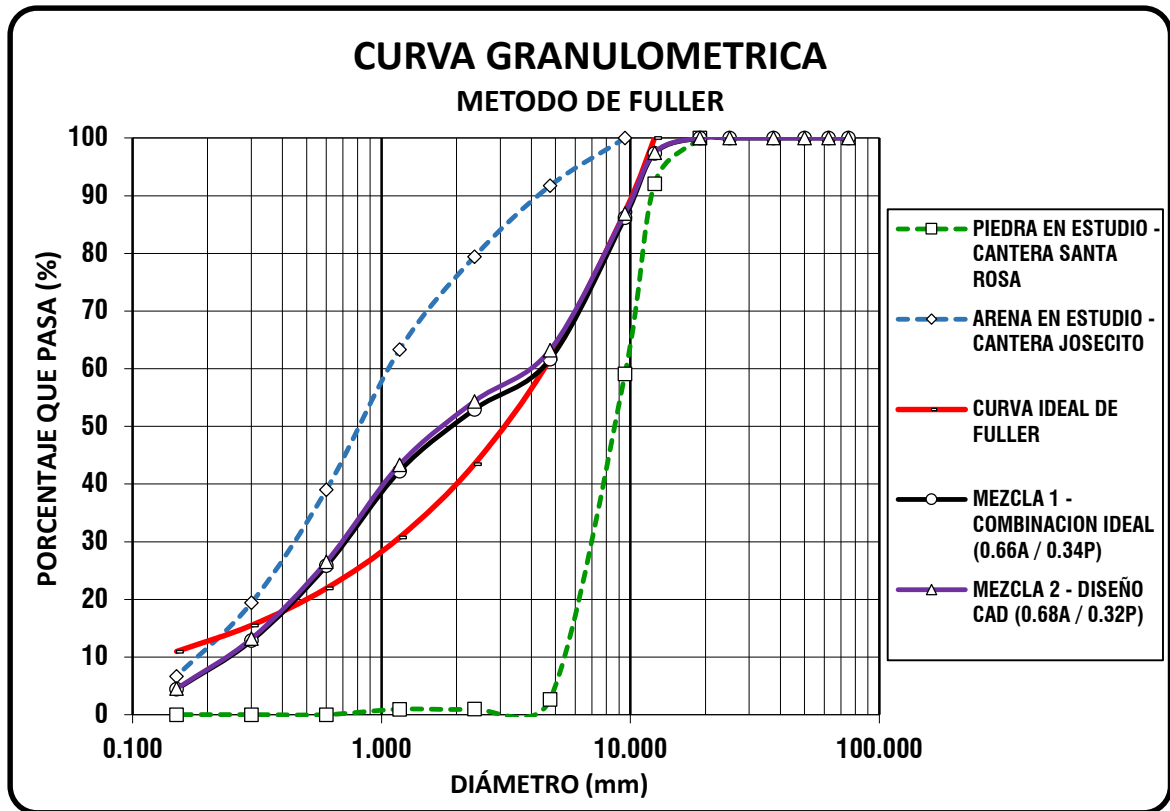


Figura 32. Proporcionamiento de agregados - Método de Fuller.

En este apartado es necesario recalcar que aplicando este método analítico (Método de Fuller) de combinación de los agregados; la curva mediante calculo que mejor se ajusta a la curva ideal de Fuller es la combinación (A/P) de (66/34).

De la aplicación de ambos métodos, tanto el método de máxima compacidad como el método de Fuller para determinar la composición óptima de los agregados que conformaran la mezcla podemos decir lo siguiente:

- Del método de máxima compacidad, encontrada la combinación (A/P) de (60/40) se procedió a la elaboración del concreto y se notó que la mezcla presentaba segregación y sangrado, por lo que se descartó dicha combinación.
- Del método de Fuller, encontrada la combinación (A/P) de (66/34) se procedió a la realización del concreto y se observó que la mezcla no presentaba segregación y un mínimo sangrado, descartando también dicha combinación.

Dichos resultados no fueron del todo inválidos ya que sirvieron para ir ajustando y encontrar la combinación ideal de los agregados, llegando a establecer finalmente una combinación de

(A/P) de (68/32) con la que se obtuvieron resultados satisfactorios y se trabajó los diseños definitivos.

A continuación, se muestra la cantidad de agregados para un 1 m³.

Tabla 22. Cantidad de agregados por metro cubico de concreto.

Diseño	Agregados (kg/m³)		
	Vol. Absoluto agregados	Agregado Fino (kg/m³)	Agregado Grueso (kg/m³)
CAD 6% SF	0.6360	1130	539
CAD 10% SF	0.6411	1139	543
CAD 14% SF	0.6459	1147	548

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.9. Corrección de los componentes del concreto por humedad.

Establecidos todos los componentes que conformaran la mezcla de concreto, corregidos por humedad, se procede a la realización del ensayo de extensión de flujo y embudo V, donde tenemos dos situaciones:

- Si la mezcla cumple los requerimientos se procede con el siguiente paso.
- Si la mezcla no cumple con los requerimientos se evalúa la composición de la mezcla (contenido de pasta, mortero, cantidad de agregado grueso y cantidad de aditivo superplastificante).

En las siguientes tablas se muestran los componentes para 1 m³ en estado seco y corregidos por humedad, necesarios para la elaboración del concreto.

Tabla 23. Componentes del concreto por metro cubico - CAD 6 % Microsílice.

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 6% Microsílice			
Materiales de diseño por m³		Materiales corregidos por humedad por m³	
Cemento (kg)	423	Cemento (kg)	423
Microsílice (kg)	27	Microsílice (kg)	27
Agua de diseño (lt)	185	Agua efectiva (lt)	210
Agregado fino seco (kg)	1130	Agregado fino húmedo (kg)	1133
Agregado grueso seco (kg)	539	Agregado grueso húmedo (kg)	542
Aditivo superplastificante (lt)	5.92	Aditivo superplastificante (lt)	5.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24. Componentes del concreto por metro cubico - CAD 10 % Microsílice.

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 10% Microsílice			
Materiales de diseño por m³		Materiales corregidos por humedad por m³	
Cemento (kg)	405	Cemento (kg)	405
Microsílice (kg)	45	Microsílice (kg)	45
Agua de diseño (lt)	177	Agua efectiva (lt)	202
Agregado fino seco (kg)	1139	Agregado fino húmedo (kg)	1142
Agregado grueso seco (kg)	543	Agregado grueso húmedo (kg)	546
Aditivo superplastificante (lt)	6.68	Aditivo superplastificante (lt)	6.68

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Componentes del concreto por metro cubico - CAD 14 % Microsílice.

Diseño de Concreto Antideslave - CAD 14% Microsílice			
Materiales de diseño por m³		Materiales corregidos por humedad por m³	
Cemento (kg)	387	Cemento (kg)	387
Microsílice (kg)	63	Microsílice (kg)	63
Agua de diseño (lt)	169	Agua efectiva (lt)	194
Agregado fino seco (kg)	1147	Agregado fino húmedo (kg)	1151
Agregado grueso seco (kg)	548	Agregado grueso húmedo (kg)	550
Aditivo superplastificante (lt)	7.74	Aditivo superplastificante (lt)	7.74

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.10. Elaboración de testigos.

Se procede a la elaboración de testigos cilíndricos para posteriormente evaluar la resistencia a la compresión, donde tenemos dos situaciones:

- Si el concreto arroja un valor igual o mayor al esperado el diseño sería el definitivo.
- Si por el contrario se obtienen resultados menores a los esperados se tendría que cambiar la relación a/c y volver a realizar el procedimiento.

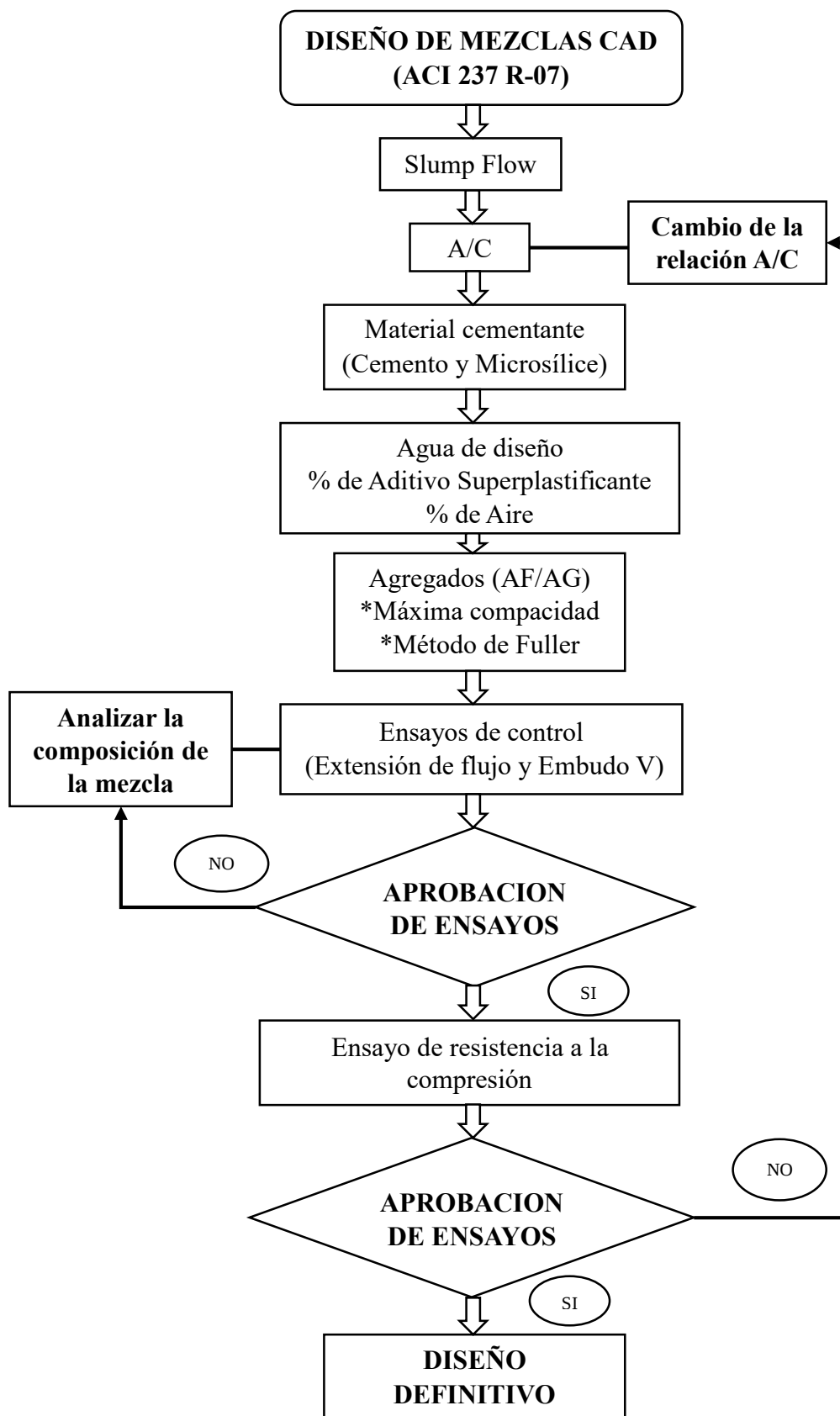


Figura 33. Diagrama del proceso de diseño de concreto antideslave (CAD).

3.3.4. Elaboración del concreto.

Para la elaboración del concreto antideslave en las dosificaciones establecidas de 6%, 10% y 14% de adición de Microsílice se siguió el siguiente procedimiento de mezclado:

- 1) Tener preparado todos los componentes que conformaran el concreto; tales como: Cemento, agregados, agua, Microsílice, y aditivo superplastificante. La cantidad estará sujeta a la tanda a preparar.
- 2) Humedecer las paletas y el cuerpo del trompo con el fin de facilitar el mezclado, pero no debe contener agua en demasía al momento de iniciar el proceso.
- 3) Tener el trompo apagado y en posición de abastecimiento, luego adicionar el 60% del total del agua de mezclado.
- 4) Adicionar el agregado grueso, seguidamente el agregado fino. Prender el trompo y mezclar por un lapso de un minuto. El propósito es que el agua sature a los agregados. Apagamos el trompo.
- 5) Luego agregar el cemento y la Microsílice. Prender el trompo y adicionar el 40% del agua restante por el canto del trompo con el fin de que el agua comience a lavar las paletas y el cuerpo del trompo. Esta agua trabaja directamente con el cemento, logrando un mezclado eficiente, hidratando cada partícula de cemento.
- 6) Adicionar el aditivo superplastificante previamente mezclado con una pequeña cantidad de agua (40% restante) para que este se comience a diluir, logrado ello se vierte en el centro de la mezcla.
- 7) El segundo mezclado comienza desde la adición del cemento en adelante, debiendo durar un lapso de 7 – 10 min debido a que el aditivo superplastificante es un Policarboxilato y se estima que en ese tiempo este comienza a reaccionar.



Figura 34. Proceso de elaboración de concreto antideslave (CAD).

3.4.5. Ensayos en concreto fresco

Se llevó a cabo una serie de ensayos para el concreto antideslave con el propósito de evaluar parámetros como peso unitario, temperatura, contenido de aire, fluidez, viscosidad, capacidad de paso, capacidad de relleno, segregación, exudación, pérdida de finos.

3.4.5.1. Peso unitario y rendimiento.

Normativa: NTP 339.046

Procedimiento:

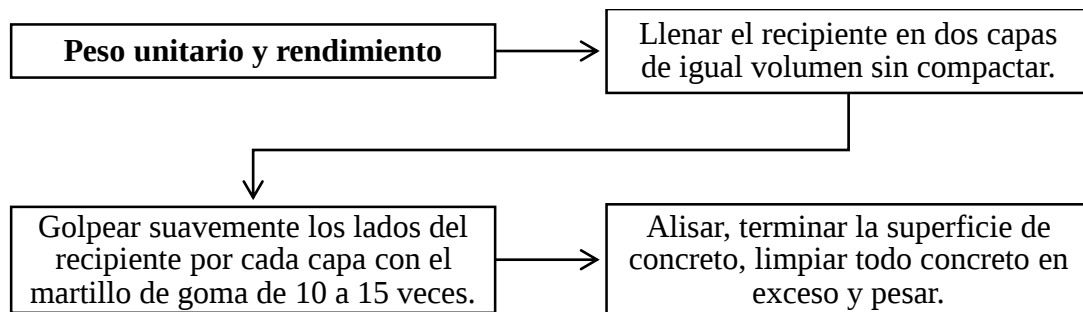


Figura 35. Procedimiento para peso unitario y rendimiento del concreto.



Figura 36. Peso unitario y rendimiento del concreto.

Cálculos:

Para determinar el peso unitario del concreto fresco se procede de la siguiente manera:

$$W = \frac{Mc - Mm}{Vm}$$

Donde:

W = Peso unitario del concreto fresco en kg/m³.

Mc = Masa del molde lleno de concreto en kilogramos.

Mm = Masa del molde vacío en kilogramos.

Vm = Volumen del molde en m³.

3.4.5.2. Contenido de aire en el concreto fresco método de presión.

Normativa: NTP 339.083

Procedimiento:

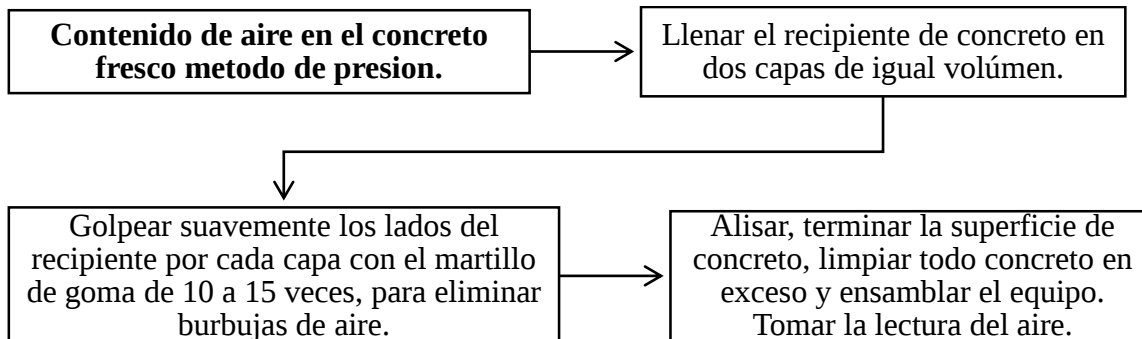


Figura 37. Procedimiento para determinar el contenido de aire atrapado del concreto.



Figura 38. Contenido de aire del concreto.

3.4.5.3. Temperatura del concreto.

Normativa: NTP 339.184

Procedimiento:

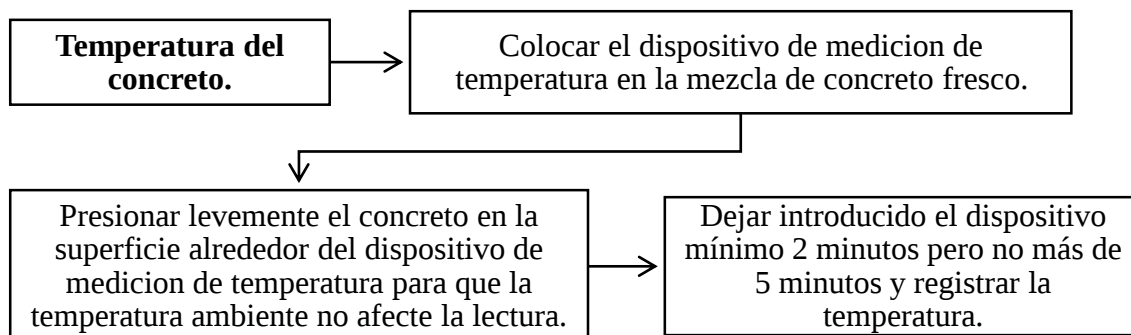


Figura 39. Procedimiento para determinar la temperatura del concreto.



Figura 40. Temperatura del concreto.

3.4.5.4. Extensión de flujo.

Normativa: UNE 83361

Objetivo:

Evaluar la habilidad o facilidad de fluir del concreto en ausencia de obstrucciones. Además, se puede valorar cualitativamente, en términos visuales, la presencia de segregación.

El ensayo se fundamenta en determinar:

- T50: Tiempo, expresado en segundos, que tarda el concreto en alcanzar el círculo de 500 mm de diámetro, contado desde el inicio del levantamiento del cono.
- Df: Diámetro final de la extensión de flujo, una vez la muestra ha dejado de fluir, determinado por la media aritmética de dos diámetros perpendiculares.

Equipos:

- Molde en forma de cono truncado con diámetro superior de 100 mm e inferior de 200 mm y una altura de 300 mm (Cono de Abrams).
- Placa de acero no absorbente, cuadrada de por lo menos de 900 mm x 900 mm marcada con un círculo la parte central para la ubicación del cono de Abrams, y otro círculo concéntrico de 500 mm de diámetro.
- Cucharon.
- Cronometro.
- Wincha.

Procedimiento:

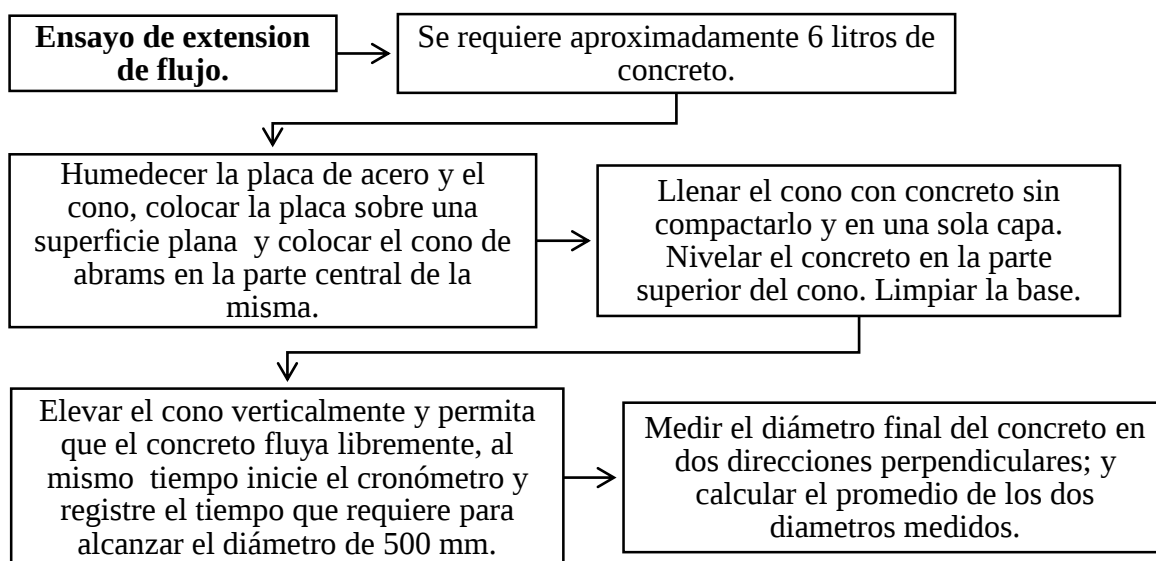


Figura 41. Procedimiento para el ensayo de extensión de flujo.



Figura 42. Ensayo de Extensión de flujo.

3.4.5.5. Embudo en V.

Normativa: UNE 83364

Objetivo:

Evaluar la habilidad de fluir y relleno del concreto en áreas restringidas en dirección vertical y bajo su propio peso.

El ensayo se fundamenta en determinar:

- Tv: Tiempo, expresado en segundos, que tarda el volumen total del concreto en fluir a través de la apertura.

Equipos:

- Embudo en V.
- Balde de 12 litros.
- Espátula, cucharón, Cronómetro

Procedimiento:

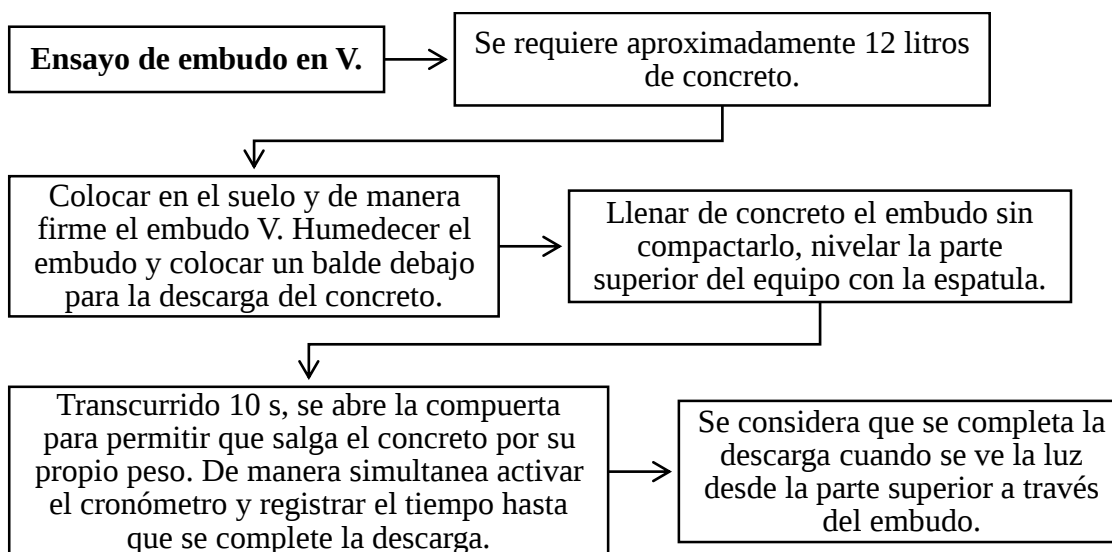


Figura 43. Procedimiento para el ensayo de embudo en V.



Figura 44. Ensayo de embudo en V.

3.4.5.6. Caja en L.

Normativa: UNE 83363

Objetivo:

Evalúa la capacidad de relleno y de paso del concreto y cualquier falta grave de estabilidad (segregación) puede detectarse visualmente. Además de evaluar la medida en la que está sujeto a bloqueos por parte del armado.

El ensayo se fundamenta en determinar:

- T20–T40: Tiempo que tarda el hormigón en recorrer 20 cm y 40 cm respectivamente.
- Cbl: El coeficiente de bloqueo que es la diferencia de alturas que alcanza el concreto ya en reposo entre los extremos de la caja (H1 y H2).

Equipos:

- Caja en L.
- Espátula.
- Cucharón.
- Cronometro.

Procedimiento:

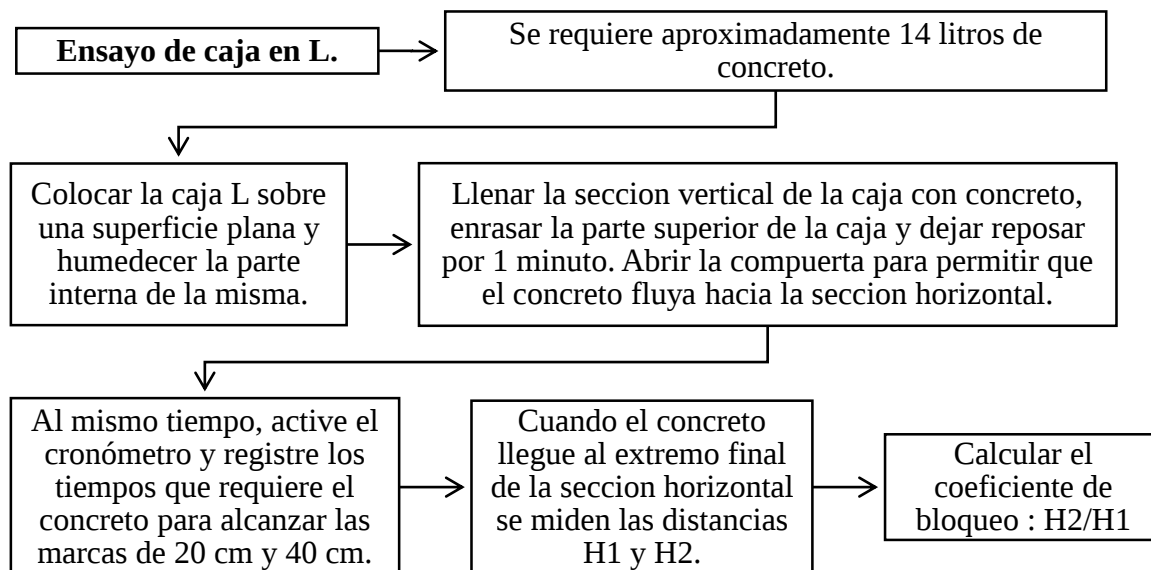


Figura 45. Procedimiento para el ensayo de caja en L.



Figura 46. Ensayo de caja en L.

3.4.5.7. Requisitos de evaluación para la autocompactabilidad.

Por tener propiedades de autocompactabilidad, la evaluación en estado fresco del concreto antideslave debe estar sujeta a cumplir los siguientes rangos admisibles de cada parámetro, para cada tipo de ensayo realizado, tales como extensión de flujo, embudo en V, caja en L.

Tabla 26. Requisitos para la autocompactabilidad del concreto.

Requisitos generales para la autocompactabilidad		
Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Extensión de flujo	T50	$T50 \leq 8 \text{ seg}$
	Df	$550 \text{ mm} \leq Df \leq 850 \text{ mm}$
Embudo en V	Tv	$4 \text{ seg} \leq Tv \leq 20 \text{ seg}$
Caja en L	Cbl	$0.75 \leq Cbl \leq 1.00$

Fuente: EFNARC – Directrices europeas para el hormigón autocompactante.

3.4.5.8. Método de prueba para determinar la cantidad de pérdida de finos en concreto fresco sumergido en agua

Normativa: CRD C61 – 89A

Objetivo:

Evaluar el porcentaje de pérdida de finos de una muestra de concreto antideslave una vez se ha sometido a un proceso físico de contacto con el agua.

Equipos:

- Recipiente cilíndrico de acero perforado, espesor nominal de 1.4 mm, diámetro de 130 mm +/- 2 mm y altura de 120 mm +/- 2 mm. Las perforaciones se realizaron en la parte inferior y superior (tapas) del recipiente teniendo un diámetro nominal de 3 mm y una distancia nominal entre los centros de perforaciones adyacentes de 5 mm.
- Tubo de plástico con una altura 200 mm +/- 2 mm, diámetro interior de 190 mm +/- 2 mm, diámetro exterior de 200 mm +/- 2 mm.
- Soga con una longitud mínima de 2.5 m.
- Balanza, cucharon y martillo de goma

Procedimiento:

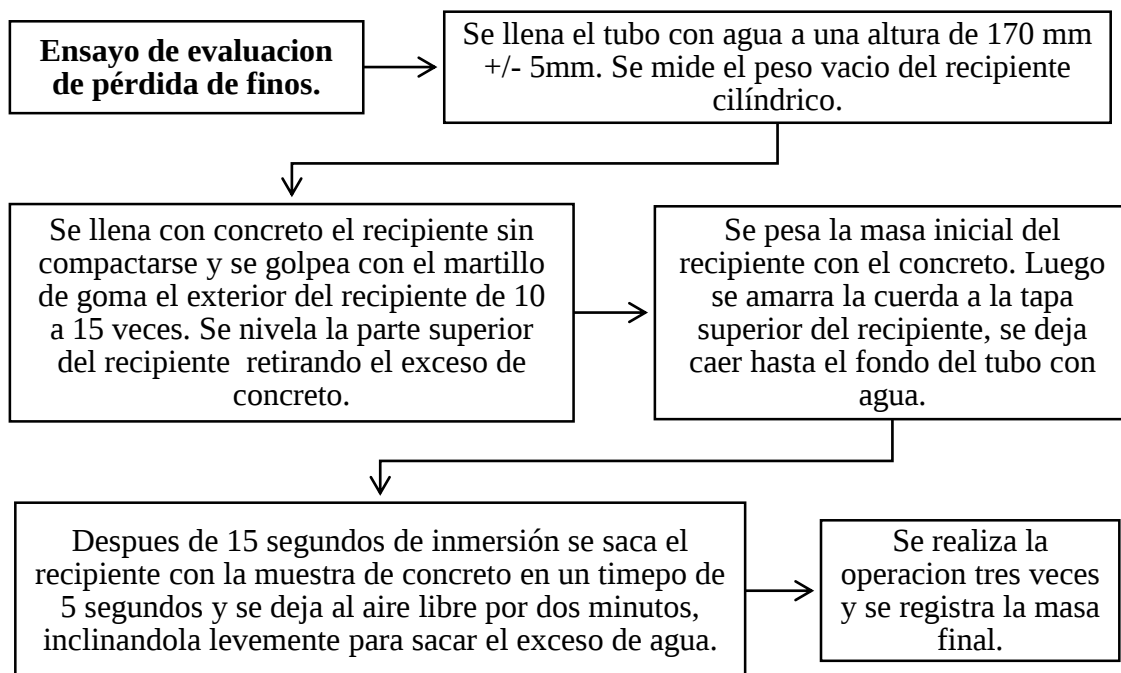


Figura 47. Procedimiento para peso unitario y rendimiento del concreto.



Figura 48. Equipos para el ensayo de evaluación de pérdida de finos.



Figura 49. Ensayo para la evaluación de pérdida de finos.

Cálculos:

$$D = \frac{Mi - Mf}{Mi} * 100$$

Donde:

D = Porcentaje de lavado (%)

Mi = Masa inicial (gr)

Mf = Masa final (gr)

3.4.5.9. Método tremie

El Departamento de Construcciones y Estructuras de la Universidad de Buenos Aires (2009) sostiene que la exitosa colocación de concreto bajo agua requiere cuidadosa planificación y atención. El sistema tremie o tubo – embudo es un sistema especializado de colocación de concreto. El hormigón debe fluir fácilmente hacia el lugar de su ubicación y consolidarse por su propio peso, pero sin segregación o vibración que pueda incorporar agua a su masa, lavando el cemento, con la consecuente formación de bolsones de arena y grava débilmente cementadas. Con el procedimiento Tremie el hormigón es colocado con un tubo vertical de acero cuyo extremo superior tiene la forma de embudo. El extremo inferior del tubo se mantiene sumergido en el hormigón fresco sin contacto con el agua. La inspección directa visual del hormigón depositado es normalmente imposible durante la operación de vaciado, de modo que el progreso de esta operación debe ser controlado cuidadosamente observando el volumen de hormigón colocado y la altura alcanzada en el tubo.

Objetivo:

Este procedimiento de colocación del concreto resulta útil al momento de evaluar la resistencia al lavado del concreto antideslave, siendo un método meramente cualitativo basado en observaciones visuales de muestras de concreto vaciadas en agua

Equipos:

Los equipos fueron fabricados tratando de cumplir las recomendaciones y poder simular en condiciones de laboratorio el procedimiento, evaluando la efectividad del concreto antideslave producido.

- Tubería de diámetro de 4”.
- Embudo.
- Caja de vidrio.
- Cucharon.

Procedimiento:

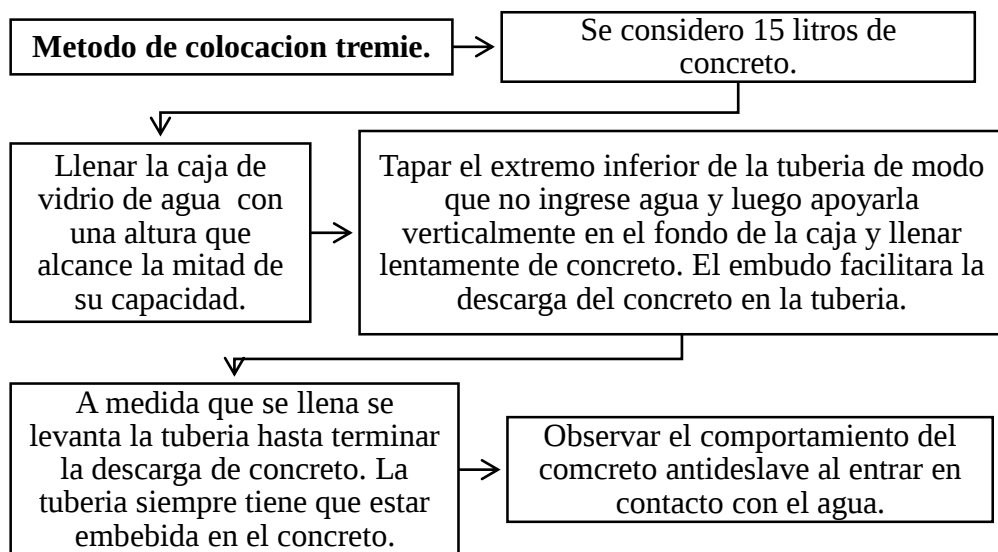


Figura 50. Procedimiento de vaciado de concreto por el método tremie.



Figura 51. Equipos para método tremie.

3.4.6. Ensayos en concreto endurecido

3.4.6.1. Elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio

Normativa: NTP 339.183

Procedimiento:

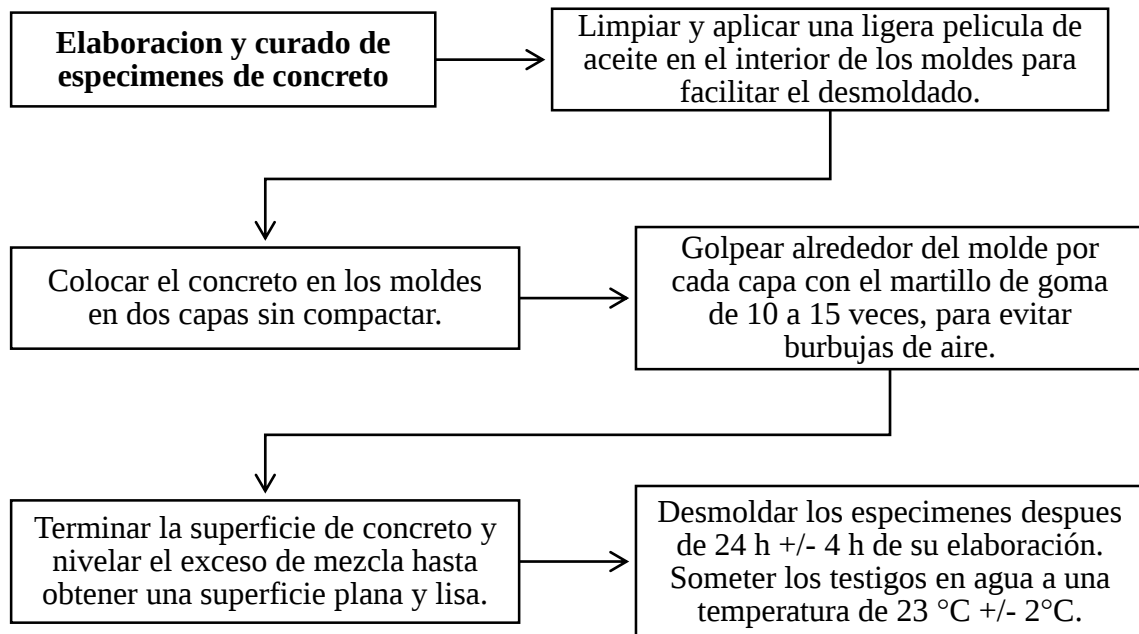


Figura 52. Procedimiento de elaboración y curado de especímenes de concreto.



Figura 53. Elaboración y curado de especímenes.

3.4.6.2. Resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

Normativa: NTP 339.034

Procedimiento:

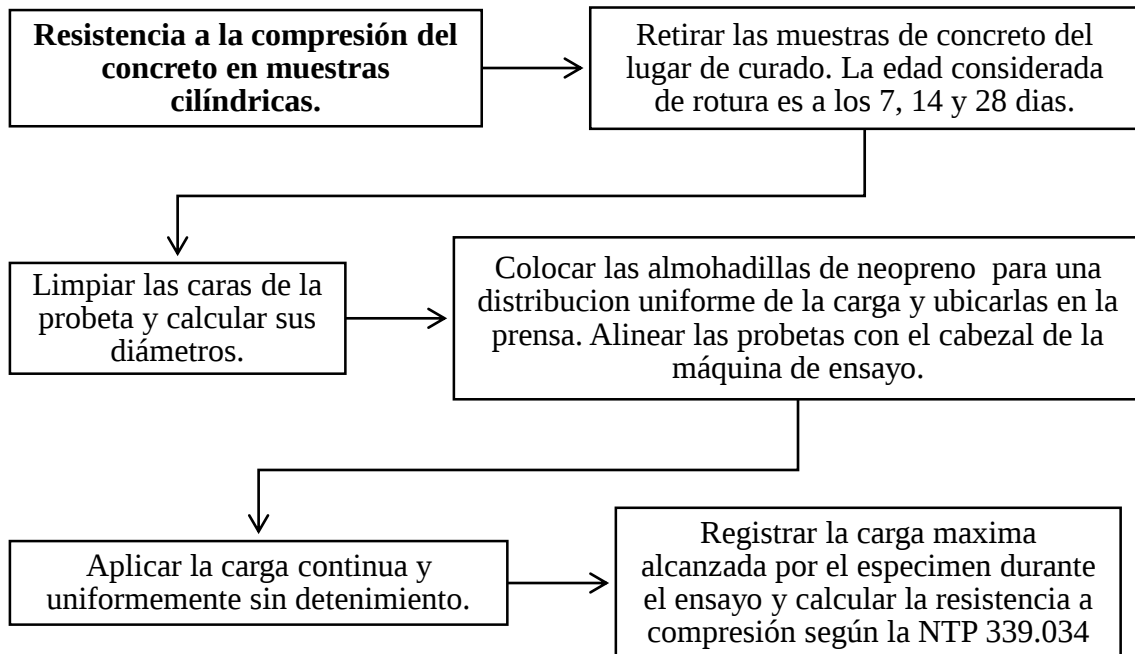


Figura 54. Procedimiento para evaluar la resistencia a la compresión de concreto.

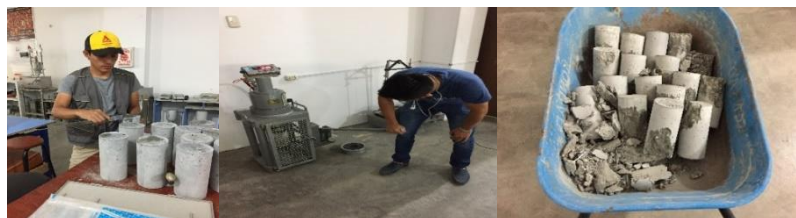


Figura 55. Resistencia a la compresión del concreto.

Cálculos:

Los especímenes de concreto sometidos al ensayo de resistencia las compresiones tuvieron las dimensiones de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.

La resistencia a la compresión vendría hacer la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección.

$$F'_c = \frac{P_{max}}{A}$$

Donde:

F'_c = Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm²).

P_{max} = Carga máxima alcanzada por el espécimen (kg).

A = Área de la sección del espécimen (cm²).

IV. RESULTADOS

4.1. Características físicas de los agregados

4.1.1. Contenido de humedad

Tabla 27. Contenido de humedad del agregado fino.

Contenido de Humedad – Agregado Fino			
Muestra	1	2	3
Peso del suelo húmedo (gr)	1000.40	1000.20	1000.50
Peso del suelo seco (gr)	997.70	997.30	996.90
Cálculos			
Peso del agua	2.70	2.90	3.60
Contenido de humedad	0.27	0.29	0.36
Humedad promedio	0.31		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Contenido de humedad del agregado grueso.

Contenido de Humedad – Agregado Grueso			
Muestra	1	2	3
Peso del suelo húmedo (gr)	2000.40	2000	2000.40
Peso del suelo seco (gr)	1990.30	1990.90	1988.90
Cálculos			
Peso del agua	10.10	9.10	11.50
Contenido de humedad	0.51	0.46	0.58
Humedad promedio	0.51		

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Análisis granulométrico

Tabla 29. Análisis granulométrico del agregado fino.

Análisis Granulométrico - Agregado Fino							
Peso inicial seco (gr)		1000.00					
Peso final seco, después de lavado (gr)		970.00					
Material fino que pasa el tamiz N° 200 (%)		3.00					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	ASTM C - 33 Huso M	
						Límite Inferior	Límite Superior
3/8 "	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75	82.69	8.27	8.27	91.73	85.00	100.00
N° 8	2.36	122.8	12.28	20.55	79.45	65.00	100.00
N° 16	1.18	161.28	16.13	36.68	63.32	45.00	100.00
N° 30	0.60	243.03	24.30	60.98	39.02	25.00	80.00
N° 50	0.30	195.96	19.60	80.58	19.42	5.00	48.00
N°100	0.15	127.40	12.74	93.32	6.68	0.00	12.00
N°200	0.075	29.31	2.93	96.25	3.75	-	-
Cazoleta		37.53	3.75	100.00	0.00	-	-
Sumatoria		1,000.00					
Módulo de finura de la arena en estudio (Mf) =						3	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Análisis Granulométrico - Agregado Grueso							
Peso inicial seco (gr)		3000.00					
Peso final seco, después de lavado (gr)		2977.87					
Material fino que pasa el tamiz N° 200 (%)		0.74					
N°	Tamiz Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido (%)	% Ret. Acum. (%)	% Que Pasa (%)	NTP 400.037 Huso 07	
						Límite Inferior	Límite Superior
3/4 "	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2 "	12.50	236.86	7.90	7.90	92.10	90.00	100.00
3/8 "	9.50	989.56	32.99	40.88	59.12	40.00	70.00
N° 4	4.75	1694.09	56.47	97.35	2.65	0.00	15.00
N° 8	2.36	49.92	1.66	99.01	0.99	0.00	5.00
N° 16	1.18	1.28	0.04	99.06	0.94	-	-
N° 50	0.30	1.45	0.05	99.11	0.89	-	-
Cazoleta		26.84	0.89	100.00	0.00	-	-
Sumatoria		3,000.00					
Módulo de finura de la Piedra en estudio (Mf) =						6.35	
Tamaño máximo del agregado grueso =						3/4 "	
Tamaño máximo nominal del agregado grueso =						1/2 "	

Fuente: Elaboración propia.

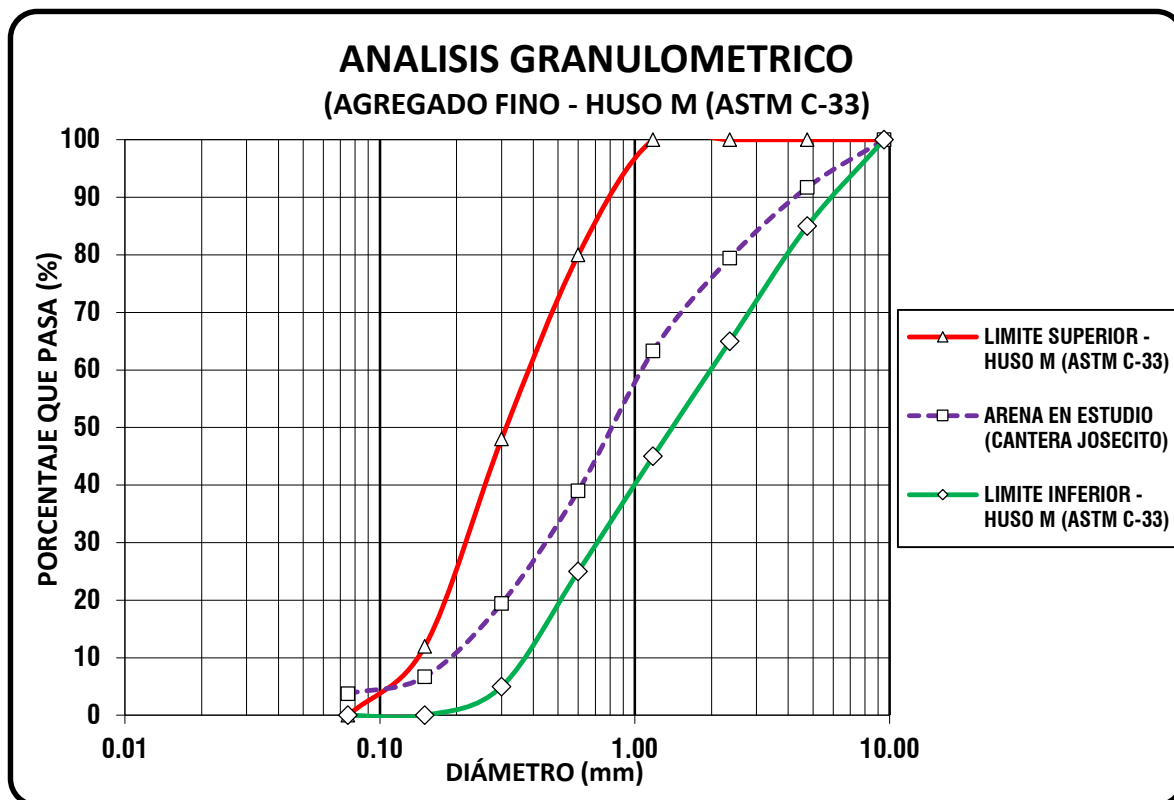


Figura 56. Curva granulométrica del agregado fino.

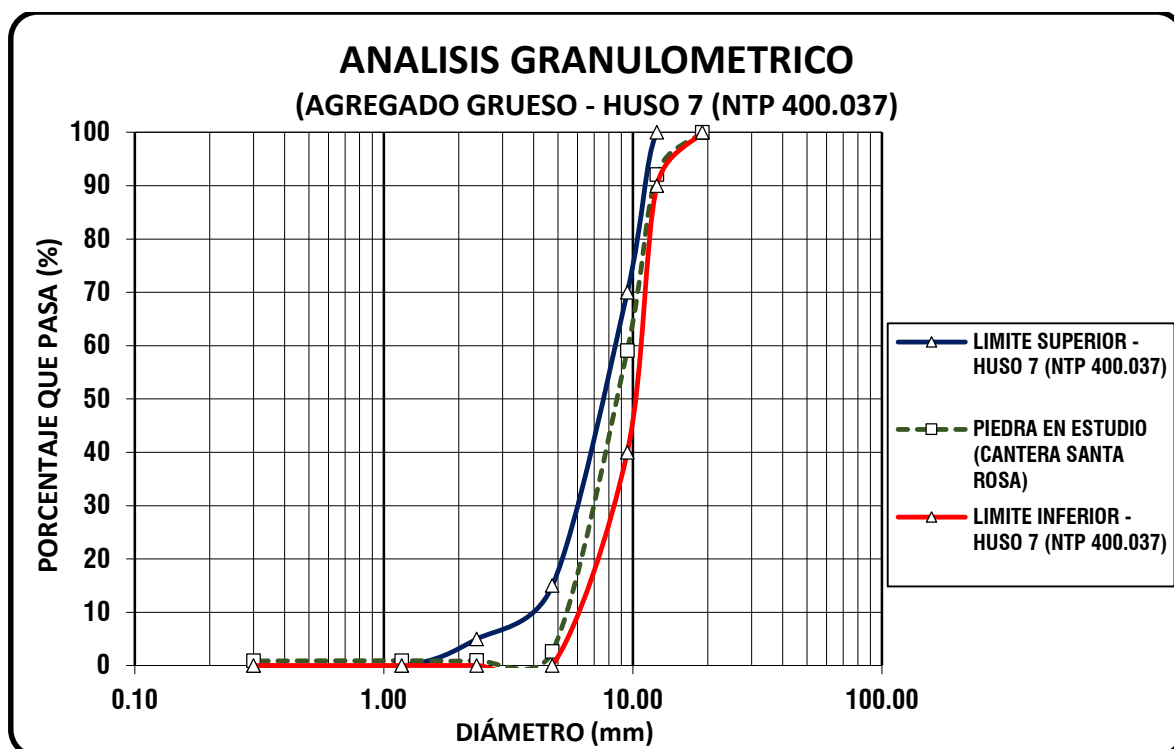


Figura 57. Curva granulométrica del agregado grueso.

4.1.3. Peso específico y absorción

Tabla 31. *Peso específico y absorción del agregado fino.*

Peso Específico y Porcentaje de Absorción - Agregado Fino			
Peso en el aire de la muestra (gr)	Peso del picnómetro aforado lleno de agua (gr)	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua (gr)	Peso de la muestra saturada con superficie seca (gr)
489.74	731.46	1043.98	500
Cálculos			
Peso específico de masa (gr/cm³)	Peso específico de masa s.s.s (gr/cm³)	Peso específico aparente (gr/cm³)	Absorción (%)
2.612	2.667	2.763	2.09

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32. *Peso específico y absorción del agregado grueso.*

Peso Específico y Porcentaje de Absorción - Agregado Grueso			
Peso en el aire de la muestra (gr)	Peso en el aire del agregado saturado con superficie seca (gr)	Peso sumergido en agua del agregado saturado (gr)	
4962	5029	3156	
Cálculos			
Peso específico de masa (gr/cm³)	Peso específico de masa s.s.s (gr/cm³)	Peso específico aparente (gr/cm³)	Absorción (%)
2.649	2.685	2.748	1.35

Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Peso unitario

Tabla 33. *Peso unitario suelto del agregado fino.*

Peso Unitario Suelto del Agregado Fino			
Volumen del proctor (m³) = 0.00411			
Muestra	Peso agregado + recipiente (gr)	Peso recipiente (gr)	Peso agregado (gr)
1	15484	8490	6994
2	15518	8490	7028
3	15530	8490	7040
Prom.	-	-	7020.67
Peso unitario suelto promedio del agregado fino (kg/m³)			1708.19

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34. *Peso unitario compactado del agregado fino.*

Peso Unitario Compactado del Agregado Fino Volumen del proctor (m³) = 0.00411			
Muestra	Peso agregado + recipiente (gr)	Peso recipiente (gr)	Peso agregado (gr)
1	16095	8490	7605
2	16212	8490	7722
3	16219	8490	7729
Prom.	-	-	7685.33
Peso unitario suelto promedio del agregado fino (kg/m ³)			1869.91

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. *Peso unitario suelto del agregado grueso.*

Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso Volumen del proctor (m³) = 0.00411			
Muestra	Peso agregado + recipiente (gr)	Peso recipiente (gr)	Peso agregado (gr)
1	14170	8490	5680
2	14154	8490	5664
3	14100	8490	5610
Prom.	-	-	5651.33
Peso unitario suelto promedio del agregado grueso (kg/m ³)			1375.02

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36. *Peso unitario compactado del agregado grueso.*

Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso Volumen del proctor (m³) = 0.00411			
Muestra	Peso agregado + recipiente (gr)	Peso recipiente (gr)	Peso agregado (gr)
1	14796	8490	6306
2	14836	8490	6346
3	14934	8490	6444
Prom.	-	-	6365.33
Peso unitario suelto promedio del agregado grueso (kg/m ³)			1548.74

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Mezclas de prueba para concreto antideslave.

En esta sección se presenta los resultados de la evaluación del proporcionamiento de los componentes de las mezclas de pruebas para llegar al diseño adecuado para la elaboración del concreto antideslave. Se realizó mezclas con la primera proporción de adición (6% de microsílíce) y ensayos piloto tales como extensión de flujo y embudo V para la evaluación del comportamiento en estado fresco de las mezclas en mención.

Tabla 37. Mezclas de prueba para concreto antideslave.

Materiales	Diseño CAD - 6 % de Microsílíce						
	Cantidad (kg/m ³)						
	Mezcla 1	Mezcla 2	Mezcla 3	Mezcla 4	Mezcla 5	Mezcla 6	Mezcla 7
Relación a/c	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
Cemento	460	460	460	460	460	460	423
Microsílíce (%)	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27.6	27
Material cementante	488	488	488	488	488	488	450
Aditivo (%) del peso del cemento	1.6%	1.5%	1.5%	1.6%	1.5%	1.35%	1.35%
	7.36	6.90	6.90	7.36	6.90	6.21	5.71
Agua	Agua de diseño						
	207	207	207	207	207	207	190
	Agua reducida						
	6	0	6	8	10	5	5
Relación A/P (%)	Agua final						
	201	207	201	199	197	202	185
	55/45 (%)	57/43 (%)	60/40 (%)	60/40 (%)	60/40 (%)	60/40 (%)	66/34 (%)
	Agregado fino						
Relación A/P (%)	872	895	952	954	958	951	1097
	Agregado grueso						
	723	685	644	645	648	643	573
Aire (%)	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

Fuente: Elaboración propia.

4.2.1. Mezcla de prueba 1



Figura 58. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 1.

4.2.2. Mezcla de prueba 2



Figura 59. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 2.

4.2.3. Mezcla de prueba 3



Figura 60. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 3.

4.2.4. Mezcla de prueba 4



Figura 61. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 4.

4.2.5. Mezcla de prueba 5



Figura 62. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 5.

4.2.6. Mezcla de prueba 6



Figura 63. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 6.

4.2.7. Mezcla de prueba 7



Figura 64. Ensayo de extensión de flujo mezcla de prueba 7.

4.3. Resultados de los diseños de mezcla

4.3.1. Diseño concreto antideslave con 6 % de Microsílice

Tabla 38. Diseño concreto antideslave – CAD 6% Microsílice.

DISEÑO DE CONCRETO ANTIDESLAVE - CAD 6% MICROSÍLICE							
RECOMENDACIONES ACI 237R-07							
RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO				PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS			
SLUMP FLOW				VOL. ABSOLUTO DE AG	0.204	28 - 32	
mm	< 550	550 - 600	> 650	FRACCION DE PASTA	0.364	34 - 40	
M. Cem	355 -385	385 - 445	> 458	FRACCION DE MORTERO	0.796	68 - 72	
Slump Flow :	660		mm	REL A/C	0.45	0.32 - 0.45	
Rel a/c =	0.45		-	CONT. MAT. CEMENTICIO	450	386 - 475	
MATERIAL	DOSIS	PESO SECO (Kg/m³)	VOL ABSOLUTO	% HUMEDAD	% ABSORCION	APORTE DE AGUA	PESO HUMEDO (Kg/m³)
CEMENTO I		423	0.1365				423
SIKA FUME	6%	27	0.0123				27
MAT CEM :		450	0.1487				450
AGUA		185	0.1854				210
AF	68%	1130	0.4325	0.31 %	2.09 %	- 20.1	1133
AG	32%	539	0.2035	0.51 %	1.35 %	- 4.5	542
ADITIVO	1.40%	5.92	0.0049				5.92
AIRE	2.5	2.5	0.0250				2.5
TOTAL		2310	1.0000				2341
		Vol. Pasta	0.3640				
		Vol.Agreg.	0.6360				

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Diseño concreto antideslave con 10 % de Microsílice

Tabla 39. Diseño concreto antideslave – CAD 10% Microsílice.

DISEÑO DE CONCRETO ANTIDESLAVE - CAD 10% MICROSÍLICE							
RECOMENDACIONES ACI 237R-07							
RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO				PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS			
SLUMP FLOW				VOL. ABSOLUTO DE AG	0.205	28 - 32	
mm	< 550	550 - 600	> 650	FRACCION DE PASTA	0.359	34 - 40	
M. Cem	355 -385	385 - 445	> 458	FRACCION DE MORTERO	0.795	68 - 72	
Slump Flow :	660		mm	REL A/C	0.45	0.32 - 0.45	
Rel a/c =	0.45		-	CONT. MAT. CEMENTICIO	450	386 - 475	
MATERIAL	DOSIS	PESO SECO (Kg/m³)	VOL ABSOLUTO	% HUMEDAD	% ABSORCION	APORTE DE AGUA	PESO HUMEDO (Kg/m3)
CEMENTO I		405	0.1306				405
SIKA FUME	10%	45	0.0205				45
MAT CEM :		450	0.1511				450
AGUA		177	0.1773				202
AF	68%	1139	0.4359	0.31%	2.09 %	- 20.3	1142
AG	32%	543	0.2051	0.51%	1.35 %	- 4.6	546
ADITIVO	1.65%	6.68	0.0056				6.68
AIRE	2.5	2.5	0.0250				2.5
TOTAL		2316	1.0000				2347
		Vol. Pasta	0.3589				
		Vol.Agreg.	0.6411				

Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Diseño concreto antideslave con 14 % de Microsílice

Tabla 40. Diseño concreto antideslave – CAD 14% Microsílice.

DISEÑO DE CONCRETO ANTIDESLAVE - CAD 14% MICROSÍLICE							
RECOMENDACIONES ACI 237R-07							
RANGOS DE MATERIAL CEMENTICIO				PARAMETROS PARA EL PROP.DE MEZCLAS			
SLUMP FLOW				VOL. ABSOLUTO DE AG			
mm	< 550	550 - 600	> 650	FRACCION DE PASTA			
M. Cem	355 -385	385 - 445	> 458	FRACCION DE MORTERO			
Slump Flow :	660		mm	REL A/C			
Rel a/c =	0.45		-	CONT. MAT. CEMENTICIO			
MATERIAL	DOSIS	PESO SECO (Kg/m³)	VOL ABSOLUTO	% HUMEDAD	% ABSORCION	APORTE DE AGUA	PESO HUMEDO (Kg/m³)
CEMENTO I		387	0.1248				387
SIKA FUME	14%	63	0.0286				63
MAT CEM :		450	0.1535				450
AGUA		169	0.1692				194
AF	68%	1147	0.4392	0.31%	2.09 %	- 20.4	1151
AG	32%	548	0.2067	0.51%	1.35 %	- 4.6	550
ADITIVO	2.00%	7.74	0.0065				7.74
AIRE	2.5	2.5	0.0250				2.5
TOTAL		2322	1.0000				2353
		Vol. Pasta	0.3541				
		Vol.Agreg.	0.6459				

Fuente: Elaboración propia.

4.4. Composición de los diseños de mezcla

Se muestra la composición de las mezclas de concreto antideslave, comparándolos con los parámetros para el proporcionamiento de mezclas mostradas en la tabla 10. Se muestra una gráfica para el mejor entendimiento de los tres diseños de mezcla propuestos, manteniendo desde luego la misma relación a/c.

Tabla 41. Proporcionamiento de mezclas.

Composición de las mezclas de concreto antideslave				
Dosificación	Agregado Grueso	Pasta	Mortero	a/c
CAD 6 % SF	0.20	0.36	0.79	0.45
CAD 10 % SF	0.21	0.36	0.80	0.45
CAD 14 % SF	0.21	0.35	0.79	0.45

Fuente: Elaboración propia.

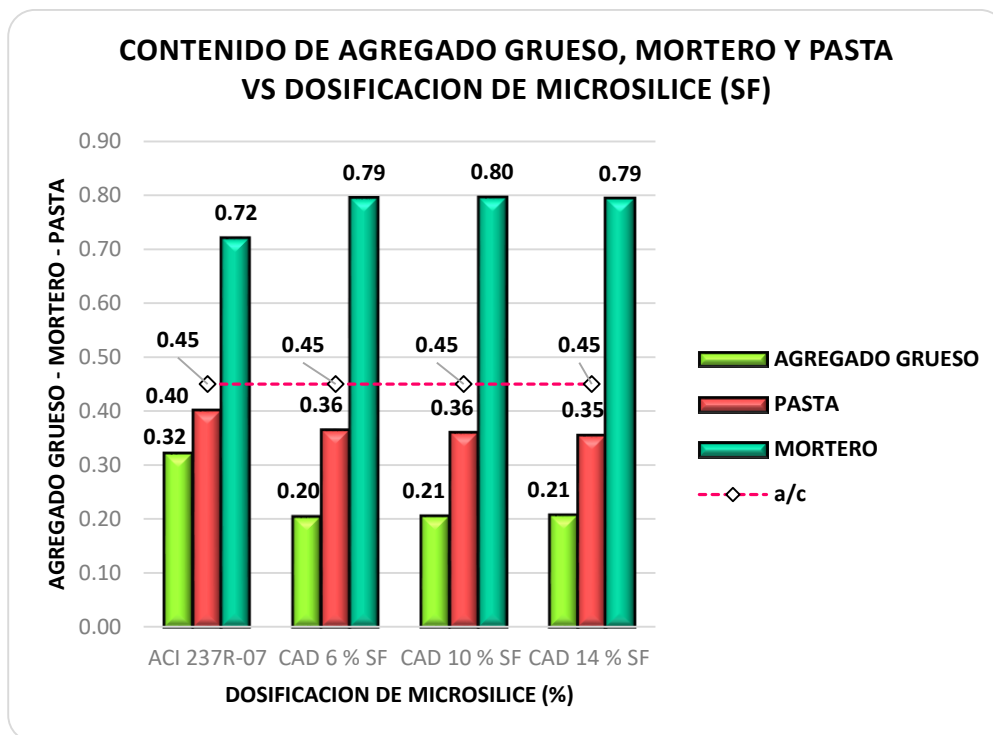


Figura 65. Composición de las mezclas de concreto antideslave.

4.5. Ensayos de concreto en estado fresco

En este apartado se muestran los resultados de los ensayos realizados en el concreto en estado fresco; a su vez se muestra gráficas independientes para evaluar el comportamiento que presentan los distintos diseños realizados con las diferentes adiciones de Microsílice (aditivo antideslave).

4.5.1. Ensayos de temperatura, contenido de aire y peso unitario

Tabla 42. Ensayos de temperatura, contenido de aire y peso unitario.

Tanda	Adición		Aditivo		Ensayos	
	Microsílice (%)	Superplastificante (%)	Cont. de aire (%)	Temp. (°C)	Peso Unitario del Concreto (kg/m ³)	
CAD 6 % Microsílice						
T-1	6%	1.40%	2.6	29.4	2375.36	
T-2	6%	1.40%	2.5	28.6	2373.91	
Promedio	6%	1.40%	2.6	29.0	2374.64	
CAD 10 % Microsílice						
T-1	10%	1.65%	2.4	29.7	2350.72	
T-2	10%	1.65%	2.5	29.5	2355.07	
Promedio	10%	1.65%	2.5	29.6	2352.90	
CAD 14 % Microsílice						
T-1	14%	2.00%	2.3	28.9	2352.17	
T-2	14%	2.00%	2.5	29.7	2347.83	
Promedio	14%	2.00%	2.4	29.3	2350.00	

Fuente: Elaboración propia.

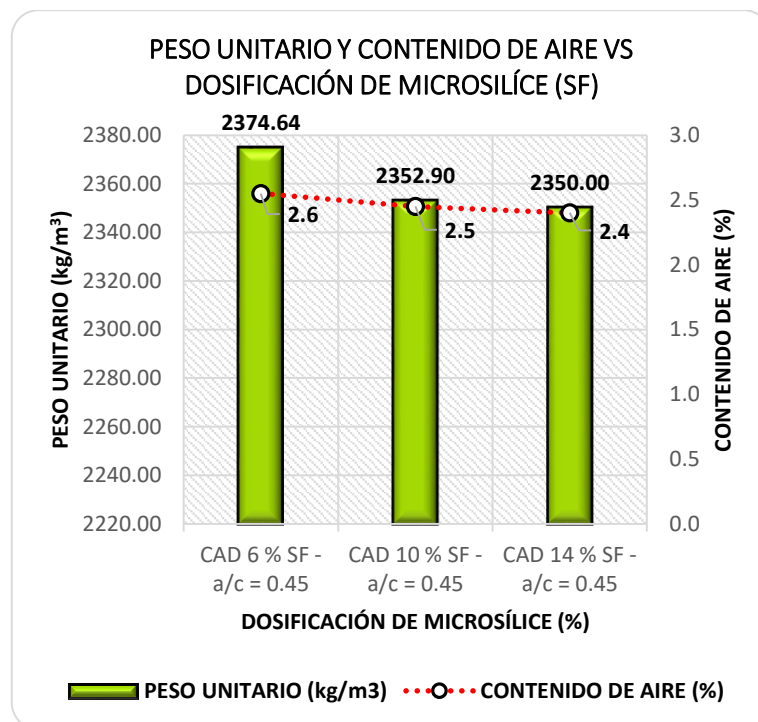


Figura 66. Peso unitario y contenido de aire vs dosificación de Microsílice.

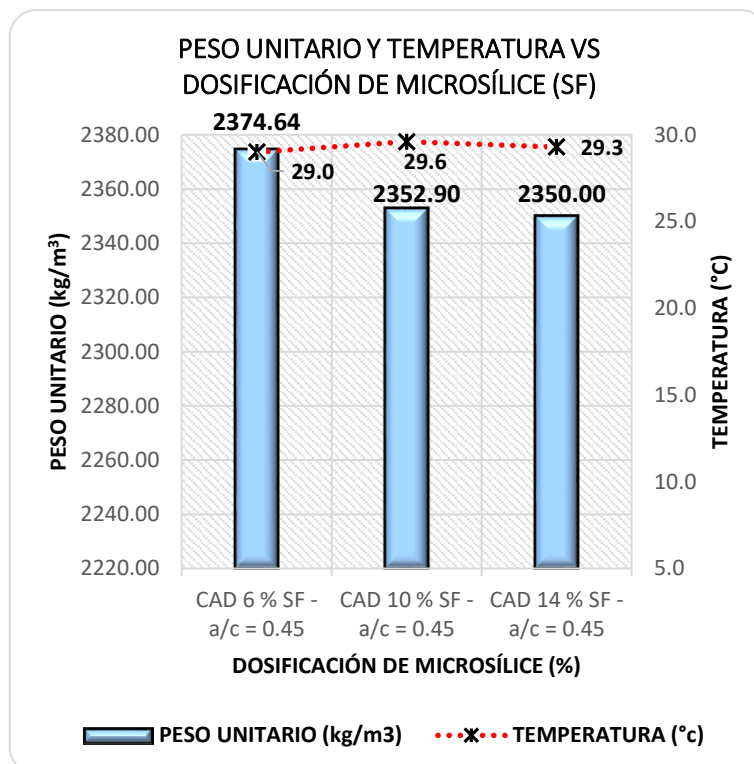


Figura 67. Peso unitario y temperatura vs dosificación de Microsílice.

4.5.2. Ensayo de Extensión de Flujo (Slump Flow)

Tabla 43. Resumen ensayo extensión de flujo.

Ensayo de Extensión de Flujo - Slump Flow		
Parámetros a medir	Registros (ensayo)	
	CAD 6 % Microsílice	
	D1	D2
Escurecimiento (mm)	710	720
	DF =	715
Viscosidad (T50) (s)	4.47	
	CAD 10 % Microsílice	
	D1	D2
Escurecimiento (mm)	670	660
	DF =	665
Viscosidad (T50) (s)	7.29	
	CAD 14 % Microsílice	
	D1	D2
Escurecimiento (mm)	670	660
	DF =	665
Viscosidad (T50) (s)	8.47	

Fuente: Elaboración propia.

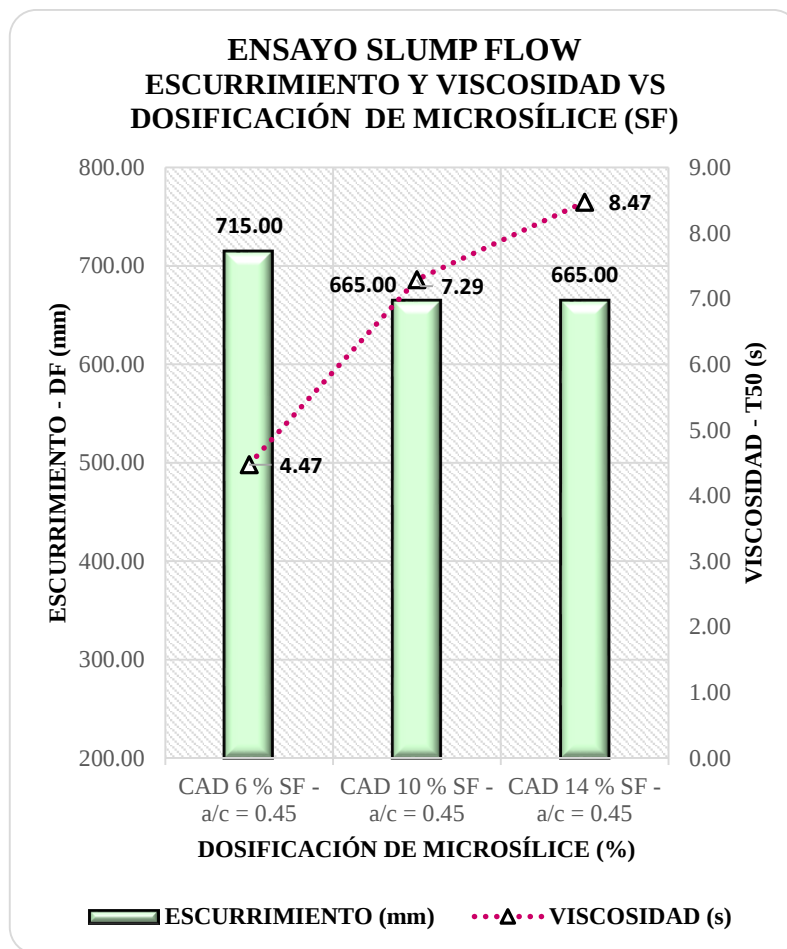


Figura 68. Escurrimiento y viscosidad vs dosificación de Microsílice.

4.5.3. Ensayo de Embudo en V

Tabla 44. Resumen ensayo Embudo en V.

Ensayo Embudo en V	
Parámetros a medir	Registros (ensayo)
CAD 6 % Microsílice	
Capacidad de relleno (s)	TV 9.37
CAD 10 % Microsílice	
Capacidad de relleno (s)	TV 16.95
CAD 14 % Microsílice	
Capacidad de relleno (s)	TV 19.92

Fuente: Elaboración propia.

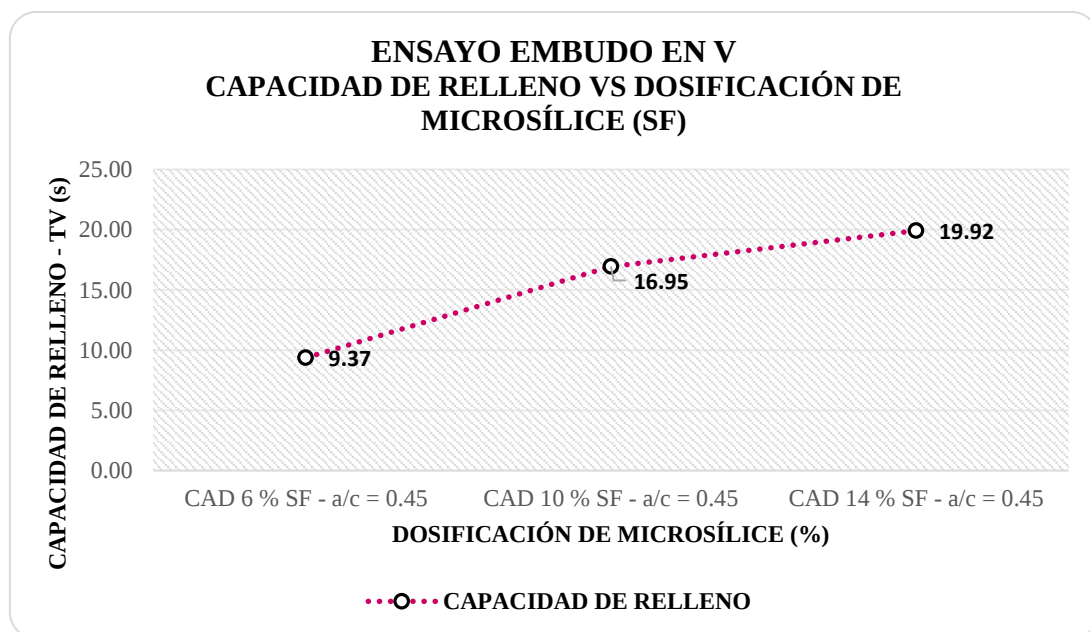


Figura 69. Capacidad de relleno vs dosificación de Microsilíce.

4.5.4. Ensayo de Caja en L

Tabla 45. Resumen ensayo Caja en L

Ensayo Caja en L		
Parámetros a medir	Registros (ensayo)	
CAD 6 % Microsílice		
Capacidad de paso (s)	T20	T40
	1.38	2.28
Factor de bloqueo (cm)	H1	H2
	8	7
	RB =	0.88
CAD 10 % Microsílice		
Capacidad de paso (s)	T20	T40
	1.5	4.29
Factor de bloqueo (cm)	H1	H2
	9	7
	RB =	0.78
CAD 14 % Microsílice		
Capacidad de paso (s)	T20	T40
	8.31	22.3
Factor de bloqueo (cm)	H1	H2
	8	6
	RB =	0.75

Fuente: Elaboración propia.

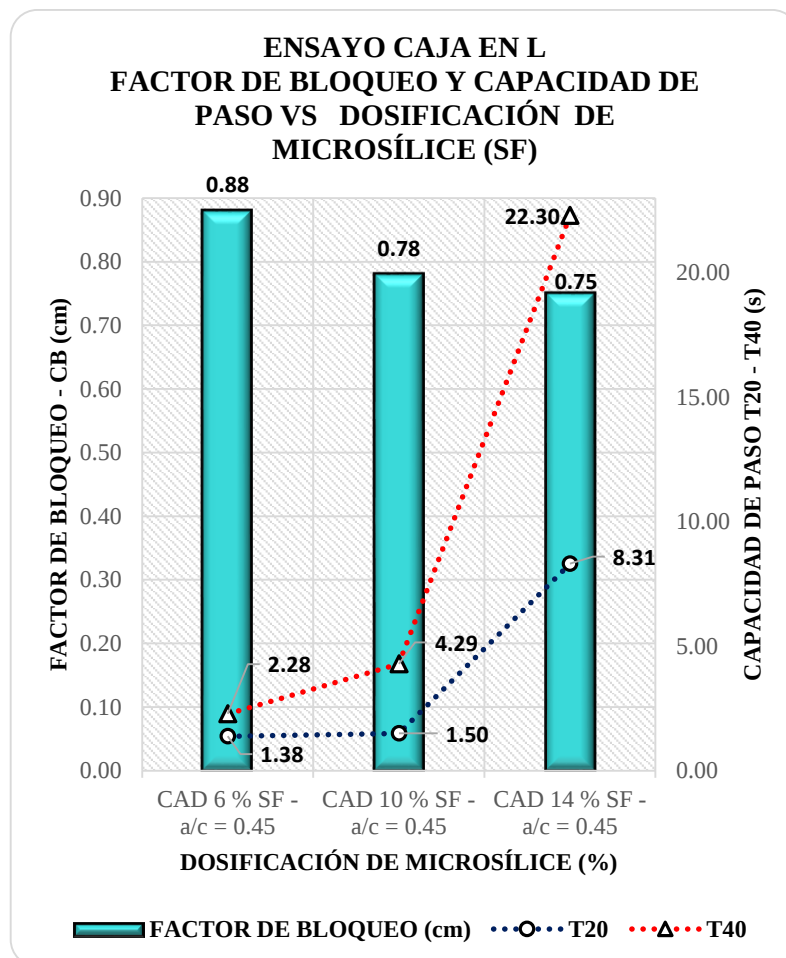


Figura 70. Factor de bloqueo y capacidad de paso vs dosificación de Microsílice.

4.5.5. Ensayo de Pérdida de Finos

Tabla 46. Resumen de la pérdida de finos del Concreto Antideslave (CAD)

Ensayo para la evaluación de la pérdida de finos	
Dosificación (%)	Perdida de finos (%)
CAD 6 % SF	4.46
CAD 10 % SF	2.75
CAD 14 % SF	1.29

Fuente: Elaboración propia.

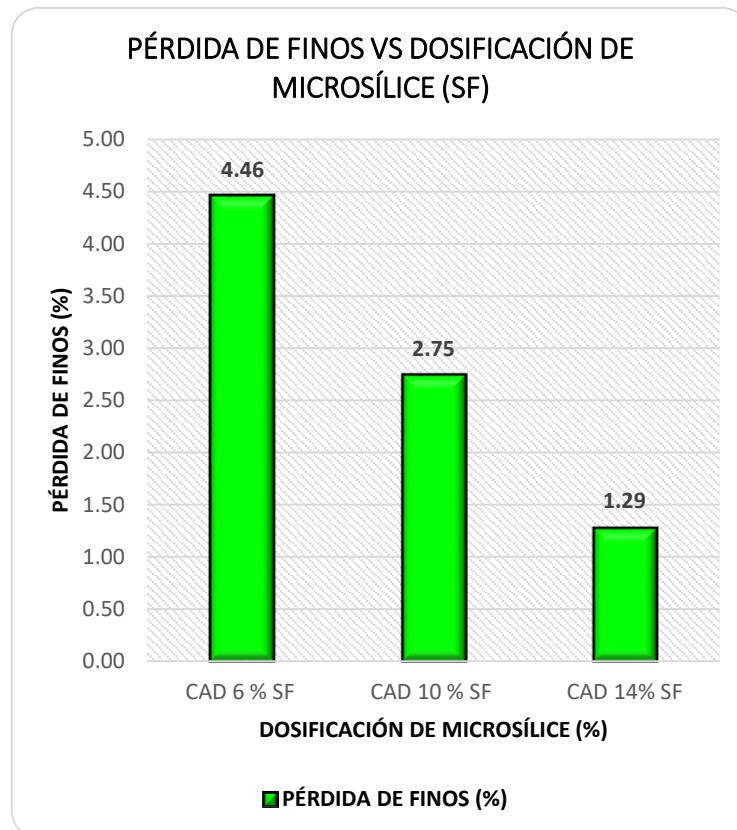


Figura 71. Pérdida de finos vs dosificación de Microsílice.

4.5.6. Método tremie

Se detalla el procedimiento de vaciado de concreto realizado para la evaluación de su comportamiento al entrar en contacto con el agua.



Figura 72. Proceso de vaciado – método tremie (CAD).

4.6. Ensayos de concreto en estado endurecido

4.6.1. Ensayo de resistencia a la compresión

Para la evaluación de la resistencia a la compresión se ensayaron un total de 90 testigos cilíndricos de concreto, 30 por cada dosificación de Microsílice. Se muestra los resultados de la resistencia promedio con su respectiva gráfica, para poder analizar el comportamiento que sufre el concreto a medida que se va variando de dosificación.

Tabla 47. Resistencia a la compresión promedio del Concreto Antideslave (CAD).

Dosificación (%)	Evaluación de la resistencia a la compresión		
	Edad de testigos (días)		
	7	14	28
CAD 6 % SF	455.40	519.38	556.69
CAD 10 % SF	525.72	570.29	609.63
CAD 14% SF	545.69	601.35	656.22

Fuente: Elaboración propia.

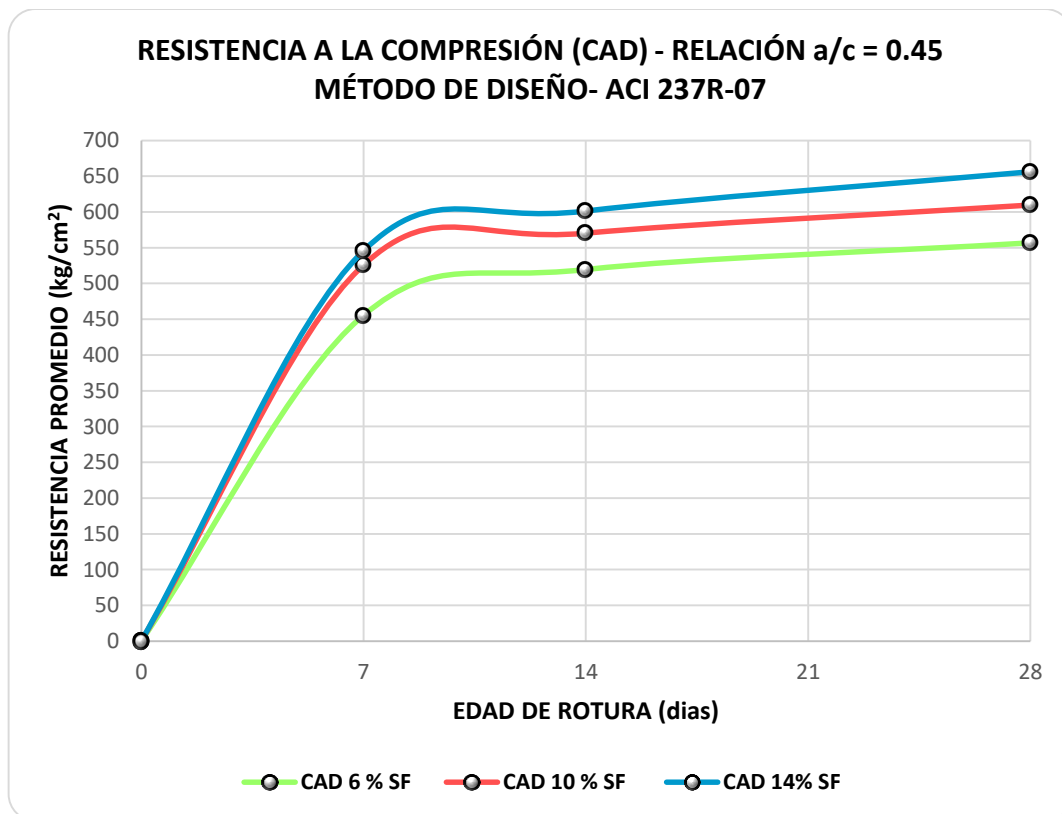


Figura 73. Resistencia a la compresión.

4.7. Análisis estadístico

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

Tabla 48. Análisis de varianza de las variables de estudio principales.

Parámetro	Tiempo de evaluación (días)	Análisis de varianza			Observación
		Factor	F	P	
Resistencia a la compresión	7	Microsílice (6,10,14%)	297.8	0.000	A los 7 días de evaluación, a mayor porcentaje de adición de microsílice mayores resistencias a la compresión.
	14	Microsílice (6,10,14%)	238.45	0.000	A los 14 días de evaluación, a mayor porcentaje de adición de microsílice mayores resistencias a la compresión.
	28	Microsílice (6,10,14%)	109.91	0.000	A los 28 días de evaluación, a mayor porcentaje de adición de microsílice mayores resistencias a la compresión.
Pérdida de finos	-	Microsílice (6,10,14%)	497.65	0.000	A mayor porcentaje de adición de microsílice menores pérdidas de finos.

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de los componentes del concreto.

La granulometría del agregado fino se ajusta a los límites granulométricos estipulados en la ASTM C-33 Huso granulométrico “M” especificaciones normalizadas para agregados en concreto; presentando un módulo de fineza de 3. La granulometría del agregado grueso se encuentra dentro del Huso granulométrico 7 de la NTP 400.037 y presentando un módulo de fineza de 6.35.

El peso específico y la absorción del agregado fino cumplen con las especificaciones requeridas por la NTP 400.022 obteniendo un peso específico de 2.612 gr/cm^3 y una absorción de 2.09%. En el agregado grueso se tuvo un peso específico de 2.649 gr/cm^3 y una absorción de 1.35% de acuerdo a la NTP 400.021.

El contenido de humedad tanto del agregado fino como del agregado grueso al encontrarse húmedos varían con el estado del tiempo por lo cual se debe determinar frecuentemente; cumpliendo así con los requisitos establecidos en la NTP 400.037.

El peso unitario suelto y compactado tanto del agregado fino como del agregado grueso se realizó de acuerdo a la normativa NTP 400.017. En el agregado fino se obtuvo el peso unitario compactado de 1869.91 Kg/m^3 y peso unitario suelto de 1708.19 Kg/m^3 ; en el agregado grueso se obtuvo el peso unitario compactado de 1548.74 Kg/m^3 y peso unitario suelto de 1375.02 Kg/m^3 .

5.2. Discusión del diseño de mezclas.

Para el diseño de mezclas se partió de un procedimiento conceptual, verificando luego su validez mediante ensayos de laboratorios. Para llegar a las características que exige un

concreto antideslave se elaboró siete mezclas de prueba, cuyas propiedades de análisis fueron la fluidez, viscosidad, capacidad de relleno, capacidad de paso, segregación y sangrado, mismas que se fueron ajustando a los requerimientos que se esperaban.

Del proporcionamiento de los agregados que formaron parte en la mezcla se trabajó con la proporción de 68/32 de A/P, proporción encontrada y ajustada mediante el método de Fuller.

Respecto a los parámetros del proporcionamiento señalados en el ACI 237R-07 tales como cantidad agregado grueso, pasta y mortero no se cumplieron del todo debido a que son exigencias aplicadas a otros contextos que no van a cumplir con la realidad nuestra. El único parámetro que cumplió fue el de la fracción de la pasta que se encontró dentro de los rangos establecidos, lo cual no quiere decir que no se obtuvo una mezcla con buenas características, por el hecho mismo de que no hayan cumplido los otros dos parámetros.

Con lo que si se cumplió son los siguientes requerimientos:

- La cantidad de cementante debe estar comprendida entre 400 y 600 kg/m³.
- Relación a/c de 0.40 - 0.45.
- Concretos muy fluidos, de asentamientos altos, de 15 cm a 18 cm, o mejor aún autocompactantes.
- Contenido del árido grueso menor al fino.
- Tamaño máximo del agregado grueso 25 mm, siendo el recomendable de 12 mm a 20 mm.

5.3. Discusión sobre ensayos de concreto en estado fresco

5.3.1. Ensayo de contenido de aire atrapado

El contenido de aire se determinó cumpliendo con las especificaciones según la NTP 339.083; el cual tiende a disminuir lentamente a medida que se aumenta la dosificación de microsílice; pero se mantuvo en el rango que se determinó inicialmente en el diseño que fue de 2.5%.

5.3.2. Peso unitario y rendimiento

De acuerdo a la NTP 339.046 se determinó el peso unitario, el cual tiende a disminuir a medida que se aumenta la dosificación de microsilíce. Se tuvo como resultados: 2374.64 kg/m³, 2352.90 kg/m³, 2350 kg/m³ con la adición de 6%, 10% y 14% de microsilíce respectivamente; los cuales cumplen con el rango que debe cumplir un concreto antideslave que es de 2200 – 2400 kg/m³.

5.3.3. Temperatura del concreto en estado fresco

Se determinó un promedio de la temperatura de acuerdo a las dosificaciones de adicción y cumpliendo con la NTP 339.184, obteniendo temperaturas que van desde los 29 °C y hasta los 30 °C, las cuales son aceptables para el concreto.

5.3.4. Extensión de flujo

Se determinó la fluidez de las mezclas de CAD; teniendo como resultados extensiones que superaron al valor de diseño establecido de 660 mm; interpretando esto se puede decir que mientras mayor sea la extensión mayor será la fluidez y capacidad de relleno.

Respecto al parámetro del T50 que mide la viscosidad de las mezclas se pudo observar que a mayor adición de microsilíce la viscosidad aumenta. La adición de 14% de microsilíce es la única que no cumplió con el tiempo establecido, pero ello no indica que la mezcla no sea válida, debido a las condiciones mismas a las que va estar expuesta la mezcla de concreto.

Además, se evidencio muy buena estabilidad en las mezclas, no existió presencia de segregación y sangrado.

Finalmente podemos decir que las mezclas están dentro de los rangos admisibles de los requisitos generales para la autocompactabilidad.

Datos de los rangos admisibles:

$T_{50} \leq 8 \text{ seg}$

$550 \text{ mm} \leq D_f \leq 850 \text{ mm}.$

5.3.5. Ensayo de embudo en V

Se determinó la capacidad para fluir en dirección vertical a través de pequeñas secciones de las mezclas CAD, donde se observó que la pérdida de fluidez incrementa con la adición de la microsilíce.

Finalmente podemos decir que las mezclas están dentro de los rangos admisibles de los requisitos generales para la autocompactabilidad.

Dato: Rango admisible $4 \text{ seg} \leq Tv \leq 20 \text{ seg}$.

5.3.6. Ensayo de la caja en L

Se determinó la evaluación de la capacidad de paso de las mezclas CAD, teniendo como mejor resultado la adición de 6% microsilíce obteniendo un factor de bloqueo de 0.88, valor que si es más cercano a la unidad es mucho mejor. Además, se evidenció que a mayor adición de microsilíce la mezcla tiende a disminuir su coeficiente de bloqueo, lo que se debe al aumento de viscosidad, propiedad que le confiere la microsilíce al concreto.

No se evidenció segregación alguna en las mezclas.

Finalmente podemos decir que las mezclas están dentro de los rangos admisibles de los requisitos generales para la autocompactabilidad.

Dato: Rango admisible $0.75 \leq CbL \leq 1$.

5.4. Discusión sobre la resistencia a la compresión del concreto

El ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo de acuerdo a la NTP 339.034 estableciendo edades de rotura a los 7, 14, 28 días. A los 28 días se obtuvo resistencias a la compresión promedio de 556.69 kg/cm², 609.63 kg/cm², 656.22 kg/cm² con adición de 6%, 10% y 14% de microsilíce respectivamente. La máxima resistencia a la compresión obtenida en todas las edades de rotura fue con la proporción del 14% de adicción de microsilíce, quedando demostrado que esta adición si permite mejoras en la resistencia mecánica del concreto.

5.5. Discusión sobre las mezclas de prueba.

Mezcla de prueba 1

Del ensayo de extensión de flujo se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 7.95 s. y el DF fue de 550 mm.
- No presento buena capacidad de fluidez.
- La mezcla es inestable, presentando segregación; es decir se evidenció la presencia de agregado grueso en el centro de la mezcla.
- Además, se evidencio un ligero sangrado de la mezcla.

Mezcla de prueba 2

Del ensayo de extensión de flujo se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6.20 s. y el DF fue de 555 mm.
- Presento una regular capacidad para fluir.
- La mezcla fue totalmente inestable, presentando segregación; es decir se evidenció la presencia de agregado grueso tanto en el centro como en un contorno de mezcla.
- Presento un excesivo sangrado.

Mezcla de prueba 3

Del ensayo de extensión de flujo se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6 s. y el DF fue de 650 mm.
- Presento una regular capacidad para fluir.
- La mezcla presento en su composición una sola fase presentando indicios de mejor comportamiento.
- Se observó segregación; donde la acumulación del agregado grueso se presentó alrededor de la mezcla y la mayor concentración de mortero se presentó en el centro.

- Transcurrido los minutos presento un ligero sangrado.

Mezcla de prueba 4

Del ensayo de extensión de flujo se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6.85 s. y el DF fue de 660 mm.
- Presento buena capacidad para fluir.
- La mezcla presento en su composición una sola fase: la distribución pasta-agregado grueso fue más uniforme.
- No se evidenció la presencia de agregado grueso acumulado irregularmente ni mortero alrededor del perímetro, presentando indicios de buen comportamiento.
- Presento un excesivo sangrado.

Mezcla de prueba 5

Del ensayo de extensión de flujo se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6.05 s. y el DF fue de 650 mm.
- Presento buena capacidad para fluir.
- La mezcla presento en su composición una sola fase: la distribución mortero-agregado grueso fue más uniforme.
- No se evidenció la presencia de agregado grueso acumulado irregularmente ni mortero alrededor del perímetro, presentando indicios de buen comportamiento.
- Presento un ligero sangrado.

Mezcla de prueba 6

Del ensayo de extensión de flujo y embudo V se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6.35 s y el DF fue de 690 mm.
- El TV registrado fue de 22.84 s.

- Presento regular capacidad para fluir en ausencia de obstáculos y en dirección vertical a través de pequeñas secciones.
- La mezcla presento en su composición una sola fase presentando indicios de mejor comportamiento.
- Se observó segregación; donde la acumulación del agregado grueso se presentó alrededor de la mezcla y la mayor concentración de mortero se presentó en el centro.
- Presento un ligero sangrado.

Mezcla de prueba 7

Del ensayo de extensión de flujo y embudo V se pudo evidenciar el siguiente comportamiento de la mezcla:

- El T50 fue de 6.40 s y el DF fue de 680 mm.
- El TV registrado fue de 30 s.
- Presento regular capacidad para fluir en ausencia de obstáculos y en dirección vertical a través de pequeñas secciones.
- La mezcla presento en su composición una sola fase donde la distribución mortero - agregado grueso fue más uniforme.
- No se evidenció la presencia de agregado grueso acumulado irregularmente ni mortero alrededor del perímetro, presentando indicios de buen comportamiento.
- Presento un mínimo sangrado.

5.6. Discusión sobre Método tremie

Respecto al concreto en mención, podemos mencionar el siguiente comportamiento:

- Concreto antideslave – 6% Microsílice: el acomodo del concreto fue con mayor facilidad debido a que esta mezcla fue un tanto más fluida, pero si se habla en términos de lavado sufrió un ligero lavado.
- Concreto antideslave – 10% Microsílice: mezcla mucho más estable debido a

que la cohesión y viscosidad fue mayor por lo que la pérdida de finos no fue muy significativa.

- Concreto antideslave – 14 % Microsílice: esta mezcla mostro un buen comportamiento, la cohesión y viscosidad incrementaron debido a la mayor concentración de Microsílice, por tanto, el deslave fue mucho menor respecto a las anteriores.

5.7. Discusión respecto a los antecedentes

(Macedo y Miranda, 2016) utilizaron como diseños de mezcla las recomendaciones de ACI 211 y el método de máxima compacidad.

Gómez (2017) utilizo en su investigación las recomendaciones del ACI 211.

En esta investigación se trabajó con la metodología de diseño basados en las recomendaciones del ACI 237R-07 a partir de ello se puede analizar las principales semejanzas y diferencias tomando como variables de análisis la perdida de finos y la resistencia a la compresión.

(Macedo y Miranda, 2016) en su investigación al adicionar 5%,10% y 15% de microsilíce al concreto en peso del cemento obtuvieron pérdidas de finos de 4.19% y 5.91% aplicando los métodos de diseño del ACI 211 y el de Máxima Compacidad respectivamente; afirmando que independiente de la resistencia que se elija las pérdidas van hacer iguales existiendo variaciones cuando se hable de dosificaciones distintas, obteniendo mejores resultados con la adición del 15% de microsilíce.

En esta investigación se obtuvo perdidas de finos de 4.46%, 2.75% y 1.29% para las adiciones de microsilíce de 6%, 10% y 14 % respectivamente donde los mejores resultados se evidenciaron al adicionar 14% de microsilíce al concreto.

Por la tanto de ambas investigaciones se puede rescatar que a mayor adición de microsilíce el comportamiento del concreto respecto a la pérdida de finos es mucho menor independientemente de la resistencia a la que se diseñe.

(Macedo y Miranda, 2016) sostienen que Sika Fume en su dosificación al 15% llegó a incrementar la resistencia a la compresión a los 28 días hasta un 22% de la resistencia a la que fue diseñada (280 kg/cm²) usando el método ACI.

Gómez (2017) en su investigación al adicionar aditivo antideslave en proporciones de 8%,10% y 12% obtuvo como resultados que con los porcentajes del aditivo en relación al peso del cemento y en todas las edades la resistencia a compresión axial disminuye, lográndose evidenciar la menor pérdida de resistencia con el porcentaje del 10% del peso del cemento, es decir un 2.23% menos que la resistencia de los especímenes patron.

En esta investigación se comparó en cuanto difieren las resistencias comprando el mismo concreto antideslave en sus distintas adiciones ya que no se cuenta con un concreto patron, encontrando que la adición de 10% respecto a la de 6% de microsílíce incrementa la resistencia a la compresión a los 28 días en un 9.51%, la adición de 14% respecto a la de 10% incrementa en un 7.64% y la adición de 14% respecto a la de 6% incrementa su resistencia en un 17.88%.

Por la tanto podemos discrepar en cuanto a la disminución o aumento de la resistencia a la compresión del concreto que puede deberse a la efectividad de una determinada adición o al proceso mismo del diseño y elaboración del concreto. Además, comprando los resultados de las investigaciones donde se usa la misma adición antideslave (microsílíce) se afirma que a mayor adición en el concreto la resistencia a la compresión tiende a aumentar.

5.8. Discusión del análisis estadístico

Análisis estadístico de la Resistencia a la compresión

A. Verificación del supuesto de normalidad

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

P - valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P - valor $< \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

B. Verificación del supuesto de la igualdad de varianzas

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

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

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

Tabla 49. Supuestos de normalidad e igualdad de varianza.

Normalidad – Igualdad de Varianzas				
Resistencia a la compresión a los 7 días				
Normalidad	Prueba de Shapiro Wilk	P - Valor = 0.100	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Levene	P - Valor = 0.687	>	$\alpha = 0.05$
Resistencia a la compresión a los 14 días				
Normalidad	Prueba de Shapiro Wilk	P - Valor = 0.098	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Levene	P - Valor = 0.477	>	$\alpha = 0.05$
Resistencia a la compresión a los 28 días				
Normalidad	Prueba de Shapiro Wilk	P - Valor = 0.092	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Levene	P - Valor = 0.990	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, respecto al supuesto de normalidad al ser mayor el P - valor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos de la variable resistencia a la compresión provienen de una distribución normal. Respecto al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el P - valor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de la variable resistencia son iguales.

C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar si existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión respecto a los diferentes tratamientos se siguió los siguientes criterios.

P - valor $\leq \alpha$ Aceptar H1 = Existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión.

P - valor $> \alpha$ Aceptar Ho = No existe diferencias significativas entre las medias de la resistencia a la compresión.

Tabla 50. Análisis de Varianza.

Análisis de Varianza			
Resistencia a la compresión a los 7 días			
ANOVA	P - Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$
Resistencia a la compresión a los 14 días			
ANOVA	P - Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$
Resistencia a la compresión a los 28 días			
ANOVA	P - Valor = 0.000	<	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el P - valor es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ lo que indica que hay diferencia significativa en las medias de la resistencia a la compresión respecto a los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que los tratamientos si tiene efectos significativos en la resistencia a la compresión.

D. Análisis POST ANVA

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

Tabla 51. Análisis de la diferencia de medias

Post Anva		
Resistencia a la compresión a los 7 días		
	Tratamiento 14%	545.691
Tukey	Tratamiento 10%	525.724
	Tratamiento 6%	455.398
Resistencia a la compresión a los 14 días		
	Tratamiento 14%	601.349
Tukey	Tratamiento 10%	570.288
	Tratamiento 6%	519.379
Resistencia a la compresión a los 28 días		
	Tratamiento 14%	656.218
Tukey	Tratamiento 10%	609.627
	Tratamiento 6%	556.685

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el tratamiento del 14% es el mejor debido a que la resistencia a la compresión tiende a aumentar.

Análisis estadístico de la Pérdida de finos

A. Verificación del supuesto de normalidad

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

P - valor $\geq \alpha$ Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

P - valor $< \alpha$ Aceptar H_1 = Los datos no provienen de una distribución normal.

B. Verificación del supuesto de la igualdad de varianzas

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

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

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

Tabla 52. Supuestos de normalidad e igualdad de varianza.

Normalidad – Igualdad de Varianzas				
Pérdida de finos				
Normalidad	Prueba de Shapiro Wilk	P - Valor = 0.065	>	$\alpha = 0.05$
Igualdad de Varianzas	Prueba de Levene	P - Valor = 0.154	>	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, respecto al supuesto de normalidad al ser mayor el P - valor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos de la variable pérdida de finos provienen de una distribución normal. Respecto al supuesto de igualdad de varianzas al ser mayor el P - valor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de la variable pérdida de finos son iguales.

C. Análisis de varianza (ANOVA)

Para verificar si existe diferencias significativas entre las medias de la pérdida de finos respecto a los diferentes tratamientos se siguió los siguientes criterios.

P - valor $\leq \alpha$ Aceptar H1 = Existe diferencias significativas entre las medias de la pérdida de finos.

P - valor $> \alpha$ Aceptar Ho = No existe diferencias significativas entre las medias de la pérdida de finos.

Tabla 53. Análisis de Varianza.

Análisis de Varianza			
Pérdida de finos			
ANOVA	P-Valor = 0.000	$<$	$\alpha = 0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Se observa que el P - valor es menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$ lo que indica que hay diferencia significativa en las medias de la pérdida de finos respecto a los tratamientos a un nivel de confianza del 95%. Por lo que se concluye que los tratamientos si tiene efectos significativos en la pérdida de finos.

D. Análisis POST ANVA

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

Tabla 54. Análisis de la diferencia de medias

Post Anva		
Pérdida de finos		
	Tratamiento 14%	1.2900
Tukey	Tratamiento 10%	2.7483
	Tratamiento 6%	4.4550

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que el tratamiento del 14% es el mejor debido a que la pérdida de finos tiende a disminuir.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

- Se elaboró el concreto antideslave; obteniendo mejores resultados con la dosificación de 14% de adición de Microsílice y 2% de aditivo superplastificante con pérdidas de finos de 1.29% y resistencia a la compresión a los 28 días de 656.22 kg/cm².
- Se realizó los diseños de mezclas siguiendo las recomendaciones del ACI 237-07 con las proporciones consideradas de microsílice y aditivo superplastificante. Es necesario acotar que a raíz que incrementa la adición de microsílice dentro de la masa cementante incrementa también el requerimiento de aditivo superplastificante.
- Se preparó el concreto antideslave con las dosificaciones propuestas y se evaluó la autocompactabilidad de las mezclas evidenciándose buena estabilidad y trabajabilidad presentando buena capacidad para fluir en ausencia y presencia de obstáculos, buena capacidad para fluir en dirección vertical a través de pequeñas secciones y ausencia de segregación y sangrado.
- De la evaluación de la pérdida de finos mediante el ensayo del CRD C61-89A se obtuvo pérdidas de 4.46%, 2.75% y 1.29% en las dosificaciones de 6%, 10% y 14 % de microsílice respectivamente, cumpliendo con el límite establecido en la norma BS 8443 que es de 15%.
- De la evaluación del ensayo de resistencia a la compresión se obtuvo las siguientes resistencias a los 28 días: 556.69 kg/cm², 609.63 kg/cm², 656.22 kg/cm² en las dosificaciones de 6%, 10% y 14% de microsílice respectivamente.
- La mejor dosificación porcentual la presento el diseño de 14% de adición de

microsílice y 2% de aditivo superplastificante, 450 kg/m³ de material cementante y un esqueleto granular conformado de 68A/32P, con los cuales se obtuvo resultados satisfactorios en cuanto a la disminución notable de la pérdida de finos y el logro de mayores resistencias finales.

6.2. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones con adiciones superiores a las de esta investigación para realizar la evaluación del comportamiento del concreto en cuanto a pérdida de finos y resistencia a la compresión.
- Usar agregado grueso de TMN de 1/2", para la producción de concreto antideslave.
- Mejorar el método de colocación tremie, buscando otras alternativas de sellado del tubo con el propósito de que el agua no ingrese a este al momento de la colocación del concreto.
- En el ensayo de pérdida de finos experimentar con la cesta perforada tanto en las tapas como en el cuerpo de la misma para ver si influye en la evaluación del lavado de finos.
- Evaluar la resistencia al lavado del concreto antideslave mediante la nueva prueba de pulverización (MC-1), desarrollada por la Universidad de Paisley para compararla con la prueba del CRD C61-89A.
- Apoyarse en normativas internacionales (ASTM, UNE) para la evaluación del concreto antideslave en estado fresco debido al vacío que existe en cuanto a normativas peruanas para la evaluación de concretos con requerimientos especiales, esperando se dé solución a ello. Muchas de las veces no se va a cumplir las exigencias de estas normativas internacionales debido al contexto o medio de aplicación, recurriendo a experimentaciones hasta cumplir con lo propuesto.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI 237R-07. (2007). *Self-Consolidating Concrete*.

Bernardo, H., Vicente, M., Gonzáles, D., y Martínez, J. (2015). Efecto de las cargas cíclicas sobre la adherencia hormigón-acero en hormigones sumergidos. *Hormigón y Acero*. 66(277), 225-236.

Bolaños, H. (2012). *Pilotes de gran diámetro colocados en sitio: control en obra y rendimientos para un proyecto de silo de cemento* (Tesis de pregrado). Universidad de Costa Rica, Ciudad universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

Cemex. (2017). *Concreto antideslave*. Recuperado de <https://www.cemexcolombia.com>

Cruz, S. (2014). *Diseño y Control del Concreto Autocompactante en el Valle del Mantaro* (Tesis de pregrado). Universidad Alas Peruanas.

Departamento de Construcciones y Estructuras. (2009). *Cimentaciones - Universidad de Buenos Aires*.

Díaz, J. (2015, noviembre). Alta ingeniería para retos de construcción bajo agua: concreto antideslave. *Construcción y tecnología en concreto*. Recuperado de <http://www.revistacyt.com.mx>.

Dywidag-Systems International Group. (2016). *Mega plaza en Jaén, Perú: Pernos de suelo DYWIDAG estabilizan la excavación para un nuevo centro comercial*. Recuperado de <https://www.dywidag-systems.com>

- European federation dedicated to specialist construction chemicals and concrete Systems (EFNARC). (2002). *Specification and Guidelines for self Compacting Concrete*. Usa: Biblioteca Asocem.
- Gómez, R. (2017). *Resistencia a compresión axial de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con la incorporación de aditivo anti – deslave* (Tesis de pregrado). Universidad privada del norte, Cajamarca, Perú.
- Holland, C. T. (2005). *Silica Fume: user's manual*. Washington, EE.UU.
- Kumar, P (1999). Advancements in Concrete Technology. *Concrete International*, 69-76.
- Macedo, E., & Miranda, J. (2016). *Diseño de concreto antideslave, para vaciados en zonas con presencia de nivel freático alto con uso de aditivos, en la ciudad de Arequipa* (Tesis de pregrado). Universidad Católica Santa María, Arequipa, Perú.
- Magma. (2013). *Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación proyecto: "construcción e implementación del hospital categoría II-2, Hospital Jaén"*
- Melendrez, B. (2002). *Métodos de colocación de concreto bajo agua y aplicaciones en obras portuarias* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Pasquel, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto*. Lima, Perú.
- Rivva, E. (2000). *Naturaleza y Materiales Para el Concreto*. Lima, Perú: ICG
- Rivva, E. (2010). *Diseño de mezclas*. Lima, Perú: ICG
- Sonebi, M. y Khayat, H. (2001, Junio). Effect of Mixture Composition on Relative Strength of Highly Flowable Underwater Concrete. *American Concrete Institute*. Recuperado de <https://www.concrete.org>

The Committee on Concrete in the Japan Society of Civil Engineers (JSCE). (1991). *Recommendations for desing and construction of antiwashout underwater concrete* (19). Recuperado de www.jsce.or.jp

The Concrete Society (1966). *Underwater concrete admixtures*. Recuperado de <http://www.concrete.org.uk>

Zanelli, C., Fernandez, L. (2014). Concreto antideslave: retos de construcción bajo el agua. *Civilízate*. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe>

Zer Geosystem Perú. (2015). “*Estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación y pavimentación Mega Plaza - Jaén*”

DEDICATORIA

A mis **PADRES:**

Esos seres que solo saben brindar amor incondicional, por ser los pilares fundamentales de mi vida y no dejarme desfallecer en los momentos en los que me creí perdido, por ese luchar y sacrificio desmedido y ese anhelo de verme siempre triunfante, por ese ejemplo de vida del cual siempre estaré orgulloso, sin ellos nada de esto sería realidad. Les estaré eternamente agradecido.

A mis **HERMANOS:**

Susan por todo el apoyo desinteresado brindado durante mi formación

profesional, a pesar de nuestras diferencias, siempre estuvo dispuesta a ayudarme a cumplir esta meta.

José y Alan, por toda la ayuda brindada durante mi carrera universitaria.

Milton y Jorge por todos los consejos para salir adelante.

Son los mejores hermanos que puedo tener.

JHIMMY

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

A mi padre MARIANO SOBERON CHILCON y a mi madre CARMEN SANCHEZ DELGADO por haberme dado la mejor herencia de la vida mi educación; por haberme forjado con valores y conducirme por el camino correcto de la vida, LOS AMO.

JORGE

AGRADECIMIENTO

A **Dios** gracias por cada día en el que nos permitió despertar no solo con vida, sino que nos permitió continuar con salud, fuerzas y empeño para ver esta meta cumplida.

A los ingenieros **Wilmer Rojas Pintado** y **Alberto Vázquez Diaz** por la asesoría y el tiempo brindado, por el compartir desinteresado de sus conocimientos y experiencias para enriquecer el presente trabajo, alentarnos en todo momento y estar pendientes en cada paso que dábamos para cumplir nuestro objetivo.

Al ingeniero **Fernando** por su aporte en la realización de este trabajo con lo que respecta al análisis estadístico.

A nuestra casa superior de estudios, la **Universidad Nacional de Jaén** por habernos acogido en sus aulas, habernos formado profesionalmente y por el apoyo brindado para ver materializado esta meta.

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

ANEXOS

ANEXO 1.

ENSAYOS DE AGREGADOS

PARA CONCRETO



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREÁTICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO
NORMA :	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C - 136
CANTERA :	SANTA ROSA
UBICACIÓN :	JAÉN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	24-Jul-19
TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CALIBRADA DE 1/2")
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO GRUESO							
PESO INICIAL SECO (gr)		3,000.00					
PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		2,977.87					
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)		0.74 OK					
TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RET. ACUM. (%)	% QUE PASA (%)	NTP 400.037 H07	
						LIMITE INF.	LIMITE SUP.
3/4 "	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2 "	12.50	236.86	7.90	7.90	92.10	90.00	100.00
3/8 "	9.50	989.56	32.99	40.88	59.12	40.00	70.00
N° 4	4.75	1694.09	56.47	97.35	2.65	0.00	15.00
N° 8	2.36	49.92	1.66	99.01	0.99	0.00	5.00
N° 16	1.18	1.28	0.04	99.06	0.94	-	-
N° 50	0.30	1.45	0.05	99.11	0.89	-	-
CAZOLETA		26.84	0.89	100.00	0.00	-	0
SUMATORIA		3,000.00					
MODULO DE FINURA DE LA PIEDRA EN ESTUDIO (MF) =						6.35	
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO						3/4 "	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO						1/2 "	

OBSERVACION:	LA PIEDRA EN ESTUDIO CUMPLE CON LOS LIMITES GRANULOMETRICOS ESTIPULADOS EN LA NTP 400.037 - HUSO GRANULOMETRICO 7 - ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA AGREGADOS EN CONCRETOS; PRESENTANDO UN MODULO DE FINURA DE 6.35
--------------	--

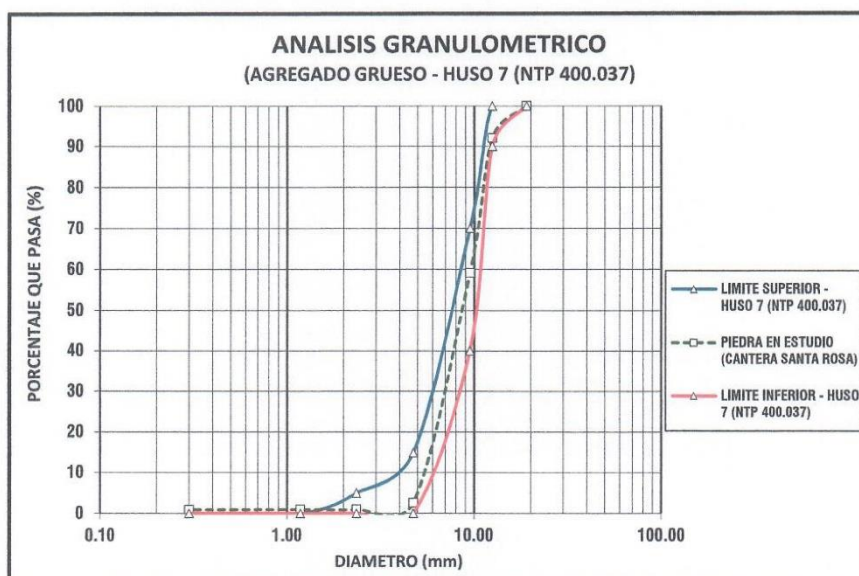
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
ENSAYO :	ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO GRUESO
NORMA :	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C - 136
CANTERA :	SANTA ROSA
UBICACIÓN :	JAÉN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	24-Jul-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO GRUESO (PIEDRA CALIBRADA DE 1/2")
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ



Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION - AGREGADO GRUESO
NORMA :	MTC E 206 / NTP 400.021 / ASTM C-127
CANTERA :	SANTA ROSA
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	25-Jul-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO GRUESO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION - AGREGADO GRUESO			
(A) PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA (gr)	(B) PESO EN EL AIRE DEL AGREGADO SATURADO CON SUPERFICIE SECA (gr)	(C) PESO SUMERGIDO EN AGUA DEL AGREGADO SATURADO (gr)	
4962	5029	3156	
CALCULOS			
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (gr/cm3)	PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm3)	ABSORCION (%)
A/(B-C)	B/(B-C)	A/(A-C)	100*(B-A)/A
RESULTADOS			
2.649	2.685	2.748	1.35

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO
NORMA :	MTC E 203 / NTP 400.017 / ASTM C-29
CANTERA :	SANTA ROSA
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	25-Jul-19
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GRUESO
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
(A) VOLUMEN DEL PROCTOR (m ³) =			0.00411
MUESTRA	(B) P. AGREGADO + REC (gr)	(C) P. REC (gr)	(D) P. AGREGADO (A-B)
1	14170	8490	5680
2	14154	8490	5664
3	14100	8490	5610
PROMEDIO	-	-	5651.33
RESULTADOS = ((D/A)/1000)			
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO (kg/m ³)			1375.02

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO			
(A) VOLUMEN DEL PROCTOR (m ³) =			0.00411
MUESTRA	(B) P. AGREGADO + REC (gr)	(C) P. REC (gr)	(D) P. AGREGADO (A-B)
1	14796	8490	6306
2	14836	8490	6346
3	14934	8490	6444
PROMEDIO	-	-	6365.33
RESULTADOS = ((D/A)/1000)			
PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO (kg/m ³)			1548.74

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO
NORMA :	NTP 339.185 / ASTM C-566
CANTERA :	SANTA ROSA
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	02-Ago-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO GRUESO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHES

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO				
ID	MUESTRA	1	2	3
A	Peso del suelo humedo (gr) =	2000.40	2000.00	2000.40
B	Peso del suelo seco (gr) =	1990.30	1990.90	1988.90
CALCULOS				
C	Peso del agua (gr) = (A - B)	10.10	9.10	11.50
W	Contenido de humedad (%) = ((C/B)*100)	0.51	0.46	0.58
RESULTADOS				
W	Humedad promedio (%)	0.51		

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanches TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREÁTICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO
NORMA :	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C - 136
CANTERA :	JOSECITO
UBICACIÓN :	JAÉN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	17-Jul-19
TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - AGREGADO FINO							
PESO INICIAL SECO (gr)		1,000.00					
PESO FINAL SECO, DESPUES DE LAVADO (gr)		970.00					
MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 (%)		3.00 OK					
N°	TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RET. ACUM. (%)	% QUE PASA (%)	ASTM C-33 HUSO M	
	ABERTURA (mm)					LIMITE INF.	LIMITE SUP.
3/8 "	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75	82.69	8.27	8.27	91.73	85.00	100.00
N° 8	2.36	122.8	12.28	20.55	79.45	65.00	100.00
N° 16	1.18	161.28	16.13	36.68	63.32	45.00	100.00
N° 30	0.60	243.03	24.30	60.98	39.02	25.00	80.00
N° 50	0.30	195.96	19.60	80.58	19.42	5.00	48.00
N° 100	0.15	127.40	12.74	93.32	6.68	0.00	12.00
N° 200	0.075	29.31	2.93	96.25	3.75	-	-
CAZOLETA		37.53	3.75	100.00	0.00	-	-
SUMATORIA		1,000.00					
MODULO DE FINURA DE LA ARENA EN ESTUDIO (MF) =						3	OK

OBSERVACION:	LA ARENA EN ESTUDIO CUMPLE CON LOS LIMITES GRANULOMETRICOS ESTIPULADOS EN LA ASTM C-33 HUSO GRANULOMETRICO "M" - ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS PARA AGREGADOS EN CONCRETO; PRESENTANDO UN MODULO DE FINURA DE 3
--------------	---

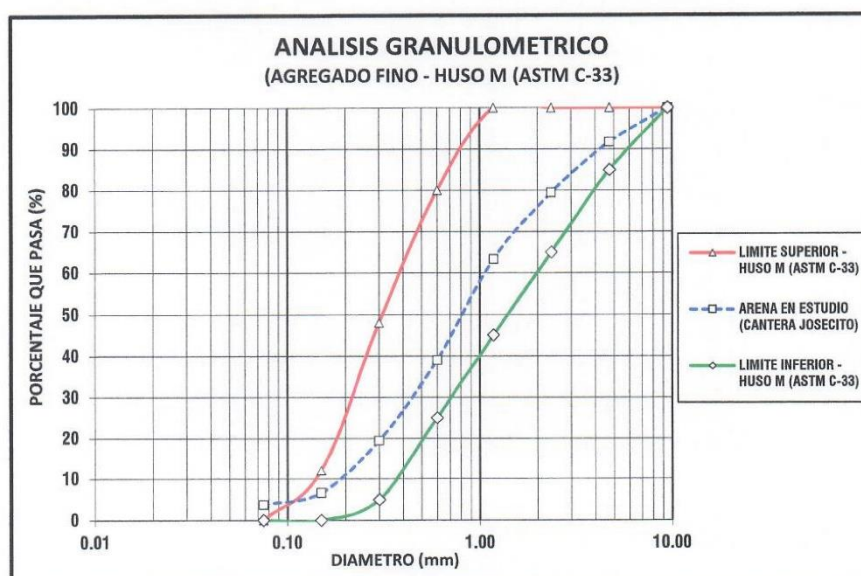
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	ANALISIS GRANULOMETRICO - AGREGADO FINO
NORMA :	MTC E 204 / NTP 400.012 / ASTM C - 136
CANTERA :	JOSECITO
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	17-Jul-19
TIPO DE AGREGADO :	AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ



Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION - AGREGADO FINO
NORMA :	MTC E 205 / NTP 400.022 / ASTM C-128
CANTERA :	JOSECITO
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	19-Jul-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION - AGREGADO FINO			
(A) PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA (gr)	(B) PESO DEL PICNOMETRO AFORADO LLENO DE AGUA (gr)	(C) PESO TOTAL DEL PICNOMETRO AFORADO CON LA MUESTRA Y LLENO DE AGUA (gr)	(D) PESO DE LA MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr)
489.74	731.46	1043.98	500
CALCULOS			
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm ³)	PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S (gr/cm ³)	PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm ³)	ABSORCION (%)
$A/(B+D-C)$	$D/(B+D-C)$	$A/(B+A-C)$	$100*(D-A)/A$
RESULTADOS			
2.612	2.667	2.763	2.09

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREÁTICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
ENSAYO :	PESO UNITARIO - AGREGADO FINO
NORMA :	MTC E 203 / NTP 400.017 / ASTM C-29
CANtera :	JOSECITO
UBICACIÓN :	JAÉN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	25-Jul-19
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO FINO
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
(A) VOLUMEN DEL PROCTOR (m ³) =			0.00411
MUESTRA	(B) P. AGREGADO + REC (gr)	(C) P. REC (gr)	(D) P. AGREGADO (A-B)
1	15484	8490	6994
2	15518	8490	7028
3	15530	8490	7040
PROMEDIO	-	-	7020.67
RESULTADOS = ((D/A)/1000)			
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO (kg/m ³)			1708.19

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
(A) VOLUMEN DEL PROCTOR (m ³) =			0.00411
MUESTRA	(B) P. AGREGADO + REC (gr)	(C) P. REC (gr)	(D) P. AGREGADO (A-B)
1	16095	8490	7605
2	16212	8490	7722
3	16219	8490	7729
PROMEDIO	-	-	7685.33
RESULTADOS = ((D/A)/1000)			
PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO (kg/m ³)			1869.91

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO
NORMA :	NTP 339.185 / ASTM C-566
CANTERA :	JOSECITO
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	02-Ago-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO				
ID	MUESTRA	1	2	3
A	Peso del suelo humedo (gr) =	1000.40	1000.20	1000.50
B	Peso del suelo seco (gr) =	997.70	997.30	996.90
CALCULOS				
C	Peso del agua (gr) = (A - B)	2.70	2.90	3.60
W	Contenido de humedad (%) = ((C/B)*100)	0.27	0.29	0.36
RESULTADOS				
W	Humedad promedio (%)	0.31		

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanches TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

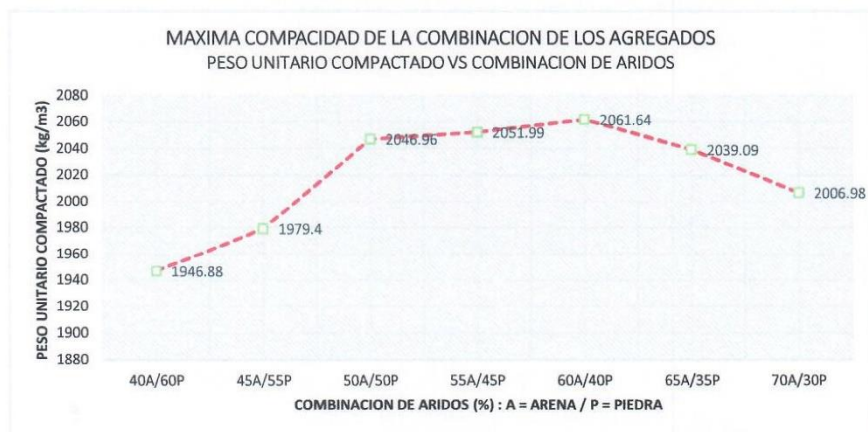


LABORATORIO DE CONCRETO **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	MAXIMA COMPACIDAD DE LOS AGREGADOS
NORMA :	-
CANTERAS :	SANTA ROSA (AGREGADO GRUESO) - JOSECITO (AGREGADO FINO)
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA DE ENSAYO :	26-Jul-19
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

RESUMEN MAXIMA COMPACIDAD DE LA COMBINACION DE LOS AGREGADOS					
COMBINACION ELEGIDA	P. AGREGADO + REC (gr)	P. REC (gr)	P. AGREG (gr)	VOL. REC (m3)	P.U.C (kg/m3)
40A/60P	16491.67	8490	8001.67	0.00411	1946.88
45A/55P	16625.33	8490	8135.33	0.00411	1979.4
50A/50P	16903	8490	8413	0.00411	2046.96
55A/45P	16923.67	8490	8433.67	0.00411	2051.99
60A/40P	16963.33	8490	8473.33	0.00411	2061.64
65A/35P	16870.67	8490	8380.67	0.00411	2039.09
70A/30P	16738.67	8490	8248.67	0.00411	2006.98



Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
METODO :	FULLER
NORMA :	-
CANTERAS :	SANTA ROSA (AGREGADO GRUESO) - JOSECITO (AGREGADO FINO)
UBICACIÓN :	JAEN - CAJAMARCA
FECHA :	10-Set-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

Tamiz	Abertura (mm)	% Pasa AG	% Pasa AF	% Pasa Mezcla 1	% Pasa Mezcla 2	Fuller 12.500
3"	75.000	100	100	100	100	
2 1/2"	62.500	100	100	100	100	
2"	50.000	100	100	100	100	
1 1/2"	37.500	100	100	100	100	
1"	25.000	100	100	100	100	
3/4"	19.000	100	100	100	100	
1/2"	12.500	92	100	97	97	100
3/8"	9.500	59	100	86	87	87
Nº 4	4.750	3	92	62	63	62
Nº 8	2.360	1	79	53	54	43
Nº 16	1.180	1	63	42	43	31
Nº 30	0.600	0	39	26	27	22
Nº 50	0.300	0	19	13	13	15
Nº 100	0.15	0	7	4	5	11

	β	α
Combinacion 1:	0.34	0.66
Combinacion 2:	0.32	0.68

A = 92	B = 3	C = 62
--------	-------	--------

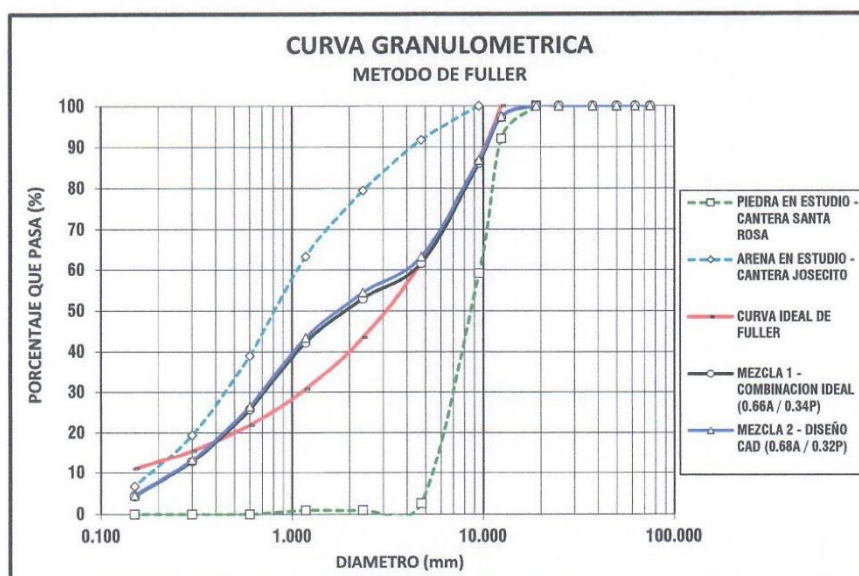
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
METODO :	FULLER
NORMA :	-
CANTERAS :	SANTA ROSA (AGREGADO GRUESO) - JOSECITO (AGREGADO FINO)
UBICACIÓN :	JAÉN - CAJAMARCA
FECHA :	10-Sep-19
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO GRUESO - AGREGADO FINO
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ



Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

ANEXO 2.

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS DEL CEMENTO



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



G-CC-F-04
Versión 03

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	26.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (346)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

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

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

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

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

ANEXO 3.
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS DE LOS
ADITIVOS

HOJA TÉCNICA DE PRODUCTO

SikaFume®

ADITIVO EN POLVO CON BASE A SILICA-FUME

DESCRIPCIÓN
DEL PRODUCTO

SikaFume, es una adición en polvo fino, color gris, con base en microsilica, que permite aumentar las resistencias mecánicas y químicas de hormigones y morteros endurecidos. Su doble efecto puzolánico y granular, mejora las características de la matriz del hormigón o mortero, disminuyendo la porosidad y creando mediante su reacción con la cal libre, una estructura densa y resistente al ataque de aguas y ambientes agresivos. No contiene cloruros. Diseñado para cumplir con los requerimientos de la Norma ASTM C-1240

USOS

SikaFume es de gran utilidad cuando se requiere:

- Colocar hormigón bajo agua.
- Reducir la exudación y la segregación del hormigón.
- Mejorar la aptitud para el bombeo de hormigones y morteros.
- Elaborar hormigones resistentes al ataque de sulfatos.
- Dotar al hormigón de resistencia al ataque químico de aguas y suelos agresivos.
- Reducir la permeabilidad del hormigón.
- Mejorar la cohesión y la adherencia al soporte de hormigones y morteros proyectados.

VENTAJAS

SikaFume imparte a la mezcla las siguientes propiedades:

• EN EL HORMIGÓN FRESCO

- Evita la segregación, mejora la cohesión y la bombeabilidad de hormigones y morteros, en especial cuando se trabaja con diseños de mezcla carentes de finos.
- Reduce el rebote, permite disminuir la cantidad de acelerante y se logran capas de mayor espesor cuando se adiciona a hormigones y morteros proyectados.
- Reduce la energía necesaria para bombear hormigones y morteros.
- Aumenta la adherencia del hormigón con el acero de refuerzo.

• EN EL HORMIGÓN ENDURECIDO

- Disminuye los picos de temperatura de las mezclas cuando se usa como reemplazo parcial de cemento.
- Disminuye la permeabilidad, densifica la matriz de hormigones y morteros y aumenta la compacidad.
- Reduce la permeabilidad a gases como el CO₂ y el SO₂ que carbonatan y disgregan el hormigón.
- Disminuye apreciablemente la penetración de aguas con cloruros y otras sales.
- Reduce notablemente la expansión de hormigón y morteros sometidos a fuerte ataque de sulfatos.

DATOS TÉCNICOS

CONTENIDO DE SO₂: Mayor al 95%
SUPERFICIE ESPECIFICADA: Mayor a 30 m²/g
HUMEDAD: 3 - 5 % aprox.
La humedad del producto, debido a su altísima superficie especificada, puede aumentar, en caso de un inadecuado almacenamiento o de alta humedad relativa en la zona de trabajo. Las normas especifican la humedad solo en razón a que el producto se utiliza como materia prima para elaborar morteros predosificados, que incorporan cemento y una alta humedad los haría endurecer.

MODO DE EMPLEO

SikaFume viene listo para ser empleado. Se adiciona a la mezcla con los agregados o con el cemento. Para garantizar la distribución homogénea de la microsilica en la mezcla, debe incrementarse el tiempo de mezclado.

Este es el siguiente esquema de mezcla tanto en planta como en la obra:

• Colocar en la mezcladora los agregados.

• Adicionar la cantidad de SikaFume requerida y mezclar por 1 minuto.

• Adicionar el cemento y continuar el mezclado hasta los 2 minutos.

• Adicionar el agua de amasado con el superplastificante Sikament disuelto en ella, en la dosis requerida para lograr la consistencia deseada de la mezcla.

• Mezclar por 2 minutos adicionales.

DOSIFICACIÓN

SikaFume se dosifica entre el 3 y el 10% del peso del cemento de la mezcla de acuerdo con los resultados deseados. Debido a que la microsilica es una adición en polvo, muy fina, por su gran superficie específica se genera una mayor demanda de agua, para igual consistencia de la mezcla, por lo tanto debe acompañarse SikaFume con la dosis adecuada de superplastificante Sikament, evitando así elevar la relación agua/cemento. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar el diseño óptimo de la mezcla y las dosis requeridas de adiciones y aditivos.

LIMITACIONES

Proteger el producto de la humedad. Debido a las bajas relaciones a/c característica de los hormigones con microsilica es recomendado el uso de superplastificantes. Para obtener superficies con un acabado eficiente es necesario usar curadores. Se recomienda usar Antisol como curador.

PRECAUCIONES

Se debe prever un excelente curado al momento de utilizar microsilice o SikaFume en los hormigones y morteros. Curar por lo menos durante 7 días, ya que se pueden presentar microfisuras en caso de defectuoso curado. Contiene silice y óxido de hierro. Evite respirar el polvo. Use solamente con ventilación adecuada. Puede causar irritación en la piel, ojos y vías respiratorias. Use gafas de seguridad, guantes de caucho y mascarillas para polvos. En caso de contacto con la piel, lavar la parte afectada con abundante agua y jabón. Para contacto con los ojos lavar con abundante agua durante 15 minutos y consultar un especialista. En caso de derrames accidentales recoger en recipientes adecuados y desecharlos de acuerdo a las regulaciones locales.

PRESENTACIÓN
Fundas de 15 kg.

ALMACENAMIENTO
El tiempo de almacenamiento es de 60 meses, protegido de la humedad.
Condiciones de almacenamiento: lugar seco y bajo techo.

CÓDIGOS R/S
R: 20/36
S: 2/24/25

NOTA LEGAL

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika son proporcionados de buena fe, basados en el conocimiento y experiencia actuales de Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados y manipulados, así como aplicados en condiciones normales de acuerdo a las recomendaciones Sika. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra son tan particulares que de esta información, cualquier recomendación escrita o cualquier otro consejo no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad en particular, así como ninguna responsabilidad que surja de cualquier relación legal. El usuario del producto debe probar la conveniencia del mismo para un determinado propósito. Sika se reserva el derecho de cambiar las propiedades de sus productos. Se debe respetar los derechos de propiedad de terceros. Todas las órdenes de compra son aceptadas de acuerdo con nuestras actuales condiciones de venta y despacho. Los usuarios deben referirse siempre a la edición más reciente de la Hoja Técnica local, cuyas copias serán facilitadas a solicitud del cliente.



Sika Ecuatoriana S.A. <http://ecu.sika.com>
Durán - Km. 3 1/2 vía Durán - Tambo (Cailla 10093) PBX (593-4) 2812700 Fax (593-4) 2819229
Quito - Av. Naciones Unidas entre Higuillo y Núñez de Veía, Edificio Metropolitan. PBX (593-4) 2812700
Cuenca - Av. Ordóñez Lasso y Los Claveles, Edif. Palermo Tel: +5937 4 089725 - 4102829

Hoja técnica de producto
SikaFome
Edición IV2 04-2014
Documento N° 021403031000000019

BUILDING TRUST



HOJA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

Aditivo superplastificante con retardo

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lachada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Alta Impermeabilidad.
- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
- A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
- Reduce la carbonatación del concreto.

	▪ Aumenta la durabilidad del concreto. ▪ Reduce la exudación y la segregación. ▪ Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero. Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.
NORMAS	ESTÁNDARES
	Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo G y ASTM C-1017
DATOS BÁSICOS	
FORMA	COLORES Marro claro a marrón oscuro ASPECTO Líquido PRESENTACIÓN ▪ Granel x 1 L. ▪ Cilindro x 200 L.
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL 12 meses a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
DATOS TÉCNICOS	DENSIDAD 1,06 kg/L ± 0,01 USGBC VALORACIÓN LEED Sika® ViscoCrete®-1110 PE cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)
INFORMACIÓN DEL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS ▪ Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento. ▪ Para concretos fluidos y autocompactantes: 1% - 2 % cm³ por kilogramo de cemento.
MÉTODO DE APLICACIÓN	MODO DE EMPLEO Sika® ViscoCrete®-1110 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo. Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado. Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos. El uso de Sika® ViscoCrete®-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos. El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S.

Hoja Técnica
 Sika® ViscoCrete®-1110 PE
 22.01.15, Edición 4

2/4

BUILDING TRUST



IMPORTANTE	PARA CONCRETOS FLUIDOS Y CONCRETOS AUTOCOMPACTANTES.
	Sika® ViscoCrete®-1110 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado. Cuando el Sika® ViscoCrete®-1110 PE está Congelado. Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva. COMBINACIONES. Sika® ViscoCrete®-1110 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika® - 1, Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, entre otros. Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.
PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN	Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.
ECOLOGÍA	No desechar en vías acuáticas ni en el suelo. Cumplir las normas locales al respecto.
TOXICIDAD	No tóxico según los códigos suizos vigentes sobre salud y seguridad.
NOTAS LEGALES	La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**"La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 3
la misma que deberá ser destruida"**

Hoja Técnica
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
22.01.15, Edición 4

3/4

BUILDING TRUST



PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® ViscoCrete®-1110 PE :

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



2.- Sika CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas"
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
22.01.15, Edición 4

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: información@pe.sika.com



© 2014 Sika Perú S.A.



ANEXO 4.

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS DE LOS

MOLDES CILÍNDRICOS



RCP LABORATORIOS E.I.R.L.

Equipos de Laboratorio Suelo, Concreto y Asfalto



REGISTRO DE VERIFICACION DE EQUIPOS MOLDE PARA BRIQUETAS DE CONCRETO 4" DE PLASTICO	INF: 021-19 MPCP4
--	-------------------

Solicitante : GIRON GAVIDIA YHOONPIER CLODOALDO

Equipo : Molde Plástico para briquetas de Concreto 4" x 8"

Fecha : 25/07/2019

Marca : ORION

Fecha Prox. Verificación : Enero-2020

Cantidad : 35 und

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

Norma de Ensayo : AASHTO M-205-94

Diam. Interior Medido

101.5	101.5	101.5	101.5
-------	-------	-------	-------

Diam. Promedio

101.5

 mm

Diametro Especificado 101.6 +/- 1.5875 mm (4" +/- 1/16 in)

Altura Medido

203.1	203.1	203.1	203.1
-------	-------	-------	-------

Altura Promedio

203.1

 mm

Altura Especificado 203.2 +/- 1.5875 mm (8" +/- 1/16 in)

Acción Recomendada

Reparación y/o dar de baja NO

Equipo Operativo SI

Comentarios:

EQUIPO ACEPTABLE PARA SER USADO

RCP LABORATORIOS E.I.R.L.
Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551

ANEXO 5.
ENSAYOS DEL
CONCRETO EN ESTADO
FRESCO



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"				
ENSAYOS :	CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESION TEMPERATURA DEL CONCRETO PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO FRESCO				
NORMAS :	MTC E 706 / NTP 339.083 / ASTM C - 231 NTP 339184 MTC E 714 / NTP 339.046 / ASTM C - 138				
F'C (Kg/cm2) =	-	% DE ADITIVOS :	SF = 6, 10, 14% / SP = 1.40, 1.65, 2 %		
CANTIDAD DE MUESTRA :	7 L / TANDA				
FECHA DE ENSAYO :	DIA 1 :	13/09/2019	DIA 2 :	14/09/2019	DIA 3 : 15/09/2019
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ				

TANDA	ADICION	ADITIVO	DATOS		
	SIKA FUME (%)	SIKA VISCOCRET 1110 - PE (%)	CONT. DE AIRE (%)	TEMPERAT. (°C)	PESO UNITARIO DEL CONCRETO (kg/m3)
CAD 6 % SF					
T-1	6%	1.40%	2.6	29.4	2375.36
T-2	6%	1.40%	2.5	28.6	2373.91
PROMEDIO	6%	1.40%	2.6	29.0	2374.64
CAD 10 % SF					
T-1	10%	1.65%	2.4	29.7	2350.72
T-2	10%	1.65%	2.5	29.5	2355.07
PROMEDIO	10%	1.65%	2.5	29.6	2352.90
CAD 14 % SF					
T-1	14%	2.00%	2.3	28.9	2352.17
T-2	14%	2.00%	2.5	29.7	2347.83
PROMEDIO	14%	2.00%	2.4	29.3	2350.00

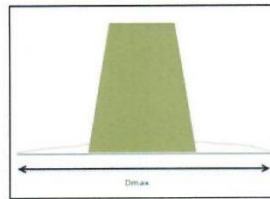
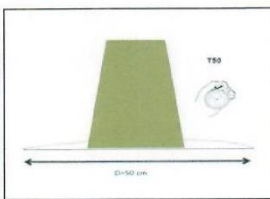
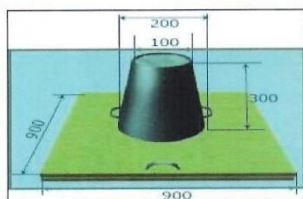
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EXTENSION DE FLUJO (SLUMP FLOW)		
NORMA :	UNE 83361 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	6 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	4:00 p. m.	HORA DE ENSAYO :	4:02 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO DE EXTENSION DE FLUJO - SLUMP FLOW		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
	D1	D2
ESCURRIMIENTO (mm)	710	720
	DF=	715
VISCOSIDAD (T50) (s)	4.47	

OBSERVACION :
CONCRETO MUY ESTABLE
* No hay evidencia de segregacion o sangrado.
* No presenta acumulacion de agregado grueso en el centro.
* No presenta pasta sin agregado grueso en el perimetro.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 8 seg
	d _f	550 mm ≤ d _f ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{BL}	0,75 ≤ C _{BL} ≤ 1,00
Escurecimiento con anillo J	d _{JR}	≥ d _f -50 mm

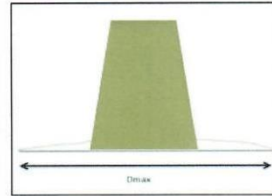
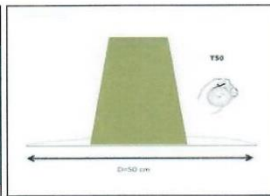
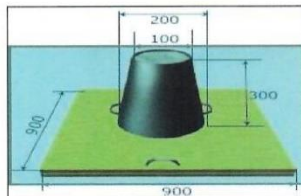
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EXTENSION DE FLUJO (SLUMP FLOW)		
NORMA :	UNE 83361 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	6 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	5:51 p. m.	HORA DE ENSAYO :	5:53 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO DE EXTENSION DE FLUJO - SLUMP FLOW		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
	D1	D2
ESCURRIMIENTO (mm)	670	660
	DF=	665
VISCOSIDAD (T50) (s)	7.29	

OBSERVACION :

CONCRETO MUY ESTABLE

- * No hay evidencia de segregacion o sangrado.
- * No presenta acumulacion de agregado grueso en el centro.
- * No presenta pasta sin agregado grueso en el perimetro.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurrecimiento	T_{50}	$T_{50} \leq 8 \text{ seg}$
	d_f	$550 \text{ mm} \leq d_f \leq 850 \text{ mm}$
Embudo en V	T_V	$4 \text{ seg} \leq T_V \leq 20 \text{ seg}$
Caja en L	C_{BL}	$0.75 \leq C_{BL} \leq 1.00$
Escurrecimiento con anillo J	d_{Jf}	$\geq d_f - 50 \text{ mm}$

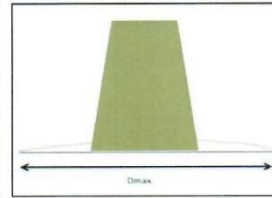
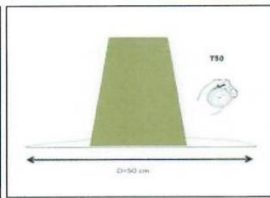
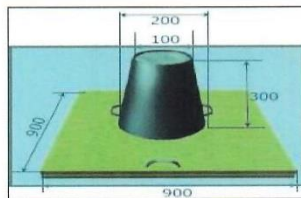
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EXTENSION DE FLUJO (SLUMP FLOW)		
NORMA :	UNE 83361 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 14 % / SP = 2 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	6 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	7:08 p. m.	HORA DE ENSAYO :	7:10 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO DE EXTENSION DE FLUJO - SLUM FLOW		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
	D1	D2
ESCURRIMIENTO (mm)	670	660
	DF=	665
VISCOSIDAD (T50) (s)	8.47	

OBSERVACION :
CONCRETO MUY ESTABLE
* No hay evidencia de segregacion o sangrado.
* No presenta acumulacion de agregado grueso en el centro.
* No presenta pasta sin agregado grueso en el perimetro.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T_{50}	$T_{50} \leq 8 \text{ seg}$
	d_f	$550 \text{ mm} \leq d_f \leq 850 \text{ mm}$
Embudo en V	T_v	$4 \text{ seg} \leq T_v \leq 20 \text{ seg}$
Caja en L	C_{BL}	$0.75 \leq C_{BL} \leq 1.00$
Escurecimiento con anillo J	d_{JF}	$\geq d_f - 50 \text{ mm}$

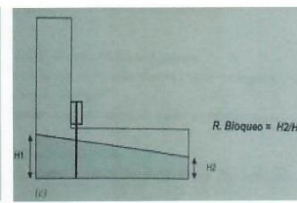
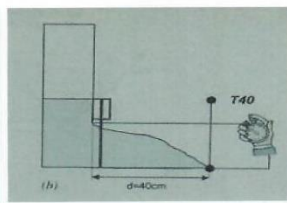
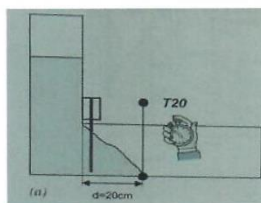
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	CAJA EN L		
NORMA :	UNE 83363 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	14 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	4:00 p. m.	HORA DE ENSAYO :	4:07 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO CAJA EN L		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
CAPACIDAD DE PASO (S)	T20	T40
	1.38	2.28
FACTOR DE BLOQUEO (cm)	H1	H2
	8	7
	RB =	0.88

OBSERVACION :

- * No hay evidencia de segregacion .
- * Presenta muy buena capacidad de paso
- * Presenta muy buena capacidad de relleno (fluidez).
- * No presenta bloqueo.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 8 seg
	d _f	550 mm ≤ d _f ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{bl}	0,75 ≤ C _{bl} ≤ 1,00
Escurecimiento con anillo J	d _{Jf}	≥ d _f -50 mm

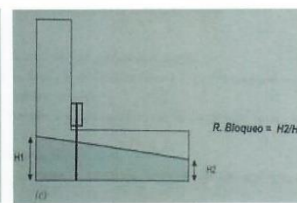
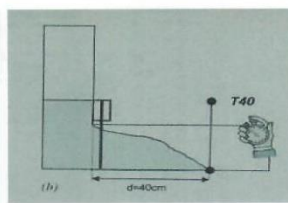
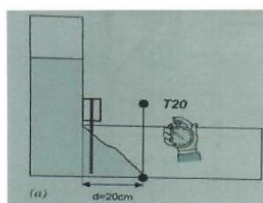
Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	CAJA EN L		
NORMA :	UNE 83363 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	14 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	5:51 p. m.	HORA DE ENSAYO :	5:58 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO CAJA EN L		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
CAPACIDAD DE RELLENO (S)	T20	T40
	1.5	4.29
FACTOR DE BLOQUEO (cm)	H1	H2
	9	7
	RB =	0.78

OBSERVACION :
* No hay evidencia de segregacion .
* Presenta muy buena capacidad de paso
* Presenta muy buena capacidad de relleno (fluidez).
* No presenta bloqueo.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurrecimiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 8 seg
	d _f	550 mm ≤ d _f ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{bl}	0,75 ≤ C _{bl} ≤ 1,00
Escurrecimiento con anillo J	d _{Jf}	≥ d _r -50 mm

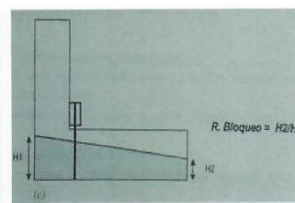
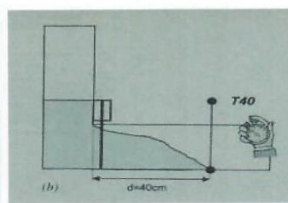
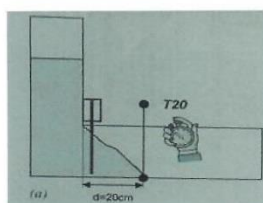
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	CAJA EN L		
NORMA :	UNE 83363 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 14 % / SP = 2 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	14 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	7:08 p. m.	HORA DE ENSAYO :	7:15 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO CAJA EN L		
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)	
CAPACIDAD DE RELLENO (S)	T20	T40
	8.31	22.3
FACTOR DE BLOQUEO (cm)	H1	H2
	8	6
	RB =	0.75

OBSERVACION :
* No hay evidencia de segregacion .
* Presenta buena capacidad de paso.
* Presenta buena capacidad de relleno (fluidez).
* Presenta ligero bloqueo.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escorrentamiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 8 seg
	d _f	550 mm ≤ d _f ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{bl}	0.75 ≤ C _{bl} ≤ 1.00
Escorrentamiento con anillo J	d _{Jf}	≥ d _f -50 mm

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EMBUDO EN V		
NORMA :	UNE 83364 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	12 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	4:00 p. m.	HORA DE ENSAYO :	4:05 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO EMBUDO EN V	
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)
CAPACIDAD DE RELLENO (S)	TV 9.37

OBSERVACION :
* Presenta buena capacidad de relleno.
* Presenta buena habilidad de fluidez.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 8 seg
	d _f	550 mm ≤ d _f ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{BL}	0,75 ≤ C _{BL} ≤ 1,00
Escurecimiento con anillo J	d _J	≥ d _J -50 mm

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EMBUDO EN V		
NORMA :	UNE 83364 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	12 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	5:51 p. m.	HORA DE ENSAYO :	5:56 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO EMBUDO V	
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)
CAPACIDAD DE RELLENO (S)	TV
	16.95

OBSERVACION :
* Presenta buena capacidad de relleno.
* Presenta buena habilidad de fluidez.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T_{50}	$T_{50} \leq 8 \text{ seg}$
	d_f	$550 \text{ mm} \leq d_f \leq 850 \text{ mm}$
Embudo en V	T_V	$4 \text{ seg} \leq T_V \leq 20 \text{ seg}$
Caja en L	C_{BL}	$0.75 \leq C_{BL} \leq 1.00$
Escurecimiento con anillo J	d_{Jf}	$\geq d_f - 50 \text{ mm}$

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO **UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	EMBUDO EN V		
NORMA :	UNE 83364 / ASTM C-1611		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 14 % / SP = 2 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	12 L		
FECHA DE ENSAYO :	10/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	7:08 p. m.	HORA DE ENSAYO :	7:13 p. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		



ENSAYO EMBUDO V	
PARAMETROS A MEDIR	REGISTROS (ENSAYO)
CAPACIDAD DE RELLENO (S)	TV 19.92

OBSERVACION :
* Presenta buena capacidad de relleno.
* Presenta buena habilidad de fluidez.

Tabla A17.2. Requisitos generales para la autocompactabilidad

Ensayo	Parámetro medido	Rango admisible
Escurecimiento	T ₅₀	T ₅₀ ≤ 6 seg
	d _r	550 mm ≤ d _r ≤ 850 mm
Embudo en V	T _V	4 seg ≤ T _V ≤ 20 seg
Caja en L	C _{BL}	0,75 ≤ C _{BL} ≤ 1,00
Escurecimiento con anillo J	d _J	≥ d _r -50 mm

Bach. Jimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"		
ENSAYO :	EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS		
NORMA :	CRD 61 - 89A		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	15 L		
FECHA DE ENSAYO :	13/09/2019		
HORA DE MUESTREO :	10:00 a. m.	HORA DE ENSAYO:	10:10 a. m.
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS						
MUESTREO						
MUESTRA	1	2	3	4	5	6
PESO MOLDE (gr)	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30
MASA INICIAL (MI) + MOLDE(gr)	4319.70	4309.90	4313.90	4320.05	4315.17	4317.92
MASA FINAL (MF) + MOLDE (gr)	4165.10	4145.30	4139.00	4162.40	4142.65	4145.13
MASA INICIAL (gr)	3733.40	3723.60	3727.60	3733.75	3728.87	3731.62
MASA FINAL (gr)	3578.80	3559.00	3552.70	3576.10	3556.35	3558.83
CALCULOS						
% LAVADO ((MI x MF)/MI)*100	4.14	4.42	4.69	4.22	4.63	4.63
PERDIDA DE FINOS PROMEDIO (%)	4.46					
	CUMPLE REQUERIMIENTO (CRD C61 - 89A)					

OBSERVACION :	* La mezcla sometida al ensayo de perdida de finos presento un deslave de 4.46 % cumpliendo los requerimientos exigidos puesto que el limite permisible de perdida de finos es de 15 % . * El mayor deslave se presento en el plano inferior de la muestra. * El plano superior de la muestra presento un ligero deslave. * Los contornos de la muestra no presentan deslave, manteniendo su
----------------------	--



Figura 3. Ensayo de lavado CRD C61 - 89A.

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"				
ENSAYO :	EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS				
NORMA :	CRD 61 - 89A				
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %		
CANTIDAD DE MUESTRA :	15 L				
FECHA DE ENSAYO :	14/09/2019				
HORA DE MUESTREO :	11:50 a. m.		HORA DE ENSAYO:	12:00 p. m.	
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ				

EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS						
MUESTREO						
MUESTRA	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
PESO MOLDE (gr)	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30
MASA INICIAL (MI) + MOLDE (gr)	4310.90	4315.60	4303.10	4307.16	4312.56	4305.90
MASA FINAL (MF) + MOLDE (gr)	4203.30	4215.30	4201.80	4203.50	4208.04	4209.71
MASA INICIAL (gr)	3724.60	3729.30	3716.80	3720.86	3726.26	3719.60
MASA FINAL (gr)	3617.00	3629.00	3615.50	3617.20	3621.74	3623.41
CALCULOS						
% LAVADO $((MI \times MF)/MI) \times 100$	2.89	2.69	2.73	2.79	2.80	2.59
PERDIDA DE FINOS PROMEDIO (%)	2.75					
	CUMPLE REQUERIMIENTO (CRD C61 - 89A)					

OBSERVACION :	* La mezcla sometida al ensayo de perdida de finos presento un deslave de 2.75 % cumpliendo los requerimientos exigidos puesto que el limite permisible de perdida de finos es de 15 % . * El mayor deslave se presento en el plano inferior de la muestra. * El plano superior de la muestra presento un ligero deslave. * Los contornos de la muestra no presentan deslave, manteniendo su
----------------------	--



Figura 3. Ensayo de lavado CRD61 - 89A.

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"				
ENSAYO :	EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS				
NORMA :	CRD 61 - 89A				
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 14 %	/	SP = 2 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	15 L				
FECHA DE ENSAYO :	15/09/2019				
HORA DE MUESTREO :	2:00 p. m.	HORA DE ENSAYO:	2:10 p. m.		
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ				

EVALUACION DE PÉRDIDA DE FINOS						
MUESTREO						
MUESTRA	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
PESO MOLDE (gr)	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30	586.30
MASA INICIAL (MI) + MOLDE (gr)	4256.50	4261.60	4251.50	4258.15	4257.30	4259.82
MASA FINAL (MF) + MOLDE (gr)	4209.50	4206.80	4214.90	4210.25	4208.35	4210.60
MASA INICIAL (gr)	3670.20	3675.30	3665.20	3671.85	3671.00	3673.52
MASA FINAL (gr)	3623.20	3620.50	3628.60	3623.95	3622.05	3624.30
CALCULOS						
% LAVADO $\frac{(MI \times MF)}{MI} \times 100$	1.28	1.49	1.00	1.30	1.33	1.34
PERDIDA DE FINOS PROMEDIO (%)	1.29					
	CUMPLE REQUERIMIENTO (CRD C61 - 89A)					

OBSERVACION :	* La mezcla sometida al ensayo de perdida de finos presento un deslave de 1.29 % cumpliendo los requerimientos exigidos puesto que el limite permisible de perdida de finos es de 15 % . * El mayor deslave se presento en el plano inferior de la muestra. * El plano superior de la muestra presento un ligero deslave. * Los contornos de la muestra no presentan deslave, manteniendo su
----------------------	--



Figura 3. Ensayo de lavado CRD C61 89A.

Bach. Jhimmy Díaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

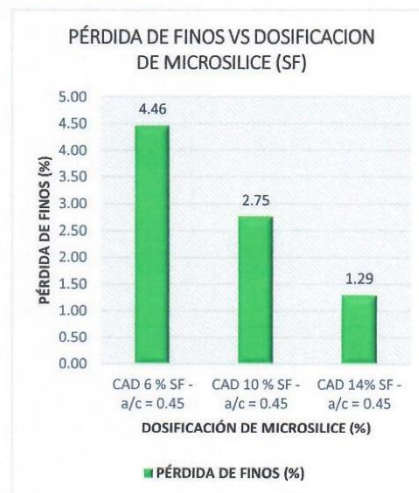


**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"		
ENSAYO :	RESUMEN EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE FINOS		
NORMA :	CRD C61 - 89A		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6, 10, 14% / SP = 1.40, 1.65, 2 %
CANTIDAD DE MUESTRA :	45 L		
FECHA DE ENSAYO :	-		
HORA DE MUESTREO :	-	HORA DE ENSAYO:	-
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

EVALUACIÓN DE LA PÉRDIDA DE FINOS	
DOSIFICACIÓN (%)	PÉRDIDA DE FINOS (%)
CAD 6 % SF - a/c = 0.45	4.46
CAD 10 % SF - a/c = 0.45	2.75
CAD 14% SF - a/c = 0.45	1.29



Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

ANEXO 6.
ENSAYO DE RESISTENCIA
A LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 6 %	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
FECHA DE ELABORACION :	13/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	20/09/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	7 DIAS		
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	38260	10.29	10.39	10.34	83.97	455.64	455.4
2	37100	10.33	10.25	10.29	83.16	446.13	
3	38940	10.31	10.36	10.34	83.97	463.74	
4	37100	10.24	10.24	10.24	82.36	450.46	
5	37680	10.15	10.24	10.19	81.55	462.05	
6	36320	10.20	10.20	10.20	81.71	444.50	
7	36690	10.28	10.33	10.30	83.32	440.35	
8	38890	10.31	10.28	10.29	83.16	467.65	
9	38360	10.34	10.30	10.32	83.65	458.58	
10	39110	10.34	10.36	10.35	84.13	464.88	

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 6 %	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
FECHA DE ELABORACION :	13/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	27/09/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	14 DIAS		
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	41790	10.23	10.27	10.25	82.52	506.42	519.38
2	44230	10.33	10.30	10.31	83.48	529.83	
3	42370	10.25	10.26	10.26	82.68	512.46	
4	41780	10.27	10.21	10.24	82.36	507.29	
5	43140	10.24	10.29	10.27	82.84	520.76	
6	43910	10.34	10.29	10.32	83.65	524.93	
7	42840	10.29	10.21	10.25	82.52	519.15	
8	43260	10.22	10.28	10.25	82.52	524.24	
9	43090	10.19	10.28	10.24	82.36	523.19	
10	43450	10.22	10.30	10.26	82.68	525.52	

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

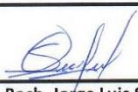


**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 6 %	% DE ADITIVOS :	SF = 6 % / SP = 1.40 %
FECHA DE ELABORACION :	13/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	11/10/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	28 DIAS		
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	48690	10.38	10.38	10.38	84.62	575.40	556.69
2	45150	10.26	10.33	10.30	83.32	541.89	
3	46230	10.33	10.34	10.33	83.81	551.60	
4	46160	10.37	10.33	10.35	84.13	548.67	
5	48680	10.35	10.29	10.32	83.65	581.95	
6	46110	10.38	10.32	10.35	84.13	548.08	
7	45320	10.35	10.30	10.32	83.65	541.78	
8	45710	10.32	10.24	10.28	83.00	550.72	
9	48510	10.26	10.35	10.31	83.48	581.10	
10	45290	10.33	10.22	10.28	83.00	545.66	

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 10 %	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %
FECHA DE ELABORACION :	14/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	21/09/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	7 DIAS		
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	44650	10.27	10.28	10.28	82.98	538.08	525.72
2	42870	10.29	10.27	10.28	82.77	517.94	
3	44370	10.27	10.35	10.31	84.20	526.96	
4	44400	10.26	10.29	10.27	83.13	534.10	
5	42520	10.29	10.31	10.30	83.53	509.04	
6	45130	10.30	10.38	10.34	84.64	533.20	
7	43300	10.27	10.29	10.28	83.19	520.50	
8	44730	10.29	10.33	10.31	83.87	533.33	
9	43520	10.39	10.29	10.34	83.19	523.14	
10	43010	10.36	10.25	10.31	82.56	520.95	

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 10 %	% DE ADITIVOS :	SF = 10 % / SP = 1.65 %
FECHA DE ELABORACION :	14/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	28/09/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	14 DIAS		
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	47280	10.35	10.32	10.34	83.97	563.06	570.29
2	48300	10.32	10.27	10.29	83.16	580.81	
3	47730	10.27	10.29	10.28	83.00	575.06	
4	47990	10.29	10.33	10.31	83.48	574.87	
5	47730	10.29	10.27	10.28	83.00	575.06	
6	47430	10.28	10.36	10.32	83.65	567.01	
7	47660	10.35	10.36	10.36	84.30	565.36	
8	47780	10.32	10.33	10.32	83.65	571.19	
9	46590	10.28	10.30	10.29	83.16	560.25	
10	47510	10.29	10.32	10.30	83.32	570.21	

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

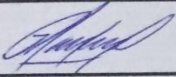
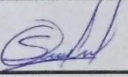


**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39
ID PROBETA :	CAD 10 % % DE ADITIVOS : SF = 10 % / SP = 1.65 %
FECHA DE ELABORACION :	14/09/2019
FECHA DE ENSAYO :	12/10/2019
EDAD DE LA PROBETA :	28 DIAS
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	51500	10.33	10.38	10.36	84.30	610.91	609.63
2	50230	10.34	10.32	10.33	83.81	599.33	
3	50520	10.37	10.35	10.36	84.30	599.29	
4	51620	10.36	10.33	10.35	84.13	613.57	
5	50650	10.39	10.37	10.38	84.62	598.56	
6	49690	10.37	10.39	10.38	84.62	587.21	
7	51830	10.38	10.37	10.37	84.46	613.66	
8	51340	10.39	10.33	10.36	84.30	609.02	
9	52760	10.36	10.34	10.35	84.13	627.12	
10	53750	10.37	10.35	10.36	84.30	637.60	

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"		
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
ID PROBETA :	CAD 14 %	% DE ADITIVOS :	SF = 14 % / SP = 2 %
FECHA DE ELABORACION :	15/09/2019		
FECHA DE ENSAYO :	22/09/2019		
EDAD DE LA PROBETA :	7 DIAS		
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	45090	10.34	10.33	10.33	83.76	538.32	545.69
2	45090	10.38	10.28	10.33	82.97	543.45	
3	46180	10.33	10.29	10.31	83.13	555.52	
4	45410	10.28	10.23	10.26	82.21	552.37	
5	45640	10.25	10.29	10.27	83.08	549.35	
6	44820	10.36	10.27	10.32	82.85	540.98	
7	45140	10.23	10.24	10.23	82.32	548.35	
8	45740	10.28	10.25	10.26	82.47	554.63	
9	45000	10.29	10.35	10.32	84.17	534.63	
10	44790	10.24	10.28	10.26	83.05	539.31	

		
Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39
ID PROBETA :	CAD 14 % % DE ADITIVOS : SF = 14 % / SP = 2 %
FECHA DE ELABORACION :	15/09/2019
FECHA DE ENSAYO :	29/09/2019
EDAD DE LA PROBETA :	14 DIAS
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	49940	10.24	10.23	10.23	82.19	607.62	601.35
2	51150	10.23	10.22	10.23	82.19	622.34	
3	50470	10.26	10.33	10.29	83.16	606.90	
4	49120	10.24	10.36	10.30	83.32	589.53	
5	50380	10.30	10.32	10.31	83.48	603.50	
6	49570	10.35	10.36	10.35	84.13	589.21	
7	50510	10.32	10.29	10.30	83.32	606.22	
8	50170	10.28	10.34	10.31	83.48	600.98	
9	50250	10.35	10.33	10.34	83.97	598.43	
10	49250	10.33	10.32	10.32	83.65	588.76	

 Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	 Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	 Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR
---	---	---



**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAEN"
ENSAYO :	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39
ID PROBETA :	CAD 14 % % DE ADITIVOS : SF = 14 % / SP = 2 %
FECHA DE ELABORACION :	15/09/2019
FECHA DE ENSAYO :	13/10/2019
EDAD DE LA PROBETA :	28 DIAS
RESPONSABLES:	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ

PROBETA N°	CARGA (kg)	DIAMETRO 1 (cm)	DIAMETRO 2 (cm)	DIAMETRO PROMEDIO (cm)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
1	55850	10.31	10.31	10.31	83.48	669.02	656.22
2	53670	10.32	10.35	10.33	83.81	640.38	
3	56790	10.32	10.30	10.31	83.48	680.28	
4	54750	10.33	10.27	10.30	83.32	657.11	
5	54380	10.36	10.25	10.30	83.32	652.66	
6	53320	10.28	10.35	10.31	83.48	638.72	
7	53210	10.22	10.35	10.28	83.00	641.08	
8	55060	10.31	10.24	10.28	83.00	663.37	
9	54110	10.33	10.25	10.29	83.16	650.67	
10	55090	10.27	10.22	10.24	82.36	668.89	

Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

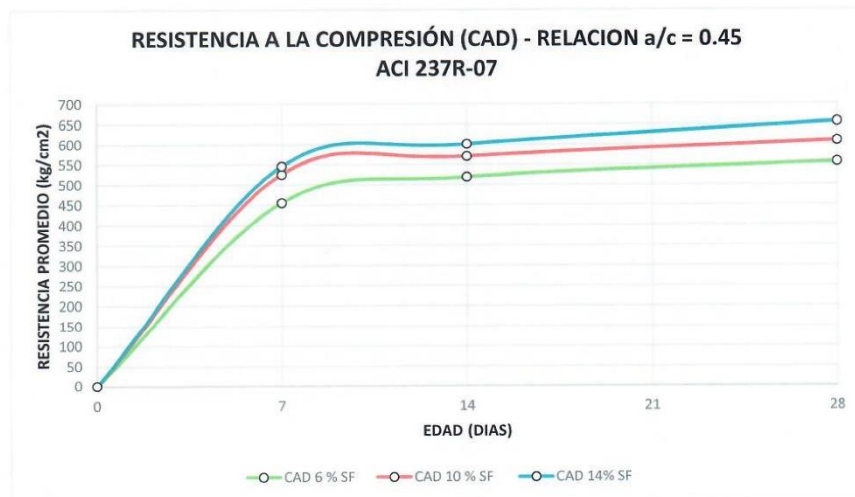


**LABORATORIO DE CONCRETO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**



TESIS :	"CONCRETO ANTIDESLAVE CON INCORPORACION DE ADITIVOS PARA VACIADO EN ESTRUCTURAS BAJO NIVEL FREATICO ALTO - DISTRITO DE JAÉN"		
ENSAYO :	RESUMEN RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS		
NORMA :	MTC E 704 / NTP 339.034 / ASTM C - 39		
RELACION a/c :	0.45	% DE ADITIVOS :	SF = 6, 10, 14% / SP = 1.40, 1.65, 2 %
FECHA DE ELABORACION :	-		
FECHA DE ENSAYO :	-		
EDAD DE LA PROBETA :	-		
RESPONSABLES :	JHIMMY DIAZ GONZALES JORGE LUIS SOBERON SANCHEZ		

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
DOSIFICACION (%)	EDAD DE TESTIGOS (DIAS)			
	0	7	14	28
CAD 6 % SF	0	455.40	519.38	556.69
CAD 10 % SF	0	525.72	570.29	609.63
CAD 14% SF	0	545.69	601.35	656.22



Bach. Jhimmy Diaz Gonzales TESISTA	Bach. Jorge Luis Soberon Sanchez TESISTA	Ing. Wilmer Rojas Pintado ASESOR

ANEXO 7.
PANEL FOTOGRAFICO

ELABORACIÓN DEL CONCRETO ANTIDESLAVE (CAD)



COMPONENTES DEL CAD



**ELABORACIÓN DE MEZCLAS CON LA SUPERVISIÓN DE LOS ASESORES, INGENIEROS
WILMER ROJAS PINTADO Y ALBERTO VÁZQUEZ DÍAZ**



MEZCLA CAD: 10 % DE ADICIÓN DE MICROSÍLICE

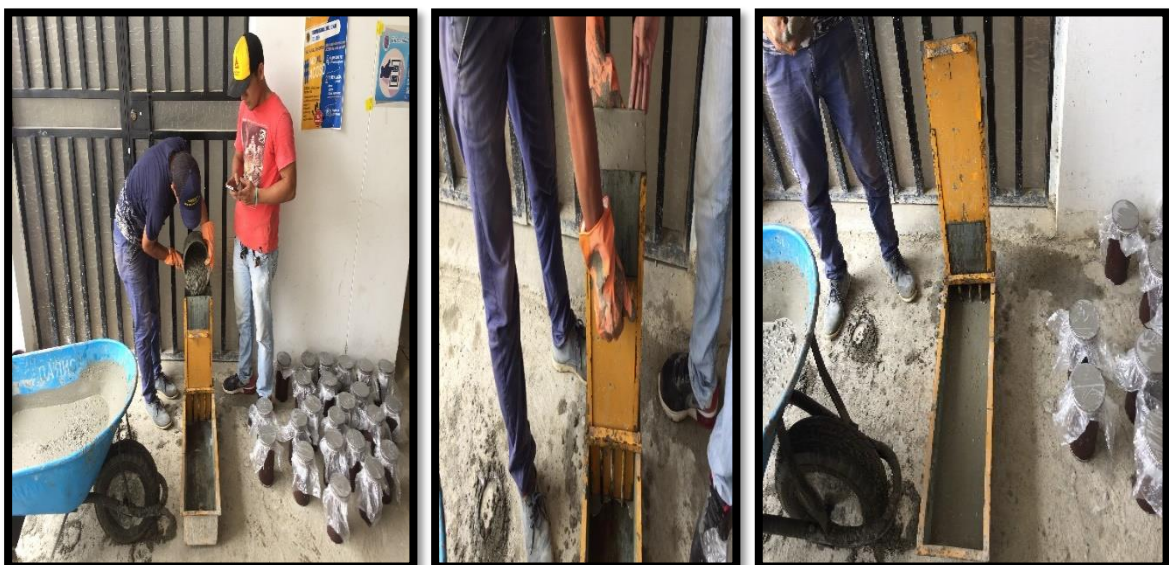
ENSAYOS DE CONCRETO ANTIDESLAVE EN ESTADO FRESCO



ENSAYO DE EXTENSIÓN DE FLUJO



ENSAYO EMBUDO V CON LA SUPERVISIÓN DEL ASESOR ING. ALBERTO VÁSQUEZ DÍAZ



ENSAYO CAJA EN L

ENSAYO DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDA DE FINOS



INMERSIÓN DE LA MUESTRA EN EL TUBO AFORADO CON AGUA



MUESTRA ANTES DE LA INMERSIÓN



MUESTRA DESPUÉS DE LA INMERSIÓN

ENSAYO DE COLOCACIÓN DE CONCRETO MÉTODO TREMIE



CAJA DE VIDRIO Y SELLADO DEL TUBO ANTES DE LA COLOCACION DE CONCRETO



COLOCACIÓN DE CONCRETO A TRAVÉS DEL TUBO



RETIRO DEL TUBO Y COMPORTAMIENTO DE LA MEZCLA EN PRESENCIA DE AGUA

ENSAYO DE EVALUACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



TOMA DE DIÁMETROS Y RUPTURA DE ESPÉCIMENES



FALLA DEL ESPÉCIMEN SOMETIDO A ESFUERZO DE COMPRESIÓN



ESPÉCIMENES ENSAYADOS

ANEXO 8.
ANÁLISIS ESTADÍSTICO
EN EL SOFTWARE
MINITAB 18

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Resistencia a la compresión a los 7 días

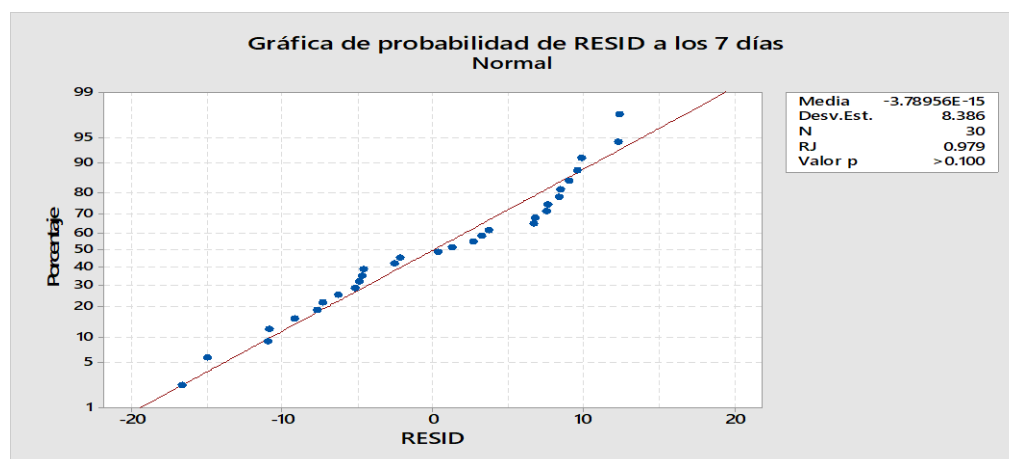


Figura 74. Prueba de normalidad.

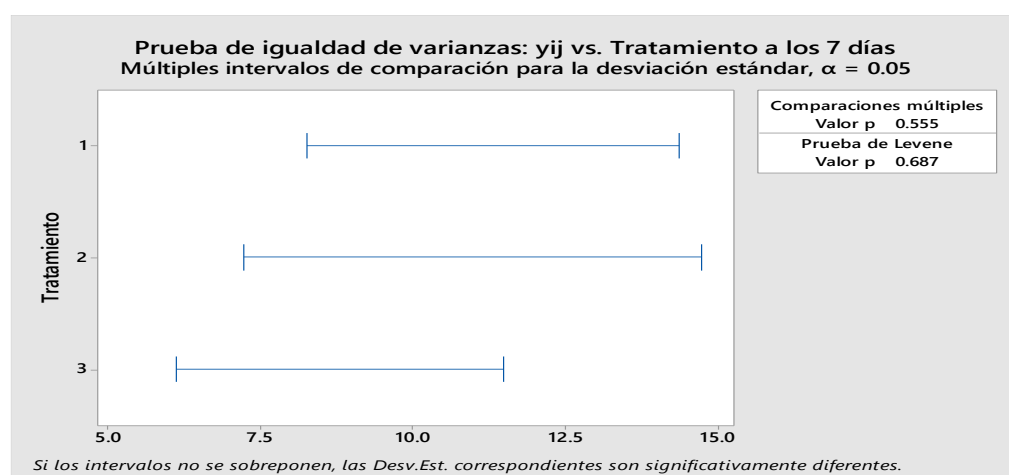


Figura 75. Prueba de igualdad de varianzas.

Tabla 55. Análisis de Varianza (ANOVA).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	44991	22495.4	297.80	0.000
Error	27	2040	75.5		
Total	29	47030			

Fuente: software Minitab 18.

Se observa que el Valor $p < 0.05$ para los tratamientos, lo que indica que hay diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 56. Comparaciones por parejas de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
14% microsílice	10	545.691	A
10% microsílice	10	525.724	B
6% microsílice	10	455.398	C

Fuente: software Minitab 18.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se afirma que el mejor tratamiento corresponde al 14% debido a que la resistencia a la compresión es mayor.

Resistencia a la compresión a los 14 días

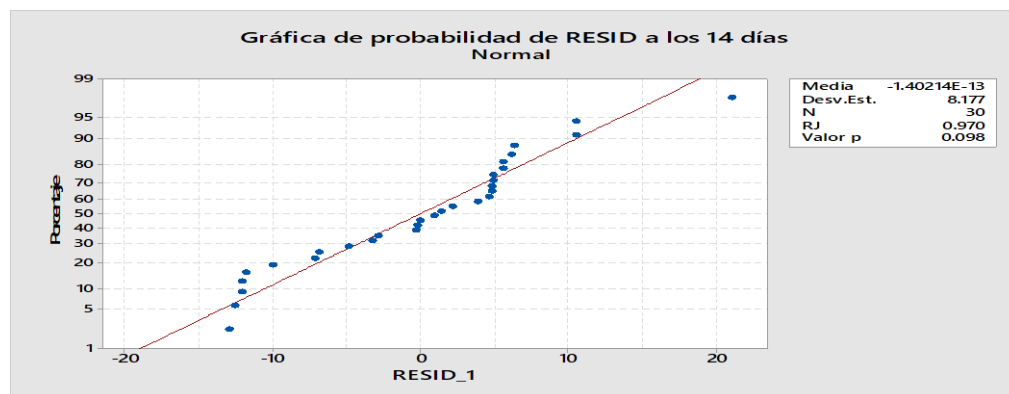


Figura 76. Prueba de normalidad.

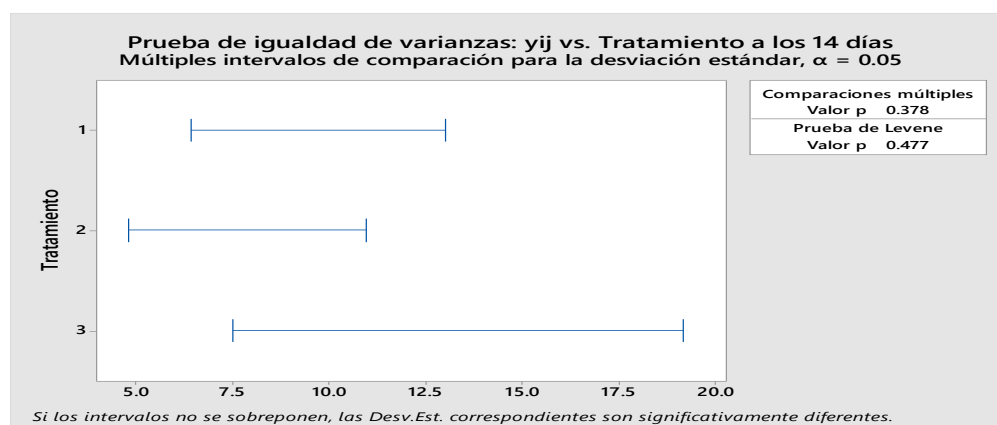


Figura 77. Prueba de igualdad de varianzas.

Tabla 57. Análisis de Varianza (ANOVA).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	34252	17126.0	238.45	0.000
Error	27	1939	71.8		
Total	29	36191			

Fuente: software Minitab 18.

Se observa que el Valor $p < 0.05$ para los tratamientos, lo que indica que hay diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 58. Comparaciones por parejas de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
14% microsílice	10	601.349	A
10% microsílice	10	570.288	B
6% microsílice	10	519.379	C

Fuente: software Minitab 18.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se afirma que el mejor tratamiento corresponde al 14% debido a que la resistencia a la compresión es mayor.

Resistencia a la compresión a los 28 días

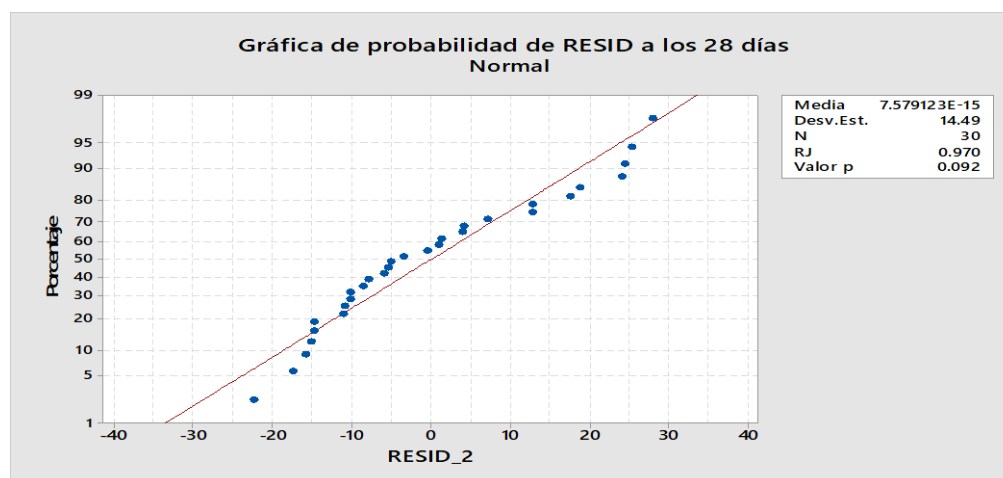


Figura 78. Prueba de normalidad.

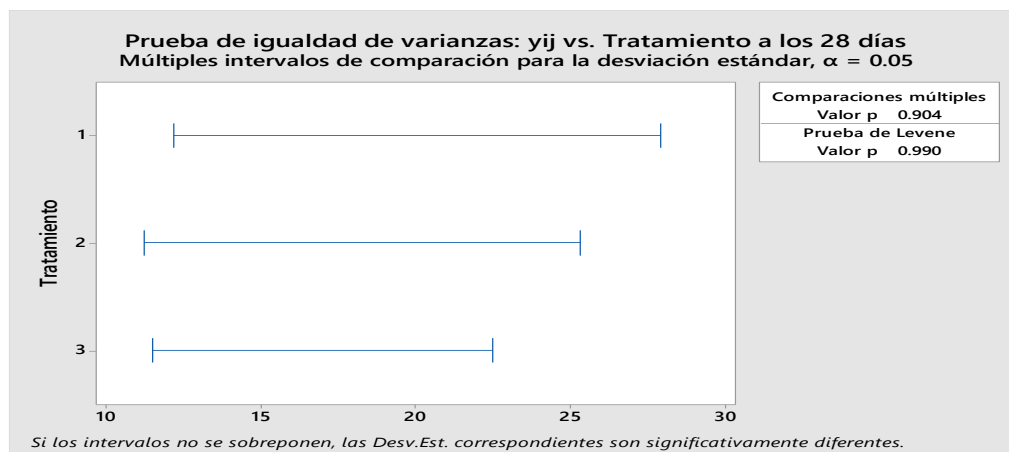


Figura 79. Prueba de igualdad de varianzas.

Tabla 59. Análisis de Varianza (ANOVA).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	49601	24800.7	109.91	0.000
Error	27	6092	225.6		
Total	29	55694			

Fuente: software Minitab 18.

Se observa que el Valor $p < 0.05$ para los tratamientos, lo que indica que hay diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 60. Comparaciones por parejas de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
14% microsílice	10	656.218	A
10% microsílice	10	609.627	B
6% microsílice	10	556.685	C

Fuente: software Minitab 18.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se afirma que el mejor tratamiento corresponde al 14% debido a que la resistencia a la compresión es mayor.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA PÉRDIDA DE FINOS

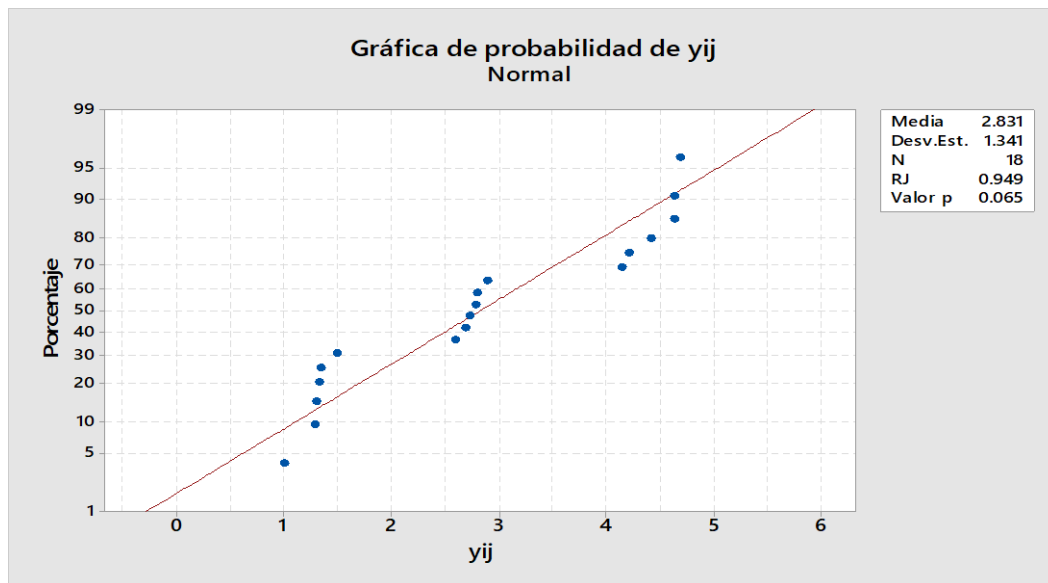


Figura 80. Prueba de normalidad.

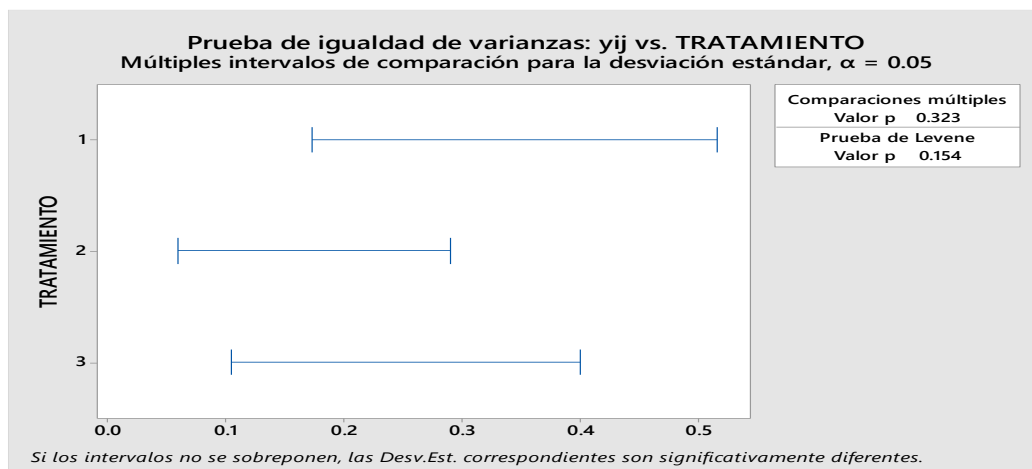


Figura 81. Prueba de igualdad de varianzas.

Tabla 61. Análisis de Varianza (ANOVA).

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	2	30.1133	15.0567	497.65	0.000
Error	15	0.4538	0.0303		
Total	17	30.5672			

Fuente: software Minitab 18.

Se observa que el Valor $p < 0.05$ para los tratamientos, lo que indica que hay diferencia significativa entre tratamientos, a un nivel de confianza del 95%.

Tabla 62. Comparaciones por parejas de Tukey.

Tratamiento	N	Media	Agrupación
14% microsílice	6	1.2900	A
10% microsílice	6	2.7483	B
6% microsílice	6	4.4550	C

Fuente: software Minitab 18.

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se afirma que el mejor tratamiento corresponde al 14% debido a que la pérdida de finos es menor.