

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DIRECTOS Y
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE EL CONCRETO
TRADICIONAL Y EL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN EL
DISTRITO DE TACNA, 2021”**

**PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

**Bach. MERLY GIULIANA JIMÉNEZ SALINAS
Bach. GUSTAVO ANDREÉ POLO LUQUE**

**TACNA – PERÚ
2024**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DIRECTOS Y
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN ENTRE EL CONCRETO
TRADICIONAL Y EL CONCRETO AUTOCOMPACTANTE EN EL
DISTRITO DE TACNA, 2021”**

Tesis sustentada y aprobada el 1 de octubre de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS

VOCAL : Mtra. MARÍA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO

ASESOR : Mtro. ULIANOV FARFÁN KEHUARUCHO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Merly Giuliana Jiménez Salinas y Gustavo Andreé Polo Luque, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71224119 y 72513465 respectivamente, así como Ulianov Farfán Kehuarucho con DNI 80456293; declaramos en calidad de autores y asesor que:


1. Somos los autores de la *tesis* titulada: *Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante en el distrito de Tacna, 2021*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.


En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 1 de octubre de 2024


Merly Giuliana Jiménez Salinas
DNI: 71224119


Gustavo Andreé Polo Luque
DNI: 72513465


Ulianov Farfán Kehuarucho
DNI: 80456293

DEDICATORIA

A Dios, ser divino que guía mis pasos y llena mi alma de esperanza. A mi padre, Freddy; por enseñarme con su ejemplo el valor del esfuerzo y la perseverancia. A mi madre amada, Lourdes; por su amor inquebrantable, su apoyo incondicional y su fe en mis capacidades, que son la luz que ilumina mi camino. A mis queridas hermanas, Miryam y Diana; mis confidentes y compañeras de risas, por sus consejos y palabras de aliento en todo momento. A Paolo, mi compañero de vida y amado esposo, por su paciencia y apoyo constante, por ser siempre la persona que me impulsa a seguir adelante.

Merly Giuliana Jiménez Salinas

DEDICATORIA

A Dios, mi familia y amigos.

Gustavo Andréé Polo Luque

AGRADECIMIENTO

Deseamos expresar nuestra más profunda gratitud a todas las personas que contribuyeron para hacer posible la realización de este documento.

Con mucha estima y particularidad al Ing. Cristian Daniel Sotomayor Cruz, director general de Consultcreto S.A.C. por sus enseñanzas impartidas y por habernos presentado a personajes extraordinarios en la industria peruana del concreto.

Personas como el Ing. Luciano López Vinatea, especialista en proyectos de construcción subterránea y gerente regional de UGC para Latinoamérica de BASF Construction Chemicals, MasterBuilders Solutions Perú, al igual que su valioso equipo de profesionales Ing. Milagros Dávila y Arq. Pamela Zapata Beltrán que nos otorgaron las facilidades y el honor de poder trabajar con los productos de prominente calidad que ofrece su representada a la industria de la construcción peruana.

Al Ing. Juan Ramón Rosales Heredia (padre) e Ing. Juan Rosales Yacila (hijo), representantes de IngeServicios S.A.C. por habernos permitido el uso de los diferentes ambientes de su laboratorio de concreto y concedernos la grata experiencia de trabajar junto a su personal técnico y profesional, Ing. Fernando Kedy Incacutipa Aguilar, Ing. Julio César Carrión Gutiérrez, Renato Rivera Hidalgo, Alex Arturo Quispe Andrade, Max Antony Paucara Clemente y Juan Miguel Quica Quispe.

Y a nuestro asesor, Ing. Uliyanov Farfán Kehuarucho, por brindarnos su tiempo y apoyo.

Merly Giuliana Jiménez Salinas y Gustavo Andreé Polo Luque

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación e importancia.....	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Hipótesis.....	5
1.5.1. Hipótesis general	5
1.5.2. Hipótesis específicas	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Ámbito internacional	6
2.1.2. Ámbito nacional	7
2.1.3. Ámbito regional.....	9
2.2. Bases teóricas	9
2.2.1. Concreto convencional	9
2.2.1.1. Componentes del concreto	9
2.2.1.2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 211	18
2.2.1.3. Propiedades del concreto en estado fresco	18
2.2.2. Concreto autocompactante.....	20
2.2.2.1. Compatibilidad cemento-aditivo	21

2.2.2.2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 237	25
2.2.2.3. Características en Estado Fresco	28
2.2.2.4. Control de Calidad	29
2.2.3. Aplicaciones del concreto	35
2.2.4. Resistencia a la compresión del concreto.....	36
2.2.5. Costo Directo en la elaboración de Concreto.....	36
2.3. Definición de términos.....	38
2.3.1. Cemento	38
2.3.2. Agregado fino	38
2.3.3. Agregado grueso	38
2.3.4. Resistencia a la compresión	38
2.3.5. Diseño de mezcla	39
2.3.6. Relación agua/cemento	39
2.3.7. Aditivo superplastificante	39
2.3.8. Concreto autocompactante.....	39
2.3.9. Concreto tradicional.....	39
2.3.10. Costos directos	39
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	40
3.1. Diseño de la investigación	40
3.2. Acciones y actividades.....	40
3.2.1. Caracterización de cemento y aditivo mediante eficiencia y eficacia de combinación para diseño de mezclas de concreto.....	40
3.2.2. Selección de agregados	42
3.2.3. Desarrollo de ensayos en agregados	45
3.2.4. Diseño de mezclas	46
3.2.5. Rotura de testigos de concreto	48
3.3. Materiales y/o instrumentos	48
3.4. Población y/o muestra de estudio	49
3.5. Operacionalización de variables	49
3.6. Procesamiento y análisis de datos.....	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	51
4.1. Diseño de mezclas.....	51
4.1.1. Concreto convencional	51
4.1.1.1. Diseño de mezcla para cemento tipo HE y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	51
4.1.1.2. Diseño de mezcla para cemento tipo IP y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	51
4.1.2. Concreto autocompactante.....	52
4.1.2.1. Compatibilidad cemento-aditivo	52

4.1.2.2. Diseño de mezcla para cemento tipo HE, MasterGlenium SCC 3800 y $f'c=280$ kg/cm ²	66
4.1.2.3. Diseño de mezcla para cemento tipo HE, MasterEase 3900 y $f'c=280$ kg/cm ²	66
4.1.2.4. Diseño de mezcla para cemento tipo IP, MasterGlenium SCC 3800 y $f'c=280$ kg/cm ²	67
4.1.2.5. Diseño de mezcla para cemento tipo IP, MasterEase 3900 y $f'c=280$ kg/cm ²	67
4.2. Comprobación de propiedades del concreto en estado fresco.....	67
4.2.1. Concreto Convencional.....	67
4.2.2. Concreto autocompactante.....	68
4.2.2.1. Ensayo de extensión de flujo (slump flow)	68
4.2.2.2. Ensayo T ₅₀ y estabilidad de la mezcla.....	68
4.2.2.3. Ensayo de extensión de flujo con anillo de barras (J-ring)	69
4.2.2.4. Ensayo de embudo en V (V-box)	70
4.2.2.5. Ensayo de caja en L (L-box)	71
4.2.2.6. Ensayo de caja en U (U-box)	72
4.3. Comprobación de resistencia a la compresión de testigos de concreto	73
4.3.1. Concreto convencional	73
4.3.1.1. Cemento Yura tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A. F.....	73
4.3.1.2. Cemento Yura tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A. F.	74
4.3.2. Concreto autocompactante.....	75
4.3.2.1. Cemento Yura tipo IP + MasterEase 3900 (0,65 %).....	75
4.3.2.2. Cemento Yura tipo IP + MasterGlenium SCC 3800 (1,15 %).....	76
4.3.2.3. Cemento Yura tipo HE + MasterEase 3900 (1,10 %).....	77
4.3.2.4. Cemento Yura tipo HE + MasterGlenium SCC 3800 (1,15 %)	78
4.4. Análisis de costos unitarios.....	79
4.4.1. Concreto convencional con cemento tipo IP	79
4.4.2. Concreto convencional con cemento tipo HE	80
4.4.3. Concreto autocompactante con cemento tipo IP y aditivo MasterEase 3900....	81
4.4.4. Concreto autocompactante con cemento tipo IP y aditivo MasterGlenium SCC 3800	82
4.4.5. Concreto autocompactante con cemento tipo HE y aditivo MasterEase 3900.....	83
4.4.6. Concreto autocompactante con cemento tipo HE y aditivo MasterGlenium SCC 3800	83
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	85
5.1. Diseño de mezclas.....	85

5.2. Resistencia a la compresión	89
5.3. Análisis de costos unitarios.....	94
CONCLUSIONES	97
RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de cemento NTP 334.082:2024.....	10
Tabla 2. Tipos de cemento NTP 334.090:2024.....	10
Tabla 3. Características técnicas del cemento Yura tipo IP	11
Tabla 4. Características técnicas del cemento Yura tipo HE.....	12
Tabla 5. Características técnicas del cemento Yura tipo HS.....	13
Tabla 6. Límites granulométricos para agregado fino	15
Tabla 7. Límites granulométricos para agregado grueso	16
Tabla 8. Clasificación de aditivos químicos.....	20
Tabla 9. Índices de estabilidad en pasta	25
Tabla 10. Objetivos de extensibilidad.....	25
Tabla 11. Contenido de polvo sugerido.....	27
Tabla 12. Resumen de los parámetros de prueba de proporción de mezcla CAC.....	27
Tabla 13. Valores de Índice de Estabilidad Visual	31
Tabla 14. Evaluación de bloqueo.....	32
Tabla 15. Resumen de ensayos para control de calidad de concreto autocompactante	35
Tabla 16. Edades de ensayo y tolerancias permisibles	36
Tabla 17. Tipos de cemento ensayados para elaboración de pastas.....	40
Tabla 18. Tipos de aditivos ensayados para elaboración de pastas	41
Tabla 19. Combinaciones de mezcla ensayados mediante compatibilidad cemento- aditivo	41
Tabla 20. Agregados extraídos de la cantera Arunta	43
Tabla 21. Agregados extraídos de la cantera sector Hospicio	45
Tabla 22. Ensayos realizados para determinar las propiedades físicas de los agregados para diseño de mezclas	45
Tabla 23. Ensayos de calidad realizados para determinar las propiedades físico- químicas del agregado grueso.....	45
Tabla 24. Ensayos de calidad realizados para determinar las propiedades físico- químicas del agregado fino.....	46
Tabla 25. Operacionalización de variables	50
Tabla 26. Resultados de ensayos en muestras de agregados para concreto convencional.....	51
Tabla 27. Combinaciones de pastas de concreto evaluadas	52
Tabla 28. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C1A1	52

Tabla 29. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C1A2	54
Tabla 30. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C1A3	55
Tabla 31. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A1	57
Tabla 32. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A2	58
Tabla 33. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A3	60
Tabla 34. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A1	61
Tabla 35. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A2	63
Tabla 36. Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A3	64
Tabla 37. Resultados de ensayos en muestras de agregados para concreto autocompactante	65
Tabla 38. Características del aditivo MasterGlenium SCC 3800	65
Tabla 39. Características del aditivo MasterEase 3900	66
Tabla 40. Resultados ensayo de asentamiento	67
Tabla 41. Resultados de ensayo de extensibilidad	68
Tabla 42. Resultados de ensayo T_{50} y estabilidad	69
Tabla 43. Resultados de capacidad de paso con anillo J	69
Tabla 44. Resultados de capacidad de relleno con embudo V	70
Tabla 45. Resultados de la relación de bloqueo	71
Tabla 46. Resultados de la capacidad de relleno.....	72
Tabla 47. Resultados de rotura por compresión axial, CV-IP.....	73
Tabla 48. Resultados de rotura por compresión axial, CV-HE	74
Tabla 49. Resultados de rotura por compresión axial, CAC-IP3900	75
Tabla 50. Resultados de rotura por compresión axial, CAC-IP3800	76
Tabla 51. Resultados de rotura por compresión axial, CAC-HE3900.....	77
Tabla 52. Resultados de rotura por compresión axial, CAC-HE3800.....	78
Tabla 53. Análisis de precios unitarios de concreto convencional $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura IP	79
Tabla 54. Análisis de precios unitarios de concreto convencional $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura HE	80
Tabla 55. Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura IP + 0,65 % aditivo MasterEase 3900	81
Tabla 56. Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura IP + 1,15 % aditivo MasterGlenium SCC 3800	82
Tabla 57. Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura HE + 1,10 % aditivo MasterEase 3900	83
Tabla 58. Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm ² con cemento Yura HE + 1,40 % aditivo MasterGlenium SCC 3800.....	84

Tabla 59. Desglose de la sub partida concreto elaborado en planta.....	84
Tabla 60. Dosificaciones de mezcla de concreto con cemento Yura IP	85
Tabla 61. Dosificaciones de mezcla de concreto con cemento Yura HE	85
Tabla 62. Comparación de costo de materiales entre el concreto convencional y concreto autocompactante.....	95
Tabla 63. Resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}) si no hay datos disponibles para establecer la desviación estándar	107
Tabla 64. Factor “k” para aumentar la desviación estándar de acuerdo al número de pruebas de resistencia a la compresión considerados.....	108
Tabla 65. Resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr}) si hay datos para establecer la desviación estándar	108
Tabla 66. Rangos típicos de asentamiento sin aditivos reductores de agua para diversos tipos de construcción.	109
Tabla 67. Rangos típicos de asentamiento según la consistencia de la mezcla	110
Tabla 68. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento, sin aditivos reductores de agua y tamaños máximos de agregados.....	111
Tabla 69. Relación a/c y resistencia a la compresión promedio del concreto	112
Tabla 70. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de agregados utilizados	14
Figura 2. Instrumentos para ensayo de compatibilidad de aditivo en pastas de cemento	22
Figura 3. Variación del tiempo de fluidez con la dosis de aditivo	23
Figura 4. Variación del tiempo del diámetro final con la dosis de aditivo	24
Figura 5. Dimensiones de caja en L.....	33
Figura 6. Dimensiones de Caja U	34
Figura 7. Flujo operativo de pastas de concreto elaboradas.....	42
Figura 8. Ubicación satelital de la cantera Arunta	42
Figura 9. Material característico de explotación en la cantera Arunta	43
Figura 10. Ubicación satelital de la cantera sector Hospicio	44
Figura 11. Material característico de explotación en la cantera sector Hospicio	44
Figura 12. Diagrama de flujo operativo para el diseño de mezcla de concreto convencional.....	47
Figura 13. Diagrama de flujo operativo para el diseño de mezcla de concreto autocompactante	48
Figura 14. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A1	53
Figura 15. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A1	53
Figura 16. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A2	54
Figura 17. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A2.....	55
Figura 18. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A3	56
Figura 19. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A3	56
Figura 20. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A1	57
Figura 21. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A1	58
Figura 22. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A2	59
Figura 23. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A2	59
Figura 24. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A3	60
Figura 25. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A3	61
Figura 26. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C3A1	62
Figura 27. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C3A1	62
Figura 28. Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C3A2	63
Figura 29. Resultados de ensayo mini cono slump, serie C3A2	64
Figura 30. Comparación de extensibilidad entre mezclas de concreto autocompactante	68

Figura 31. Comparación de resultados T_{50} entre muestras de concreto autocompactante	69
Figura 32. Comparación de resultados de diferencia de extensibilidades con anillo J entre muestras de concreto autocompactante	70
Figura 33. Comparación de la capacidad de paso entre mezclas de concreto autocompactante	71
Figura 34. Relación de bloqueo entre mezclas de concreto autocompactante	72
Figura 35. Capacidad de relleno entre mezclas de concreto autocompactante	73
Figura 36. Desarrollo de la resistencia de compresión, mezcla CV-IP.....	74
Figura 37. Desarrollo de la resistencia de compresión, mezcla CV-HE	75
Figura 38. Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-IP3900	76
Figura 39. Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-IP3800	77
Figura 40. Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-HE3900.....	78
Figura 41. Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-HE3800.....	79
Figura 42. Proporcionamiento de materiales para concreto con cemento Yura IP.....	86
Figura 43. Proporcionamiento de materiales para concreto con cemento Yura HE	87
Figura 44. Resultados de resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura IP.....	90
Figura 45. Desarrollo de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura IP a través del tiempo	91
Figura 46. Resultados de resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura HE	92
Figura 47. Desarrollo de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura HE a través del tiempo	93
Figura 48. Costo por m^3 de mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	94
Figura 49. Costo de materiales por m^3 por mezcla de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	96

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia	106
Anexo 2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 211.....	107
Anexo 3. Ensayos de agregados	116
Anexo 4. Ensayos de calidad de agregados	128
Anexo 5. Diseños de mezclas para concreto convencional	139
Anexo 6. Diseños de mezclas para concreto autocompactante.....	142
Anexo 7. Protocolos de calidad para prevaciado	147
Anexo 8. Resultados de rotura de testigos de concreto.....	152

RESUMEN

La presente tesis se realizó para obtener un análisis comparativo de los costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto convencional y el concreto autocompactante en el distrito de Tacna. Para la elaboración de ambos tipos de concreto, se utilizó la metodología documentada por los distintos comités del Instituto Americano del Concreto (ACI), empleando diferentes tipos de cemento disponibles localmente de la cementera Yura y una variedad de aditivos químicos reductores de agua de alto rango de la empresa Master Builders Solutions. Inicialmente, se determinó el porcentaje óptimo de aditivo superplastificante a utilizar en el concreto autocompactante mediante ensayo de pastas, estableciendo así dos tipos de cementos y dos aditivos químicos para su posterior análisis. Se determinó la proporción de materiales necesarios para cada mezcla, siendo dos de concreto convencional y cuatro de concreto autocompactante, considerando una resistencia de diseño a la compresión de 280 kg/cm^2 . De estos diseños, se obtuvieron en total 54 muestras de probetas cilíndricas que fueron sometidas a carga axial de compresión para determinar su resistencia. Finalmente, los resultados indicaron un mejor desarrollo en términos de resistencia a la compresión para las mezclas de concreto autocompactante a los 7, 14 y 28 días. Sin embargo, se determinó que estas mezclas presentan un costo más elevado en comparación con las de concreto convencional.

Palabras clave: concreto autocompactante; concreto convencional; reductor de agua; resistencia a la compresión; aditivo superplastificante; costo.

ABSTRACT

This thesis was carried out with the aim of obtaining a comparative analysis of the direct costs and compressive strength between conventional concrete and self-compacting concrete in the district of Tacna. For the preparation of both types of concrete, the methodology documented by the different committees of the American Concrete Institute (ACI) was used, using different types of cement available locally from the Yura cement plant and a variety of high-range water-reducing chemical admixtures from the company Master Builders Solutions. Initially, the optimal percentage of superplasticizer admixture to be used in self-compacting concrete was determined through paste tests, thus establishing two types of cement and two chemical admixtures for subsequent analysis. The proportion of materials needed for each mix was determined, being two conventional concrete and four self-compacting concrete, considering a design compressive strength of 280 kg/cm². A total of 54 cylindrical test tube samples were obtained from these designs, which were subjected to axial compression loading to determine their strength. Finally, the results indicated a better development in terms of compressive strength for self-compacting concrete mixtures at 7, 14 and 28 days. However, it was determined that these mixtures have a higher cost compared to conventional concrete.

Keywords: superplasticizer additive; self-compacting concrete; conventional concrete; water reducer; compressive strength; cost.

INTRODUCCIÓN

El rubro de la construcción enfrenta constantemente la búsqueda de nuevas técnicas y/o materiales que optimicen los procesos constructivos y a su vez reduzcan costos, sin dejar de priorizar la calidad de las estructuras. En este sentido, el concreto autocompactante se ha posicionado como una alternativa innovadora, capaz de optimizar los procesos constructivos convencionales. En el distrito de Tacna, el estudio de esta tecnología resulta importante ya que se podría aprovechar sus ventajas como la optimización de procesos constructivos, mejorar la calidad de las edificaciones y eficiencia en el empleo de recursos.

La presente investigación busca realizar un análisis comparativo detallado de los costos directos y la resistencia a la compresión entre el concreto convencional y el concreto autocompactante en el distrito de Tacna.

La estructura de este trabajo de investigación se compone por cinco capítulos: el Capítulo I, correspondiente al "Planteamiento del problema", se enfocará en describir la problemática existente, la formulación del problema, su justificación e importancia, además se detallará los objetivos a cumplir y la hipótesis a comprobar. En el Capítulo II, se desarrolla el Marco Teórico, donde se revisará los antecedentes internacionales, nacionales y regionales, además se explicarán los conceptos fundamentales relacionados con el concreto convencional, concreto autocompactante y los costos directos relacionados. El Capítulo III, describe el Marco Metodológico, donde se explica el enfoque y métodos para llevar a cabo la investigación tales como el tipo de diseño de la investigación, las acciones y actividades, así como los materiales e instrumentos a utilizar y la forma de procesamiento y análisis de datos. El Capítulo IV, corresponde a Resultados, donde se examinarán mediante tablas y figuras los resultados obtenidos de los ensayos realizados como la compatibilidad cemento-aditivo, diseños de mezcla para concreto convencional y concreto autocompactante, las resistencias a la compresión y el análisis de costos unitarios para ambos concretos. El Capítulo V, contempla la Discusión de Resultados, en este capítulo se interpretará los resultados obtenidos comparándolos con estudios previos existentes, de igual forma se culminará con las conclusiones y recomendaciones del trabajo de investigación.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

La pandemia global de COVID-19 y la posibilidad de futuras pandemias han planteado desafíos significativos en la industria de la construcción, siendo uno de ellos el distanciamiento social mínimo de 1 metro entre otras personas (Organización Mundial de la Salud, 2022). La implementación de estos protocolos sanitarios provocó que, en actividades incidentes, como la elaboración y vaciado de concreto en obra evidencien una pérdida de la productividad y rendimientos de la mano de obra (Cartolin, 2021).

Las evidencias presentadas por Huamaní (2018), Choquenaira (2013) y Caro (2014) destacan las deficiencias en la colocación y consolidación del concreto en diferentes regiones de Perú. Desde la falta de vibrado adecuado hasta los riesgos para la salud asociados con los métodos de compactación, estos problemas afectan directamente la calidad y durabilidad de las estructuras.

Por otro lado, otro de los grandes problemas durante la construcción de edificaciones son los costos adicionales generados por trabajos re-hechos; tomando en cuenta que tanto el tiempo de vaciado, la cuadrilla empleada y los equipos utilizados significarán un determinado precio de la obra, a esto todavía se le debe adicionar el costo de los trabajos para reparar imperfecciones (De los Ríos y Tolmos, 2016).

La Contraloría General del Perú, en diferentes informes de hito de control elaborados a partir de visitas inopinadas a obras dentro del ámbito nacional, ha detectado un inadecuado acabado arquitectónico y resultados estructurales más bajos que los proyectados debido a factores constantes en el proceso constructivo del vaciado de concreto tradicional en las estructuras, incluyendo la inexistencia de un diseño de mezclas, mano de obra no calificada, falta de un proceso de curado y falta de vibrado al momento del vaciado del concreto.

Por eso, es importante realizar nuevas innovaciones en el sector de la construcción e investigar acerca de alternativas que incrementen la producción y la productividad en las empresas dedicadas a este rubro (León, 2020).

Son varios factores que se deben tener en cuenta durante el desarrollo de cada obra, en específico, en la elaboración de concreto en nuestra ciudad se observan, en su mayoría, defectos a la hora del desencofrado de elementos estructurales ya sea por el mal diseño de mezcla de concreto, el proceso de vaciado, la mala vibración o el tiempo insuficiente del mismo, por el poco recubrimiento o por estructuras con alta

densidad de acero, mermando así la durabilidad del concreto por las características antes mencionadas, es por ello que para reducir todos estos problemas que se presentan en la etapa de construcción se plantea como alternativa la implementación de un concreto que sustituya el convencional, aquel concreto que garantice sus propiedades físicas y mecánicas a lo largo de su ciclo de vida y permita suprimir procesos para reducir la cantidad de mano de obra empleado, como lo es el concreto autocompactante.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuáles son las diferencias en los costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante en el distrito de Tacna en el año 2021?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo influyen las propiedades físicas de los materiales necesarios para el diseño de mezcla entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante para una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 utilizando el método ACI?
- b. ¿Cuál será la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante a los 7, 14 y 28 días después de su fraguado?
- c. ¿Cuál será la estructura de costo del concreto autocompactante y el concreto convencional?

1.3. Justificación e importancia

Con esta investigación se busca desarrollar una alternativa viable de diseño de mezcla diferente al concreto tradicional en el distrito de Tacna, para todo tipo de estructuras, en especial de aquellas densamente armadas y/o especiales en su arquitectura en las que predomine su acabado, calidad y velocidad de desarrollo donde comúnmente el tiempo de vaciado es largo, además y como lo explica Okamura y Ouchi (2003) la creación de estructuras de concreto durables dependen en su mayoría de la adecuada compactación por trabajadores calificados; por esto, se pretende prescindir del procedimiento de vibrado con el uso de concreto autocompactante.

A su vez, De los Ríos y Tolmos (2016) recomiendan el uso de concreto autocompactante en la ciudad de Lima, para la reducción de costos, disminución en el tiempo de vaciado, minimización de riesgos durante el vaciado para el personal obrero, con esto también se podría eliminar actividades adicionales, como resanes, reconstrucción o inclusive demoliciones.

Un impacto de la crisis del coronavirus en el sector de la construcción ha sido definir estrategias para reducir su propagación, siendo una de ellas la reducción del número de trabajadores por actividad (Richter, 2020). La elaboración del concreto autocompactante permite reducir la cantidad de mano de obra empleada in-situ (González et al., 2005), pero debe ser estudiada y analizada técnico y económicamente para que los responsables de proyectos de construcción puedan tomar decisiones sobre su implementación en el ciclo de ejecución.

Por esto, esta tesis es de interés para ampliar conocimientos sobre las propiedades físicas, mecánicas y económicas en la elaboración del concreto; ya que según Okamura (1997) el concreto autocompactante es una mezcla que se consolida por su propio peso, sin necesidad de compactación por medio de vibración y que a pesar de su fluidez no presenta segregación.

También, esta investigación es sumamente necesaria para la Universidad Privada de Tacna, puesto que no existe precedentes de estudio sobre el concreto autocompactante, así se abrirá nuevas líneas de investigación que tengan una base de la cual explorar.

Asimismo, es importante para el distrito de Tacna ya que con esto se probaría la factibilidad de implementación con los agregados y/o aditivos que se tienen en el mercado tacneño aumentando la diversificación de productos para innovar los procesos constructivos, así como también aumentar las opciones de construcción con características totalmente diferentes a las tradicionales.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante en el distrito de Tacna, 2021.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Realizar el diseño de mezcla para un concreto tradicional y un concreto autocompactante con una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 , aplicando el método ACI (American Concrete Institute).
- b. Determinar y comprobar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante a los 7, 14 y 28 días.
- c. Evaluar el costo aproximado de concreto autocompactante y concreto convencional.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El concreto autocompactante presenta un costo directo menor que el concreto tradicional, además ofrece una resistencia a la compresión superior en comparación con el concreto tradicional en el distrito de Tacna, 2021.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Se obtendrán diseños de mezcla para concreto convencional y concreto autocompactante, de acuerdo a la metodología ACI, los cuales lograrán una resistencia a la compresión de 280 kg/cm^2 .
- b. La resistencia a la compresión de las probetas de concreto tradicional será inferior a la resistencia a la compresión de las probetas de concreto autocompactante.
- c. El diseño de mezcla de concreto autocompactante será más rentable en comparación con el diseño de mezcla de concreto convencional.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Ámbito internacional

En el país de El Salvador, Gonzáles et al. (2005) en su tesis de pregrado titulado “Concreto autocompactante: propuesta para el diseño de mezcla. Beneficios técnicos y consideraciones básicas para su implementación en El Salvador” desarrollaron un diseño de mezcla para alcanzar una resistencia a la compresión de 350 kg/cm^2 utilizando arenas naturales provenientes de la zona de Aguilares, grava triturada de tamaño máximo nominal $3/8''$ de la cantera de San Diego, cemento de comercialización local CESSA Pórtland tipo IP y dos aditivos a base de policarboxilatos polímeros: Sika Viscocrete 500 (reductor de agua de alto rango) y Ultraflow (reductor de agua de alto alcance de última generación) siendo las mezclas A y B, respectivamente. Para el procedimiento de diseño, se utilizó la metodología propuesta por Okamura y Ouchi con las sugerencias establecidas en su normativa local EFNARC. Dentro de sus conclusiones, se destaca que la resistencia a la compresión, en promedio, alcanzaron los valores de $420,19 \text{ kg/cm}^2$ y $531,89 \text{ kg/cm}^2$ para las mezclas A y B respectivamente, superando la resistencia de diseño.

En el país de Bolivia, Zeballos (2018) en su tesis de pregrado analizó la factibilidad técnico-económico del hormigón convencional y hormigón autocompactante H-30. Para alcanzar dicho propósito, diseñó mezclas de hormigón aplicando la metodología ACI con una resistencia a la compresión de diseño de 300 kg/cm^2 . En cuanto a los materiales de la mezcla, utilizó materiales de la zona, como cemento Warnes tipo IP, arena fina y agregado grueso de tamaño máximo nominal $3/4''$, ambos del sector del río Pirai y dos aditivos Sika Viscocrete 5000 (hiperplastificante) y Sika Stabilizer (formulador de estabilidad y cohesión) en dosificaciones de 0,68 %, 0,70 %, 0,75 % y 1,00 % para el primero y 0,60 % y 1,00 % para el segundo. En cuanto a la resistencia a la compresión, concluye que a los 28 días los valores en promedio registrados fueron de $479,91 \text{ kg/cm}^2$ y $461,89 \text{ kg/cm}^2$ para la mezcla de hormigón autocompactante y convencional respectivamente. Por otro lado, destaca la ventaja que ofrece el hormigón autocompactante en cuanto a la capacidad de producción por la mayor velocidad de colocación, reduciendo la cantidad de mano de obra y eliminando el uso y mantenimiento de vibradores para concreto. Sin embargo, en su entorno local, este tipo de hormigón es comercializado a un precio mayor que el convencional.

En el país de México, Yáñez (2020) en su tesis de maestría titulado “Desarrollo de un concreto autocompactado”, exploró el comportamiento del concreto autocompactado en estado fresco y endurecido para su posterior implementación en una estructura de losa de entrepiso, para este propósito utilizó 2 tipos de cementantes: CPC 40 y cemento de albañilería de una planta local con 2 tipos de aditivos: plastificante 27 (reductor de agua de alto rango) y TCC 780 (densificador). También utilizó agregados de su entorno local de diferente clasificación petrográfica y un tamaño máximo nominal del agregado de 10 mm. y 20 mm. Dentro de todas sus conclusiones, se pueden extraer algunas que resultan significativas para la presente investigación, como que las mezclas de concreto autocompactado producidas presentan altas capacidades mecánicas y sus características en estado fresco permiten la reducción de vaciado en un 300 % y 75 % en cuestión de mano de obra en comparación con los procesos de construcción regularmente empleados.

En el país de Ecuador, Benalcázar (2022) en su tesis de pregrado tuvo como propósito determinar y comparar el peso y la resistencia a compresión de un hormigón convencional empleando hormigón ligero de piedra pómez con una resistencia de diseño de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de aditivo superplastificante. Para tal fin, realizó dos tipos de hormigones: una mezcla de hormigón convencional, que consiste en la mezcla de cemento tipo GU de comercialización local, piedra ripio de tamaño máximo nominal de 19 mm. proveniente de la mina Ambato y arena fina proveniente de la mina Salcedo y otra mezcla de hormigón ligero que tiene los mismos componentes del anterior con excepción del agregado grueso que consiste en piedra pómez, del mismo tamaño máximo nominal, proveniente de Latacunga. El aditivo superplastificante utilizado fue Sika Viscocrete y en cuanto a su dosificación examinó sus características con las siguientes adiciones: 0,0 %, 0,8 % y 1,0 %. Entre los resultados obtenidos, se destaca que, en ambas mezclas, el aditivo superplastificante tiene una ligera mejora en cuanto al desarrollo de la resistencia a la compresión. Por otro lado, en particular, los especímenes de hormigón convencional desarrollados alcanzaron y superaron la resistencia de diseño, mientras que las muestras de hormigón ligero resultaron ser menores.

2.1.2. Ámbito nacional

Levi y Tolmos (2016) en su trabajo de investigación titulado “Optimización en el sistema constructivo para elementos verticales en edificaciones empleando el sistema de vaciado por inyección desde la parte inferior con concreto autocompactante”, compararon el método tradicional de vaciado de concreto en elementos verticales con

un sistema de inyección desde la base utilizando concreto autocompactante, con el fin de evidenciar mejoras tanto técnicas como económicas.

Para alcanzar dicho objetivo, se describieron las características de cada sistema de vaciado, así como del concreto autocompactante y sus pruebas de laboratorio. También se realizaron visitas de campo para registrar los resultados obtenidos con el sistema actual y las pruebas específicas del sistema de inyección, logrando así reunir información suficiente para una comparación integral. Los análisis mostraron que el sistema de inyección ofrece ventajas significativas.

El nuevo sistema redujo la cantidad de trabajos repetidos, el tiempo de vaciado y la mano de obra necesaria, optimizando los procesos y generando una disminución en los costos operativos, lo que representa un valor agregado importante.

Bustamante (2018) en su tesis de pregrado titulada “Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C313”, menciona que uno de los problemas durante la colocación del concreto en obra es el vibrado, por lo que plantea el uso del concreto autocompactante; siendo su objetivo general analizar las propiedades mecánicas del concreto al utilizar aditivo Glenium C313 para una resistencia a la compresión de 300 kg/cm^2 . El tipo de investigación fue aplicada con nivel correlacional y de diseño experimental. El autor concluye que el concreto autocompactante tenía propiedades mecánicas de más del 10 % mayor al concreto convencional con la adición del 1 % de su aditivo. Además, demostró que los costos en materiales de un concreto autocompactante, incrementan a medida que se adiciona el aditivo superplastificante en comparación con el concreto convencional.

Torres (2021) en su tesis de pregrado titulada “Propuesta de diseño de concreto autocompactante para uso en construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Piura, 2021”, identificó que en la ciudad de Piura se requería un concreto de mejor calidad para su uso en la construcción de edificios multifamiliares por lo que tuvo como objetivo general proponer un diseño de mezcla de concreto autocompactante que se adecuara para el uso en la construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Piura. El tipo de diseño de investigación fue cuantitativo y de diseño no experimental – transversal. El autor concluye en que se logró determinar las dosificaciones óptimas para los requerimientos estipulados con base en el informe ACI 237R. Además, demostró que la rentabilidad de su propuesta de concreto autocompactante $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ tenía un costo mayor a un diseño de concreto convencional en un 20 %.

2.1.3. Ámbito regional

Virruet (2022) en su tesis de pregrado “Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022”, tuvo como objetivo principal evaluar la resistencia mecánica del concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire. Para lo cual, elaboró 56 testigos de concreto de los cuales 14 especímenes fueron de concreto sin aditivos y 42 especímenes de concreto con aditivo en 3 dosificaciones distintas. El tipo de investigación fue correlacional y el nivel fue de tipo aplicativo explicativo. Los resultados muestran que la resistencia a la compresión de sus especímenes de concreto autocompactante presentaban una mejora proporcional al aumento de la cantidad de aditivo superplastificante. Además, concluye que luego de alcanzado el 2 % de aditivo superplastificante en su diseño, la mezcla tiene a presentar ligera exudación y segregación de los agregados, siendo que la presencia del aditivo incorporador de aire impide la completa segregación de los mismos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto convencional

Castillo (2009) describe el concreto como una combinación de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua, mezclados en proporciones específicas para alcanzar propiedades determinadas. En ocasiones, se incluyen aditivos, que son sustancias añadidas para mejorar o modificar las características del concreto.

2.2.1.1. Componentes del concreto

Según Kosmatka et al. (2004), el concreto se compone fundamentalmente de dos elementos principales: la pasta y los agregados.

Dentro del primer componente, se pueden distinguir a dos grupos: finos y gruesos y el segundo componente es la combinación de cemento Portland y agua. Abanto (2009) revela que en proporciones adecuadas se pueden obtener ciertas propiedades desde su estado fresco hasta su estado endurecido dependiendo de las necesidades y características del proyecto a ejecutar.

a. Cemento Portland

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2022), en su norma NTP 334.001:2022, describe al cemento Portland como un tipo de cemento hidráulico que, al combinarse con una cantidad específica de agua, genera una pasta que se solidifica a través de una reacción química conocida como hidratación, tanto en ambientes húmedos como en el aire. Este cemento se obtiene mediante la molienda del clínker y está compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos, además de incorporar generalmente una o más formas de sulfato de calcio durante el proceso de molienda.

Según su uso, INACAL (2024) clasifica a los cementos hidráulicos de acuerdo a la tabla 1.

Tabla 1

Tipos de cemento NTP 334.082:2024

Cemento	Descripción
Tipo GU	Cemento hidráulico para construcciones generales
Tipo HE	Cemento de alta resistencia inicial
Tipo MS	Cemento de moderada resistencia a los sulfatos
Tipo HS	Cemento de alta resistencia a los sulfatos
Tipo MH	Cemento de moderado calor de hidratación
Tipo LH	Cemento de bajo calor de hidratación

Nota. Adaptado de la norma NTP 334.082:2024, INACAL (2024)

Además, para mejorar las propiedades del cemento, se pueden añadir materiales como la puzolana y la escoria. Las proporciones de estos materiales agregados son reguladas por la norma técnica peruana 334.090:2024 que da lugar a los cementos hidráulicos adicionados y se clasifican según la tabla 2.

Tabla 2

Tipos de cemento NTP 334.090:2024

Cemento	Descripción
Tipo IS	Cemento portland con escoria de alto horno
Tipo IP	Cemento portland puzolánico
Tipo I (PM)	Cemento portland puzolánico modificado
Tipo IL	Cemento portland con adición calcárea

(continúa)

Tabla 2 (continuación)

Cemento	Descripción
Tipo IT	Cemento adicionado ternario
Tipo ICo	Cemento portland compuesto

Nota. Adaptado de la norma NTP 334.090:2024, INACAL (2024)

En caso se requieran características especiales, estos cementos deben llevar los siguientes sufijos: MH (moderado calor de hidratación), MS (moderada resistencia a los sulfatos), HS (alta resistencia a los sulfatos) y LH (bajo calor de hidratación).

Para este estudio, se han considerado los cementos comercializados en el distrito de Tacna por Yura S.A., específicamente las líneas comerciales denominadas IP (cemento multipropósito de alta durabilidad), HE (cemento industrial de ultra resistencia inicial) y HS (cemento anti-salitre de ultra impermeabilidad). Estos corresponden a cementos hidráulicos adicionados y cementos hidráulicos normalizados según la NTP 334.090:2024 y la NTP 334.082:2024, respectivamente.

Según INACAL (2024), el cemento Portland puzolánico (IP) es un tipo de cemento hidráulico que incluye puzolana en su composición, alcanzando hasta un 40 % de su masa total.

La adición de puzolana, hasta un 40 % en masa del cemento adicionado, mejora en gran medida las características del mismo. La puzolana reacciona con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del clínker, generando compuestos adicionales que llenan los poros y reducen la permeabilidad del hormigón. Esta interacción ayuda a fortalecer la resistencia del cemento en entornos agresivos, prolongar su vida útil y reducir la generación de calor durante la hidratación, lo que contribuye a prevenir la formación de grietas.

Las características técnicas del cemento Yura tipo IP cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 334.090:2024, de acuerdo a la tabla 3.

Tabla 3

Características técnicas del cemento Yura tipo IP

Requisitos químicos	Cemento multipropósito Yura tipo IP	Requisitos NTP 334.090:2024
MgO (%)		6,00 máx.

(continúa)

Tabla 3 (continuación)

Requisitos químicos	Cemento multipropósito Yura tipo IP	Requisitos NTP 334.090:2024
SO ₃ (%)	1,5 a 3,0	4,00 máx.
Pérdida por ignición (%)	1,5 a 4,0	5,00 máx.
Requisitos físicos		
Peso Específico (g/cm ³)	2,75 a 2,85	
Expansión en autoclave (%)	0,07 a 0,03	-0,20 a 0,80
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270	45 a 240
Contenido de aire (%)	2,5 a 8,0	12 Máx.
Resistencia a la compresión, MPa (kgf/cm ²)		
3 días	17,1 a 19,6 (175 a 200)	13,0 (133) mín.
7 días	22 a 25 (225 a 255)	20,0 (204) mín.
28 días	30 a 33,3 (306 a 340)	25,0 (255) mín.

Nota. Ficha técnica del cemento Yura tipo IP (2022)

El cemento de alta resistencia inicial (HE) se caracteriza por desarrollar una alta resistencia a la compresión en edades tempranas y por tener un tiempo de fraguado más rápido que otros tipos de cemento. Esto permite un desencofrado más rápido y un mayor avance en la obra, sin comprometer la durabilidad ni la resistencia del concreto.

Las características técnicas del cemento Yura tipo HE cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 334.082:2024, de acuerdo a la tabla 4.

Tabla 4

Características técnicas del cemento Yura tipo HE

Requisitos físicos	Cemento industrial Yura tipo HE	Requisitos NTP 334.082:2024
Peso específico (g/cm ³)	2,90 a 3,0	-
Superficie específica Blaine (cm ² /g)	4400 a 5000	-
Expansión en autoclave (%)	-0,03 a -0,04	0,80 Máximo

(continúa)

Tabla 4 (continuación)

Requisitos físicos	Cemento industrial Yura tipo HE	Requisitos NTP 334.082:2024
Fraguado Vicat inicial (minutos)	140 a 200	45 a 420 Mínimo
Contenido de aire	3,0 a 7,0	12 Máx.
Resistencia a la compresión. MPa (kgf/cm ²)		
1 día	12,7 a 15,7 (130 a 160)	12,0 (122) mín.
3 días	24,5 a 29,4 (250 a 300)	24,0 (245) mín.
7 días	30,4 a 37,2 (310 a 380)	
28 días	40,2 a 43,1 (410 a 440)	

Nota. Ficha técnica del cemento Yura tipo HE (2022)

El cemento de alta resistencia a los sulfatos (HS) se distingue por su capacidad para aumentar la durabilidad frente a la acción química de los sulfatos, reduciendo el riesgo de deterioro y prolongando la vida útil de las estructuras expuestas a estas condiciones. Por ello, es una opción ideal para la construcción en zonas costeras.

Las características técnicas del cemento Yura tipo HS cumplen con los requisitos establecidos en la NTP 334.082:2024, de acuerdo a la tabla 5.

Tabla 5

Características técnicas del cemento Yura tipo HS

Requisitos físicos	Cemento anti-salitre Yura tipo HS	Requisitos NTP 334.082:2024
Peso específico (g/cm ³)	2,70 a 2,80	-
Superficie específica Blaine (cm ² /g)	4800 a 5200	-
Expansión en autoclave (%)	-0,07 a -0,02	0,80 Máx.
Fraguado Vicat inicial (minutos)	190 a 270	45 a 420 Mín.
Contenido de aire	3,0 a 8,0	12 Máx.

(continúa)

Tabla 5 (continuación)

Requisitos físicos	Cemento anti-salitre Yura tipo HS	Requisitos NTP 334.082:2024
Resistencia a la compresión. MPa (kgf/cm ²)		
3 días	16,2 a 19,1 (165 a 195)	11,0 (112) mín.
7 días	20,6 a 22,5 (210 a 230)	18,0 (184) mín.
28 días	27,4 a 31,4 (280 a 320)	25,0 (255) mín.
Resistencia a los sulfatos		
6 meses (%)	< 0,035	0,05 Máx.
1 año (%)	< 0,045	0,10 Máx.

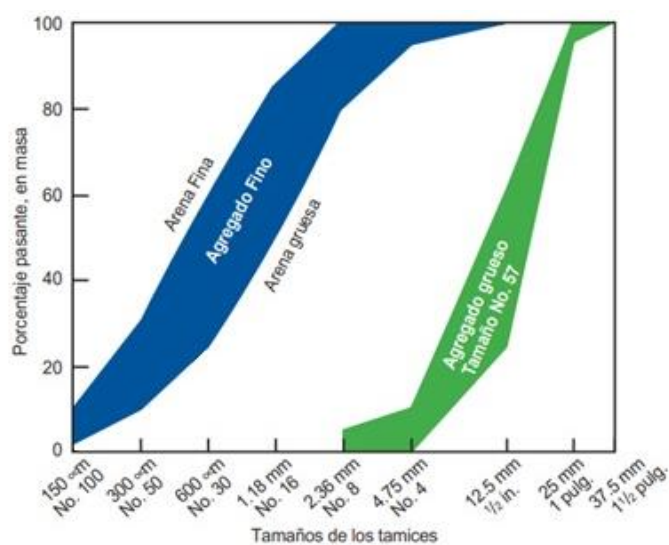
Nota. Ficha técnica del cemento YURA tipo HS (2022)

b. Agregados

Según INACAL (2021), en la NTP 400.037:2021, el agregado utilizado en morteros y concreto se describe como una combinación de partículas provenientes de fuentes naturales o artificiales, que pueden ser procesadas o fabricadas. Estos agregados se dividen en dos categorías: finos y gruesos, dependiendo del tamaño de las partículas.

Figura 1

Clasificación de agregados utilizados



Nota. Tomado de diseño y control de mezclas de concreto, de Kosmatka et al. (2004).

Kosmatka et al. (2004) señala que los agregados representan entre el 60 % y el 75 % del volumen del concreto, influyendo significativamente en sus características, tanto en estado fresco como endurecido, y en la proporción de la mezcla y los costos. Por ello, su selección es crucial. Los agregados deben ser partículas limpias, duras, resistentes y duraderas, sin sustancias químicas, arcilla u otros materiales finos que puedan afectar la hidratación y adherencia de la pasta de cemento (p. 103, 104).

c. Agregado fino

El agregado fino es aquel que proviene de la desintegración natural o artificial, que pasa a través del tamiz normalizado de 9,5 mm (3/8") y casi en su totalidad pasa por el tamiz de 4,75 mm (N° 4), siendo retenido en el tamiz de 75 µm (N° 200). Este agregado debe consistir en arena natural, arena manufacturada, otro agregado reciclado, o una combinación de estos (INACAL, 2021), cumpliendo con los límites establecidos en la tabla 6.

Tabla 6

Límites granulométricos para agregado fino

Malla		Porcentaje que pasa (%)		
3/8"	9,5 mm			100
N° 4	4,75 mm	95	a	100
N° 8	2,36 mm	80	a	100
N° 16	1,18 mm	50	a	85
N° 30	600 µm	25	a	60
N° 50	300 µm	10	a	30
N° 100	150 µm	0	a	10
N° 200	75 µm	0	a	3,0 ^{A, B}

Nota. Tomado de NTP 400.037:2021, INACAL (2021).

d. Agregado grueso

INACAL (2021) define el agregado grueso como aquel que queda retenido en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) y que proviene de la desintegración natural o mecánica de la roca. Este tipo de agregado puede incluir grava, piedra chancada, concreto reciclado, agregado reciclado, o una combinación de estos, de acuerdo con los requisitos especificados en la NTP 400.037:2021. En ese contexto, dicha norma admite como agregado grueso los husos especificados en la tabla 7.

Tabla 7

Límites granulométricos para agregado grueso

N° ASTM	Tamaño nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37,5mm (1 1/2")	25,0mm (1")	19,0mm (3/4")	12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	4,75mm (N° 4)	2,36mm (N° 8)	1,18mm (N° 16)	300µm (N° 50)
1	90 a 37,5mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	62 a 37,5mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25,0mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3 5 7	50 a 4,75mm (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37,5 a 19,0mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
4 6 7	37,5 a 4,75mm (1 1/2" a N° 4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25,0 a 12,5mm (1" a 1/2")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
5 6	25,0 a 9,5mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
5 7	25,0 a 4,75mm (1" a N° 4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		

(continúa)

Tabla 7 (continuación)

N° ASTM	Tamaño nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100mm (4")	90mm (3 1/2")	75mm (3")	63mm (2 1/2")	50mm (2")	37,5mm (1 1/2")	25,0mm (1")	19,0mm (3/4")	12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	4,75mm (N° 4)	2,36mm (N° 8)	1,18mm (N° 16)	300µm (N° 50)
6	19,0 a 9,5mm (3/4" a 3/8")								100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
6 7	19,0 a 4,75mm (3/4" a N° 4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12,5 a 4,75mm (1/2" a N° 4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9,5 a 2,36mm (3/8" a N° 8)										100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
8 9	9,5 a 1,18mm (3/8" a N° 16)										100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10 0 a 5
9*	4,75 a 1,18mm (N° 4 a N° 16)											100	85 a 100	10 a 40	0 a 10 0 a 5

Nota. Tomado de NTP 400.037:2021, de INACAL, 2021.

*Un agregado grueso clasificado del tamaño número 9 se define en terminologías de la NTP 400.037:2021 como un agregado fino, sin embargo, se incluye como un agregado grueso cuando se combina con un material de tamaño número 8 para crear un tamaño 8 9, que es un agregado grueso según lo definido por la terminología de la misma norma.

Para un diseño de mezclas apropiado, De la Cruz et al. (2022) señala que los ensayos necesarios que deben realizarse a los agregados son: granulometría, humedad, peso unitario peso específico y absorción. Sin embargo, Kosmatka et al. (2004) contempla que existen otras características que pueden ser examinadas según los requerimientos del proyecto en particular, como sus propiedades químicas.

2.2.1.2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 211

El método del comité ACI 211 para el diseño de mezclas de concreto tiene como objetivo definir las proporciones ideales de los componentes del concreto (cemento, agua, agregados y aditivos) para satisfacer las exigencias específicas de resistencia, durabilidad y trabajabilidad, dicho procedimiento se detalla en el anexo 2.

2.2.1.3. Propiedades del concreto en estado fresco

Neville (2013), en su libro “Tecnología del concreto” desarrolla las siguientes propiedades:

a. Trabajabilidad

Se refiere a la facilidad y capacidad del concreto para ser mezclado, transportado, colocado y compactado sin problemas de separación o falta de uniformidad. Es una característica crucial en la etapa fresca del concreto, ya que afecta directamente su manejo durante la construcción. Un concreto con buena trabajabilidad permite que los trabajadores realicen las tareas de colocación y compactación de manera eficiente. La trabajabilidad del concreto depende de diversos factores, como la cantidad de agua en la mezcla, la cantidad y tipo de agregados, la relación agua-cemento, la cantidad y tipo de aditivos utilizados, así como las propiedades reológicas del concreto. La trabajabilidad se puede evaluar mediante pruebas como el ensayo de asentamiento del cono de Abrams, prueba Vebe o el ensayo del flujo de cono en V.

b. Consistencia

Es la facilidad con la que el concreto fluye y se deforma cuando se le aplica una carga o fuerza. La consistencia está estrechamente relacionada con la trabajabilidad, pero se enfoca más en la capacidad del concreto para mantener su forma y cohesión sin segregarse o desmoronarse. La consistencia del concreto se puede describir utilizando términos como seco, plástico, fluido o autocompactante, dependiendo de su fluidez y capacidad de deformación. La consistencia adecuada del concreto fresco es

fundamental para lograr una colocación y compactación efectivas, así como para obtener una superficie de concreto de alta calidad.

c. Cohesión

Es la capacidad de las partículas en una mezcla de concreto para mantenerse unidas y adherirse entre sí. La cohesión es esencial para evitar la segregación.

d. Sangrado

Es una forma de segregación, en la que parte del agua presente en la mezcla tiende a ascender hacia la superficie del concreto recién colado. Esto ocurre debido a que los componentes sólidos no retienen el agua durante el proceso de sedimentación, ya que el agua tiene un peso específico menor que los demás ingredientes de la mezcla. El sangrado se considera una forma específica de asentamiento y se clasifica como un caso especial de sedimentación.

e. Segregación

Se refiere al fenómeno en el que los componentes sólidos (agregado grueso) de la mezcla se separan y se desplazan hacia los bordes de la superficie de trabajo o del molde. La segregación es un desafío frecuente en la producción y colocación del concreto, ya que puede tener un impacto negativo en la calidad y resistencia del concreto finalizado.

f. Tiempo de fraguado

O tiempo de endurecimiento, es el lapso en el que el concreto se vuelve rígido y pierde su capacidad de ser movido mediante vibración.

Estas propiedades son fundamentales para asegurar que el concreto cumpla con los requisitos de resistencia, durabilidad y acabado. Evaluarlas mediante un control de calidad posterior al mezclado asegura que el concreto cumpla con las especificaciones técnicas, optimiza los procesos constructivos y asegura tanto la seguridad como la durabilidad de la estructura final.

2.2.2. Concreto autocompactante

El comité ACI 237R, en su definición de concreto autocompactante (CAC o SCC, por sus siglas en inglés), describe esta tecnología como un tipo de concreto de alto rendimiento que se puede colocar de manera sencilla dentro del encofrado y compactarse únicamente mediante la acción de la gravedad, sin necesidad de utilizar ninguna forma de consolidación interna o externa.

El CAC se logra mediante la combinación cuidadosa de materiales, incluyendo cemento, agregados finos y gruesos, aditivos y agua. La mezcla resultante tiene una alta fluidez y cohesión, lo que permite que el concreto se extienda y compacte por sí solo. Además, el CAC se caracteriza por presentar una segregación mínima o nula después de su colocación.

Para lograr las propiedades plásticas del concreto autocompactante, se utilizan varios aditivos en su formulación. Según INACAL (2024), en su norma técnica NTP 334.088:2024, se definen siete tipos de aditivos, tal como se aprecia en la tabla 8.

Tabla 8
Clasificación de aditivos químicos

Aditivo	Descripción
Tipo A	Aditivos reductores de agua.
Tipo B	Aditivos retardantes.
Tipo C	Aditivos acelerantes.
Tipo D	Aditivos reductores de agua y retardantes.
Tipo E	Aditivos reductores de agua y acelerantes.
Tipo F	Aditivos reductores de agua de alto rango.
Tipo G	Aditivos reductores de agua de alto rango y retardantes.
Tipo S	Aditivos de desempeño especificado.

Nota. Adaptado de NTP 334.088:2024

Los principales aditivos empleados para la obtención de concretos autocompactantes son superplastificantes tipo F, que aumentan la trabajabilidad del concreto sin incrementar el contenido de agua en la mezcla; y el tipo G, el cual contiene retardantes que mejoran la fluidez y a su vez retrasan el fraguado del concreto.

Además de estos aditivos, es común el uso de modificadores de viscosidad, para prevenir la segregación y mantener la homogeneidad del concreto autocompactante.

Siendo éstos los aditivos principales, también se pueden emplear aditivos tipo A, tipo B y tipo C, dependiendo de los requerimientos de cada proyecto.

Para el caso de esta tesis, utilizaremos aditivos de la empresa Master Builders Solutions, los cuales son:

- a. MasterRheobuild 1003 es un aditivo reductor de agua de alto rango de tipo F, diseñado específicamente para generar un concreto rheoplástico, el cual se caracteriza por su capacidad de flujo y su prolongada plasticidad. Es particularmente útil en concreto pretensado, prefabricado y premezclado, así como en obras de construcción subterránea tanto civil como minera. Este aditivo se destaca por mejorar las resistencias iniciales y finales, aumentar la adherencia al acero, y reducir la permeabilidad, lo que contribuye a una mayor durabilidad.
- b. MasterGlenium SCC 3800 es un aditivo reductor de agua de alto rango de tipo F, forma parte de una innovadora serie de aditivos desarrollados mediante tecnología del policarboxilato. Es muy efectivo en la producción de mezclas de concreto con niveles de manejabilidad diferentes incluyendo el concreto autocompactante. Este aditivo, aporta características de fraguado más rápidas, proporciona concretos cohesivos y sin segregación y mejora la resistencia a la compresión inicial.
- c. MasterEase 3900 es un aditivo superplastificante de última generación, que cumple con las especificaciones de la clasificación tipo F, diseñado para producir concretos de baja viscosidad y alta reología, incluso con bajos contenidos de agua. Gracias a su formulación avanzada basada en tecnología de polímeros, permite una hidratación más eficiente del cemento, mejorando la trabajabilidad, bombeabilidad y consistencia del concreto sin retrasar el fraguado. Este aditivo es especialmente adecuado para la fabricación de concretos fluidos y de alta resistencia, facilitando el proceso de bombeo y garantizando un acabado superior y una excelente cohesión del concreto.

2.2.2.1. Compatibilidad cemento-aditivo

Un sistema compatible se refiere a aquel concreto producido que presenta una proporción reducida de agua y cemento, y tiene la capacidad de mantener una baja viscosidad durante un lapso específico, generalmente superior a los 90 minutos (Bundyra-Oracz y Kurdowski, 2011).

Giaccio y Zerbino (2000), denotan que el empleo de un aditivo químico supone la incorporación de un elemento químico adicional en un sistema complejo de ligantes

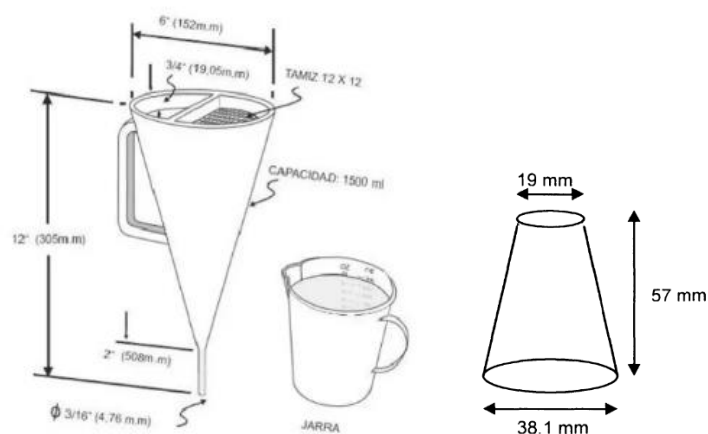
hidráulicos, en el cual también pueden estar presentes otros compuestos químicos, como retardantes, acelerantes, etc. Es por ello, que resulta necesario definir la compatibilidad de los aditivos a utilizar para poder realizar un adecuado diseño de mezcla que asegure las características del concreto proyectado.

Los concretos autocompactantes se distinguen por disponer de tres atributos fundamentales: una alta capacidad para resistir la segregación, gran habilidad para el llenado en formas complejas de encofrado y una capacidad adecuada de movimiento ante obstáculos (Soriano, 2003).

Siendo la pasta de concreto el principal beneficiario del uso de aditivos (Aïtcin y Flatt, 2016), el componente más complejo, por su actuación en el comportamiento reológico del concreto, y más costoso (Soriano, 2003) diferentes autores como Giaccio y Zerbino (2000); Gomes et al. (2001); Sotomayor (2020) han utilizado el cono de Marsh para analizar la fluidez de la pasta a través del tiempo de escurrimiento y otros, como Gomes (2002); Gomes et al. (2001); Sotomayor (2020) han adecuado el ensayo de extensión de flujo (*slump flow*) a través de un mini cono slump, propuesto por Kantro (1980) con fines de análisis de compatibilidad.

Figura 2

Instrumentos para ensayo de compatibilidad de aditivo en pastas de cemento



Nota. A la izquierda se muestra el cono de Marsh y a la derecha el mini cono slump.

a. Análisis de compatibilidad cemento-aditivo a través del cono de Marsh

La determinación del punto óptimo de saturación para cada combinación de aditivo y ligante se realiza evaluando la fluidez de pastas preparadas con diferentes dosis de

aditivos. Este ensayo es una adaptación de la norma ASTM C939-87 para la comprobación de la fluidez de morteros.

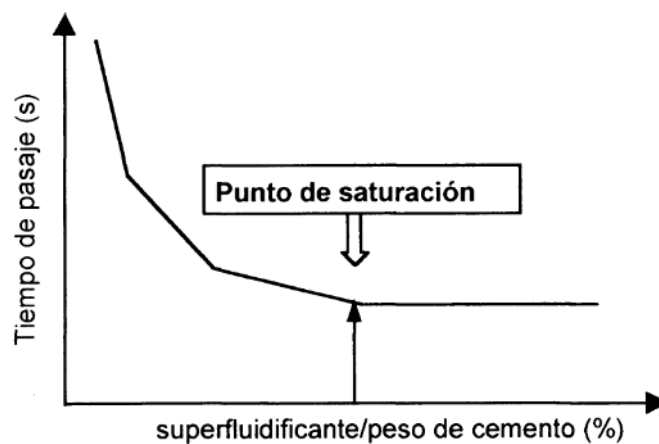
El método consiste en llenar el cono de Marsh con 800 ml de pasta y medir el tiempo que tarda en escurrir 200 ml a través de él.

Una vez obtenidos los datos de las pastas con diferentes porcentajes de aditivos, se representan en un gráfico de “variación del tiempo de fluidez con la dosis de aditivo” para cada grupo de combinaciones de materiales. El “punto de saturación” se define como la dosis a partir de la cual un aumento en la cantidad de aditivo no mejora significativamente la fluidez.

De esta forma, se establece un valor máximo para la dosis efectiva de aditivo en cada combinación. Como se puede apreciar en la figura 3, aumentar el porcentaje de aditivo por encima del punto de saturación no mejora la fluidez; además, dicho incremento podría aumentar el riesgo de segregación y retraso en el fraguado.

Figura 3

Variación del tiempo de fluidez con la dosis de aditivo



Nota. Tomado de Hormigones autocompactantes: estudio sobre pastas, de Soriano (2003)

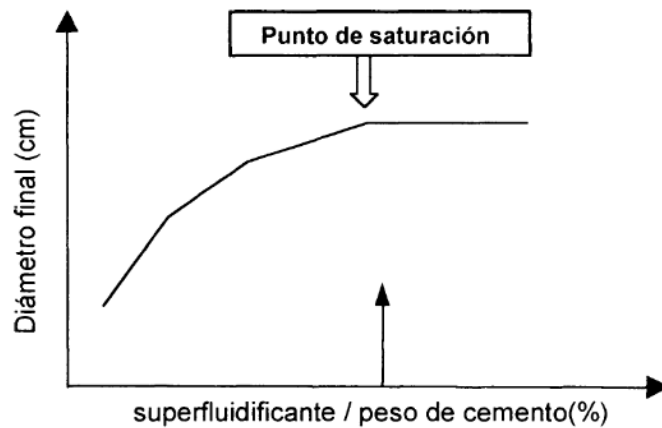
b. Análisis de compatibilidad cemento-aditivo a través del mini cono slump

Varios investigadores han utilizado este ensayo en estudios relacionados con la evaluación de la fluidez de la pasta y la compatibilidad entre el cemento y el superfluidificante (Soriano, 2003).

Este ensayo es una adaptación de la norma NTP 339.219:2019. En este ensayo adaptado se mide el diámetro de la extensión final junto con el tiempo transcurrido hasta alcanzar un diámetro de 115 mm (denominado T_{115}).

Figura 4

Variación del tiempo del diámetro final con la dosis de aditivo



Nota. Tomado de Hormigones autocompactantes: estudio sobre pastas, de Soriano (2003)

En líneas generales, Sotomayor (2020) propone la siguiente metodología para evaluar la compatibilidad en pastas de cemento:

- Seleccionar el aditivo químico a evaluar (reductor, retardante, acelerante), considerando su efecto físico-químico asociado con la reacción con el cemento
- Definir el rango de dosis del aditivo y la frecuencia de medición de fluidez en pasta.
- Preparar una pasta de cemento, considerando una relación a/c de 0,40 a 0,50 para los reductores de agua de rango normal, y una relación a/c 0,30 a 0,40 para los reductores de rango medio o alto rango.
- Realizar el ensayo de extensión de flujo mediante un minicono de slump y determinar la fluidez inicial y su desempeño en el tiempo.
- Utilizar un cono de Marsh, determinar el valor límite de saturación del aditivo químico.
- Finalmente, mediante inspección visual, determinar el índice de estabilidad de la pasta, según los índices descritos en la tabla 9.

Tabla 9*Índices de estabilidad en pasta*

Número de índice	Descripción
0	Muy estable, sin exudación
1	Estable, con ligera exudación
2	Inestable, con exudación

Nota. Tomado de La ciencia y el arte del concreto: "El material de construcción del siglo XXI", de Sotomayor (2020), p. 224.

2.2.2.2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 237

a. Determinar los requisitos del grado de fluidez

Tabla 10*Objetivos de extensibilidad*

Características de los elementos		Extensibilidad		
		< 22 pulg. (< 550 mm.)	22 a 26 pulg. (550 a 650 mm.)	> 26 pulg. (> 650 mm.)
Nivel de refuerzo	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	X	✓	✓
Forma compleja del elemento	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	X	X	✓
Profundidad del elemento	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	✓	✓	✓
	Alto	✓	✓	✓
Importancia del acabado de la superficie	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	X	X	✓

(continúa)

Tabla 10 (continuación)

Características de los elementos		Extensibilidad		
		< 22 pulg. (< 550 mm.)	22 a 26 pulg. (550 a 650 mm.)	> 26 pulg. (> 650 mm.)
Longitud del elemento	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	X	X	✓
Espesor del muro	Bajo	X	X	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	✓	✓	✓
Contenido de agregado grueso	Bajo	✓	✓	✓
	Medio	✓	✓	✓
	Alto	✓	✓	✓
Energía de colocación	Bajo	X	X	✓
	Medio	X	✓	✓
	Alto	✓	✓	✓

Nota. Tomado, traducido y adaptado de ACI 237R (2007). Los casilleros que están sombreados no son aptos para las características pretendidas con la extensibilidad señalada.

b. Seleccionar la proporción de agregados grueso y fino (ACI 211.1, ACI 237R)

El Comité ACI 237R (2007), separa el tamaño máximo nominal del agregado grueso en dos categorías:

- Categoría I: Tamaño máximo nominal del agregado de 12,5 mm (1/2 pulg.) y superior.
- Categoría II: Tamaño máximo nominal inferior a 12,5 mm (1/2 pulg.)

Según se escoja el TMN del agregado grueso, el contenido del Agregado grueso será:

- Categoría I: El 50 % del volumen total del concreto debería llenarse con el 50 % del Peso unitario seco compactado (PUSC). En términos de volumen absoluto, el 28 al 32 % del volumen del concreto será de agregado grueso.
- Categoría II: Esta categoría se utiliza cuando se tiene armaduras de acero muy congestionadas o condiciones de vaciado de concreto difíciles. Se inicia con una proporción de 50 % de arena y 50 % de agregado grueso para la tanda de prueba.

Una vez evaluadas las propiedades plásticas de dicha tanda, se ajustará la proporción de arena y agregado grueso.

c. Estimar el contenido de polvo y agua

Dentro de polvo se incluye cemento, cenizas volantes, escoria molida, finos de piedra caliza, material triturado menor a 0,125 mm (tamiz N° 100) u otro relleno no cementante. Para la relación entre la cantidad de agua-cemento y la resistencia a la compresión del concreto se debe revisar el ACI 211. En cuanto al CAC, se recomienda iniciar con pruebas donde el contenido de polvo sea de 385 a 475 kg/m³ para luego ajustar la mezcla para lograr una mayor eficiencia económica. Así mismo el comité ACI 237R (2007) brinda una tabla para contenido de polvo sugeridos.

Tabla 11

Contenido de polvo sugerido

Contenido en polvo, lb/yd ³ (kg/m ³)	Extensibilidad de < 22 pulg. (<550 mm)	Extensibilidad de 22 a 26 pulg. (550 a 600 mm)	Extensibilidad de >26 pulg. (>650 mm)
		600 a 650 (355 a 385)	De 650 a 750 (385 a 445)

Nota. Tomado, traducido y adaptado de ACI 237R (2007).

d. Calcular el volumen de pasta y mortero

El volumen de pasta se refiere al volumen de cemento, otros polvos, agua, aditivos químicos y aire, mientras que el volumen de mortero corresponde al volumen de pasta combinado con el volumen de agregado fino.

Tabla 12

Resumen de los parámetros de prueba de proporción de mezcla CAC

Descripción	Valores recomendados
Volumen absoluto de agregado grueso*	28 a 32 % (tamaño máximo nominal >1/2 pulg. [12 mm])
Fracción de pasta (calculada en volumen)	34 a 40 % (volumen total de la mezcla)

(continúa)

Tabla 12 (continuación)

Descripción	Valores recomendados
Fracción de mortero (calculada en volumen)	68 a 72 % (volumen total de la mezcla)
a/c	0,32 a 0,45
Cemento típico (contenido en polvo)	de 650 a 800 lb/yd ³ (386 a 475 kg/m ³) (más bajo con un VMA)

Nota. Tomado, traducido y adaptado de ACI 237R (2007).

*Hasta el 50 % (TMN de 10mm [3/8"])

e. Seleccionar el (los) aditivo(s) químico(s)

f. Preparar una mezcla de prueba

g. Efectuar los ensayos de control: estabilidad, habilidad de paso y habilidad de llenado.

h. Ajustar las proporciones de mezcla (en caso lo requiera)

2.2.2.3. Características en estado fresco

Cuando el concreto autocompactante se encuentra en su estado fresco, su comportamiento difiere significativamente del concreto convencional. De hecho, los métodos de ensayo utilizados para caracterizarlos son diferentes. En el momento de preparar el concreto autocompactante, es crucial que presente tres requisitos fundamentales en su estado fresco: capacidad de flujo, capacidad de llenado (conservación de la energía cinética) y resistencia a la segregación (Vilanova, 2009).

a. Consideraciones reológicas

Resulta claro que la proporción de mezcla utilizada en el concreto autocompactante (SCC) difiere de la del concreto convencional. La alta deformabilidad está vinculada al límite elástico, y para iniciar el flujo, es necesario contar con un límite elástico reducido.

La capacidad de flujo y la conservación de la energía cinética en la mezcla están influenciadas por el límite elástico y la viscosidad plástica. Valores más bajos de estos atributos proporcionan una alta fluidez, mientras que valores más altos ofrecen lo contrario (Bonon y Shah, 2005).

Además, la distancia promedio entre las partículas en la mezcla desempeña un papel crucial en la retención de la energía cinética de la mezcla fluida. La investigación inicial sobre las características de flujo del hormigón en un marco modelo mostró que para prevenir el bloqueo (agregación de agregados gruesos que impiden el flujo), la colisión de agregados gruesos y la subsiguiente pérdida de energía cinética tenían que ser eliminadas (Hashimoto y Maekawa, 1989; Okamura, 1997).

b. Resistencia a la segregación

La capacidad para resistir la segregación es uno de los atributos fundamentales del concreto autocompactante. La ausencia de resistencia a la segregación puede evidenciarse por sangrado interno y externo de agua, así como la acumulación de pasta en la parte superior y la sedimentación de los agregados en la parte inferior (Bonon y Shah, 2005).

2.2.2.4. Control de calidad

Existen varios ensayos para el control de calidad del concreto autocompactante, estos ensayos se enfocan en evaluar las propiedades del CAC tales como estabilidad, habilidad de paso y habilidad de llenado. En específico, tenemos:

a. Ensayo de extensibilidad

También llamado ensayo de fluidez de asentamiento, este ensayo se basa en la norma técnica NTP 339.219:2019 y su equivalente ASTM C1611/C1611M-2018, aplicable para muestras de concreto autocompactante con agregado grueso de tamaño no mayor a 25 mm.

Para realizar este ensayo es necesario un cono de Abrams, una placa base, una barra para enrasado, instrumento de medición rígido o semirrígido, un recipiente con superficie no absorbente y otras herramientas (palas, cucharas), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Ubicar la placa base en una superficie plana y bien nivelada.
- Humedecer la placa base.
- Remezclar la muestra vertida en el recipiente con una pala o cuchara para que el concreto sea homogéneo.

- Humedecer el cono de Abrams y ubicarlo en el centro de la placa base. El cono podrá ser ubicado de manera vertical (procedimiento A) o invertido (procedimiento B), dependiendo el caso.
- Llenar con la mezcla, enrasar, nivelar y quitar el concreto que haya caído en la placa base durante el llenado.
- Levantar el cono de forma vertical en $3s \pm 1s$. El ensayo deberá tener un tiempo total de $2 \frac{1}{2}$ min desde el inicio del llenado hasta el retiro del cono.
- Medir la extensibilidad, para esto se deberá medir un diámetro mayor (d_1) y un segundo diámetro (d_2) perpendicular al primer diámetro medido (d_1). Si las medidas de ambos lados (d_1 y d_2) difieren en 50 mm, la prueba no será válida y deberá repetirse.
- Determinar el flujo de asentamiento con las medidas tomadas según la ecuación 1.

$$\text{Flujo de asentamiento} = \frac{(d_1 + d_2)}{2} \quad (1)$$

Dónde:

d_1 = diámetro mayor de la expansión circular

d_2 = diámetro en ángulo aproximadamente perpendicular a d_1

b. Ensayo T_{50} y de estabilidad

INACAL (2019), en el Anexo A de la norma técnica peruana NTP 339.219:2019, desarrolla que la velocidad de flujo del concreto autocompactante (CAC) está directamente relacionado con su viscosidad, por lo que el ensayo de extensibilidad o fluidez es también necesario para medir la viscosidad de manera relativa. En el ensayo de fluidez, se mide el tiempo que tarda la mezcla de CAC en alcanzar un diámetro de 500 mm desde que se retira el molde (cono de Abrams), este tiempo es denominado T_{50} .

El valor de T_{50} brinda información sobre las propiedades del CAC, donde valores más altos indican una mayor viscosidad.

La estabilidad del concreto autocompactante se puede evaluar visualmente mediante la inspección de la muestra. La tabla 13 presenta los valores del índice de estabilidad visual (VSI, por sus siglas en inglés) para clasificar la estabilidad de una mezcla de concreto autocompactante.

Tabla 13*Valores de Índice de Estabilidad Visual*

Valores VSI	Criterio
0 = Alta estabilidad	No hay evidencia de segregación o exudación.
1 = Estable	No hay evidencia de segregación, ligera exudación observada como un resplandor sobre la masa del concreto.
2 = Inestable	Una corona ligera de mortero ≤ 10 mm y/o pila de agregados en el interior de la masa de concreto.
3 = Inestabilidad alta	Clara segregación por evidencia de una corona de mortero grande > 10 mm y/o una pila de agregados grandes en el centro de la masa de concreto.

Nota. Obtenido de la NTP 339.219:2019, de INACAL (2019).

c. Ensayo anillo J

Este ensayo se basa en la norma técnica NTP 339.220:2019 y su equivalente ASTM C1621/C1621M-2017, donde se establece un procedimiento para determinar la habilidad de paso de la mezcla de concreto autocompactante.

Para realizar este ensayo es necesario un cono de Abrams, anillo J, una placa base, una barra para enrasado, instrumento de medición rígido o semirrígido, un recipiente con superficie no absorbente y otras herramientas (palas, cucharas), de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Ubicar la placa base en una superficie plana y bien nivelada.
- Humedecer la placa base.
- Remezclar la muestra vertida en el recipiente con una pala o cuchara para que el concreto sea homogéneo.
- Humedecer el cono de Abrams, ubicarlo en el centro de la placa base y concéntrico con el anillo J. El cono podrá ser ubicado de manera vertical (procedimiento A) o invertido (procedimiento B), considerando que tendrá la misma orientación que en el ensayo de extensibilidad.
- Llenar con la mezcla, enrasar, nivelar y quitar el concreto que haya caído en la placa base durante el llenado.

- Levantar el cono de forma vertical en $3s \pm 1s$. El ensayo deberá tener un tiempo total de $2 \frac{1}{2}$ min desde el inicio del llenado hasta el retiro del cono.
- Medir la extensibilidad, para esto se deberá medir un diámetro mayor (j_1) y un segundo diámetro (j_2) perpendicular al primer diámetro medido (j_1). Si las medidas de ambos lados (j_1 y j_2) difieren en 50 mm, la prueba no será válida y deberá repetirse.
- Determinar el flujo de asentamiento con las medidas tomadas según la ecuación 2.

$$\text{Flujo de anillo J} = \frac{(j_1 + j_2)}{2} \quad (2)$$

Dónde:

j_1 = diámetro mayor de la extensión circular del concreto

j_2 = diámetro en ángulo aproximadamente perpendicular a j_1

- Calcular la diferencia entre la extensibilidad (flujo de asentamiento) y la fluidez por el anillo J. El resultado deberá ser evaluado de acuerdo a la tabla 14.

Tabla 14

Evaluación de bloqueo

Diferencia entre fluidez de asentamiento y fluidez con anillo J	Evaluación de bloqueo
0 mm a 25 mm (0 a 1 pulg)	Bloqueo no visible.
>25 mm a 50 mm (>1 a 2 pulg)	Bloqueo mínimamente perceptible.
>50 mm (> 2 pulg)	Bloqueo extremadamente perceptible.

Nota. NTP 339.220:2019

d. Ensayo de embudo V

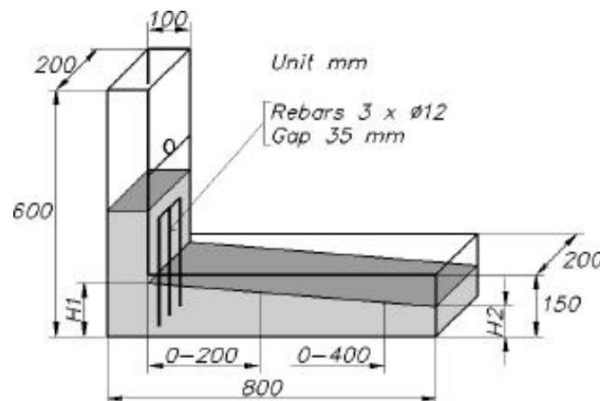
Este ensayo está destinado a evaluar la fluidez del concreto. El cono invertido con forma de V muestra cualquier tendencia del concreto a obstruirse, lo que se refleja en los resultados. Se llena el embudo con unos 12 litros de concreto y se mide el tiempo que tarda el concreto en fluir completamente a través del equipo (EFNARC, 2002).

e. Ensayo de caja L

Este ensayo evalúa la capacidad de paso y relleno del concreto autocompactante, además que permite detectar visualmente cualquier indicio de segregación o falta de estabilidad (EFNARC, 2002), de acuerdo al procedimiento señalado líneas abajo.

Figura 5

Dimensiones de caja en L



Nota. De EFNARC (2022), los números presentados se encuentran en milímetros (mm).

- Homogenizar el concreto antes de realizar el ensayo.
- Humedecer las superficies interiores del equipo y eliminar el agua restante.
- Llenar un recipiente con 14 litros aproximadamente de la mezcla.
- Verter la mezcla en el interior de la sección vertical del aparato y dejar reposar durante 1 min.
- Elevar la compuerta deslizante y dejar escurrir para tomar las medidas H_1 y H_2 .
- Calcular la relación de bloqueo según la ecuación 3.

$$\text{Relación de bloqueo} = \frac{H_2}{H_1} > 0,8 \quad (3)$$

Dónde:

H_2 = Altura final obtenida en la sección horizontal.

H_1 = Altura final obtenida en la sección vertical.

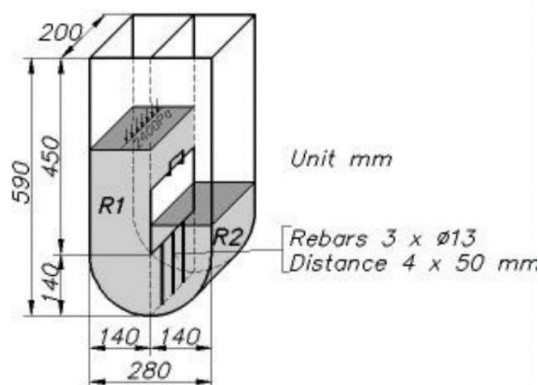
- Si el valor obtenido es menor a 0,8, la prueba no será válida.

f. Ensayo de caja U

También denominado ensayo “en forma de caja”. Se utiliza para evaluar la capacidad de relleno del concreto autocompactante (CAC). El equipo consiste en una caja con forma de U, dividida por una pared intermedia; se coloca una compuerta deslizante entre ambas secciones y se instalan barras de refuerzo con un diámetro nominal de 13 mm (EFNARC, 2002), de acuerdo al procedimiento señalado líneas abajo.

Figura 6

Dimensiones de Caja U



Nota. De EFNARC (2022). Los números presentados se encuentran en milímetros (mm).

- Homogenizar el concreto antes de realizar el ensayo.
- Humedecer las superficies interiores del equipo y eliminar el agua restante.
- Llenar un recipiente con 20 litros aproximadamente de la mezcla.
- Verter la mezcla en el Interior de una sección del equipo y dejar reposar durante 1 min.
- Elevar la compuerta deslizante y dejar fluir el concreto para luego tomar las medidas H_1 y H_2 .
- Calcular la altura de llenado según la ecuación 4.

$$\text{Altura de llenado} = H_2 - H_1 < 30 \text{ mm} \quad (4)$$

Dónde:

H_2 = Altura obtenida en la sección 2.

H_1 = Altura obtenida en la sección 1.

- Si el valor obtenido es mayor a 30 mm, la prueba no será válida.

En sinopsis, los ensayos que tienen que ser realizados para determinar las características del concreto autocompactante se presentan en la tabla 15.

Tabla 15

Resumen de ensayos para control de calidad de concreto autocompactante

Método de ensayo	Propiedad	Norma	Valores recomendados
Extensibilidad	Capacidad de relleno	NTP 339.219/ ASTM C1611	Según diseño
T ₅₀	Capacidad de relleno	NTP 339.219/ ASTM C1611	2 a 5 segundos*
Índice de estabilidad visual	Estabilidad estática	NTP 339.219/ ASTM C1611	0 o 1
Anillo J	Capacidad de paso, Capacidad de relleno	NTP 339.220/ ASTM C1621	< 25 mm
Embudo V	Capacidad de paso	EFNARC 2002	6 a 12 segundos
Caja L	Capacidad de paso, Capacidad de llenado	EFNARC 2002	H2/H1 = 0,8 a 1,0
Caja U	Capacidad de paso, Capacidad de llenado	EFNARC 2002	H2 – H1 < 30 mm

Nota. Adaptación propia. *Según EFNARC (2022).

2.2.3. Aplicaciones del concreto

El concreto es el material de construcción más ampliamente utilizado, debido a su excelente resistencia al agua, su capacidad de ser moldeado en diversas formas y tamaños, su economía y su disponibilidad en obra (Metha y Monteiro, 1998).

Tanto el concreto convencional como el autocompactante pueden emplearse en distintos elementos de un proyecto de construcción. No obstante, este estudio se ha enfocado de manera significativa en el análisis de elementos verticales densamente armados y espesor reducido, como muros de ductilidad limitada y placas que soportan cargas estructurales, cuya resistencia mínima de diseño a la compresión es de 280 kg/cm² (Norma E.060, 2020).

2.2.4. Resistencia a la compresión del concreto

En Perú, la norma técnica que establece los métodos de ensayo para la resistencia a la compresión del concreto es la NTP 339.034:2021 que se basa en las recomendaciones de la American Society for Testing and Materials ASTM C39.

El ensayo estipulado en la NTP 339.034:2021 consiste en aplicar una carga de compresión axial a los testigos de concreto hasta que dicho elemento falle, es decir, se rompa o deforme de manera significativa. Dichos testigos serán ensayados en condiciones húmedas y dentro del tiempo permisible como se establece en la tabla 16.

Tabla 16
Edades de ensayo y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0,5 \text{ h o } 2,1 \%$
3 d	$\pm 2 \text{ h o } 2,8 \%$
7 d	$\pm 6 \text{ h o } 3,6 \%$
28 d	$\pm 20 \text{ h o } 3,0 \%$
90 d	$\pm 48 \text{ h o } 2,2 \%$

Nota. NTP 330.034:2021, de INACAL (2021).

Durante el ensayo, se registra la carga máxima alcanzada antes de la falla del testigo de concreto. Para calcular la resistencia a la compresión del testigo de concreto, se divide la carga máxima obtenida durante el ensayo entre el área de la sección transversal de la muestra.

2.2.5. Costo Directo en la elaboración de Concreto

Los costos directos son aquellos involucrados físicamente en la obra, incluyendo materias primas, subproductos, consumibles, materiales y todos los equipos, maquinarias, herramientas y mano de obra requerida para procesarlos y transformarlos en productos finales.

Los elementos del costo directo relacionados con la ejecución de una actividad, incluyen:

a. Materiales:

En todas las obras de construcción, se requiere una diversidad de materiales de construcción, y el costo de adquisición de estos materiales es un aspecto crucial en la determinación de los costos totales del proyecto. A pesar de que este costo puede variar, su impacto es considerable y no debe subestimarse en ningún momento. Cada uno de los elementos que integran estos costos materiales debe ser gestionado con sumo cuidado y atención (Beltrán, 2012).

Los insumos de materiales se cuantifican en unidades de medida que se utilizan comúnmente en el mercado, como bolsas de cemento, metros cúbicos de arena o piedra chancada, pies cuadrados de madera, kilogramos de varillas de hierro, entre otros (Ramos, 2015).

b. Mano de Obra:

Contempla la remuneración diaria de la mano de obra necesaria para la construcción, incluyendo jornales básicos y todas las prestaciones sociales vigentes.

La cantidad de mano de obra se expresa en horas hombre (HH), que representa el número de horas necesarias de una categoría específica para realizar una unidad lógica de trabajo y se representa como en la ecuación 5 (Delgado, 2012).

$$HH = \frac{\text{Tiempo}}{\text{Rendimiento}} \quad (5)$$

c. Equipo de construcción y herramientas:

El costo directo de los equipos corresponde al gasto asociado con el uso adecuado de las máquinas necesarias para realizar los trabajos. Este costo incluye tanto los gastos fijos relacionados con la compra y mantenimiento del equipo como los costos variables por los insumos necesarios para su funcionamiento. La evaluación de este costo se puede realizar en diversas escalas de tiempo, como anual, mensual, diario o por hora, siendo los más utilizados el "costo diario de operación" y el "costo por hora de operación" (Ramos, 2015).

El costo directo de herramientas representa el deterioro experimentado por éstas cuando se emplean en la realización de las diferentes etapas o actividades de un proyecto. Se obtiene del producto del costo directo de la mano de obra de dicha partida

y el porcentaje de incidencia de utilización de dichas herramientas (variando generalmente entre 1 % y 5 %) (CAPECO, 2003).

d. Flete Terrestre:

Se refiere al costo que se debe adicionar al precio de los materiales por concepto de transporte desde la ciudad o fábrica donde se adquieren hasta el proyecto de construcción (Ramos, 2015).

Los costos directos de las partidas se calculan en la hoja de cálculo análisis de precios unitarios. Esto permite una formulación ordenada y sistemática de todos los elementos de costos directos: materiales, equipos y mano de obra necesarios para la construcción de la obra descrita en la partida.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Cemento

Es un material utilizado en la construcción, formado por una sustancia en polvo que, al mezclarse con agua u otro componente, genera una pasta maleable que se solidifica al entrar en contacto con el agua o el aire (Oxford Living Dictionaries, s.f.).

2.3.2. Agregado fino

Se trata del material derivado de la desintegración natural o artificial de las rocas, que es tamizado a través de una malla de 9,5 mm (3/8") y cumple con las especificaciones definidas en la norma NTP 400.037:2021 (Cieza, 2018).

2.3.3. Agregado grueso

Es el material que se retiene en el tamiz de 4,75 mm (N° 4) y que cumple con los requisitos establecidos en la norma NTP 400.037:2021 (Cieza, 2018).

2.3.4. Resistencia a la compresión

Propiedad mecánica para resistir a una fuerza de compresión (Federación de Enseñanza de Comisiones Obreras de Andalucía, 2011).

2.3.5. Diseño de mezcla

Es un procedimiento que implica la elección de los componentes disponibles (cemento, agregados, agua y aditivos) y la determinación de sus proporciones para producir concreto de la manera más económica posible, asegurando que tenga el grado adecuado de trabajabilidad. A medida que se endurezca a la velocidad adecuada, debe alcanzar las propiedades necesarias en términos de resistencia, durabilidad, peso unitario, estabilidad volumétrica y apariencia (Sánchez, 2001).

2.3.6. Relación agua/cemento

Es la razón entre el contenido efectivo de agua y el contenido de cemento en masa (Putzmeister, 2018).

2.3.7. Aditivo superplastificante

La NTP 334.088:2024 y la ASTM C 494 definen a los aditivos superplastificantes o reductores de agua de alto rendimiento como aquellos clasificados en la categoría “tipo F” (Mayta, 2014). Según Portugal (2007), estos aditivos se emplean principalmente para tres propósitos: mejorar la trabajabilidad, aumentar la resistencia y disminuir la cantidad de cemento utilizado.

2.3.8. Concreto autocompactante

El concreto autocompactante es un tipo de mezcla que fluye libremente dentro del encofrado, llenando de manera natural todo el volumen disponible. Se distribuye entre las varillas de refuerzo y se estabiliza únicamente bajo su propio peso, sin requerir compactación adicional, ya sea interna o externa (González et al., 2005).

2.3.9. Concreto tradicional

Es un tipo de concreto que se prepara directamente en el lugar de la obra, empleando materiales que se consiguen y se almacenan por separado antes de su uso (Flores, 2020).

2.3.10. Costos directos

Son los que están directamente relacionados con el trabajo del proyecto o actividad (Gascón, s.f.).

CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

Esta investigación tiene un diseño experimental, ya que por medio de la manipulación de variables como la adición de aditivos químicos y selección de materiales constituyentes se caracterizó la influencia que ocasiona en las propiedades físicas y mecánicas del concreto en su estado fresco y endurecido (Hadi et al., 2023).

3.2. Acciones y actividades

3.2.1. Caracterización de cemento y aditivo mediante eficiencia y eficacia de combinación para diseño de mezclas de concreto

Para la selección del cemento y aditivo químico a utilizar para el diseño de mezclas de concreto se lleva a cabo la exclusión entre 3 tipos de cemento y 3 tipos de aditivos químicos, según tabla 17 y tabla 18 respectivamente por medio de ensayos de compatibilidad de pastas en concreto de acuerdo a la tabla 19 y figura 7 dentro de los límites recomendados por el fabricante.

Tabla 17

Tipos de cemento ensayados para elaboración de pastas

Factor	Tipo de cemento	Descripción comercial
C1	HE	Cemento industrial de ultra resistencia inicial Yura HE
C2	IP	Cemento multipropósito de alta durabilidad Yura IP
C2	HS	Cemento anti-salitre de ultra impermeabilidad Yura HS

Tabla 18*Tipos de aditivos ensayados para elaboración de pastas*

Factor	Aditivo	Tipo	Peso específico	% Líquido recomendado
A1	MasterGlenium SCC 3800	SP/RAAR	1,05	0,84 – 1,58
A2	MasterEase 3900	RAAR/BV	1,10	0,72 – 1,65
A3	MasterRheobuild 1003	RAAR	1,21	0,79 – 1,94

Nota. SP: Superplastificante, RAAR: Reductor de agua de alto rango, BV: Baja viscosidad

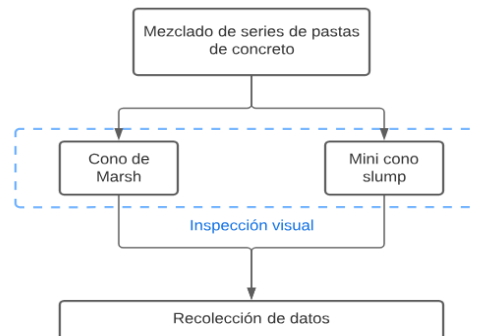
Tabla 19*Combinaciones de mezcla ensayados mediante compatibilidad cemento-aditivo*

N°	Serie	Características	a/c
1	C1A1	Yura HE + MasterGlenium SCC 3800	0,35
2	C1A2	Yura HE + MasterEase 3900	0,35
3	C1A3	Yura HE + MasterRheobuild 1003	0,35
4	C2A1	Yura IP + MasterGlenium SCC 3800	0,35
5	C2A2	Yura IP + MasterEase 3900	0,35
6	C2A3	Yura IP + MasterRheobuild 1003	0,35
7	C3A1	Yura HS + MasterGlenium SCC 3800	0,35
8	C3A2	Yura HS + MasterEase 3900	0,35
9	C3A3	Yura HS + MasterRheobuild 1003	0,35

Nota. La relación agua-cemento (a/c) considerada se definió considerando la media de las recomendaciones para aditivos reductores de alto rango de La ciencia y el arte del concreto "El material del siglo XXI", de Sotomayor (2020), p. 222.

Figura 7

Flujo operativo de pastas de concreto elaboradas



Nota. Las series de pastas de concreto fueron evaluadas a los 5, 30, 60 y 90 minutos después del mezclado.

3.2.2. Selección de agregados

Las muestras de agregado fueron seleccionadas de dos canteras privadas ubicadas en la provincia de Tacna, por disponibilidad del material necesario.

a. Cantera Arunta

La concesión denominada “cantera Arunta” se ubica en el paraje Arunta en el distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa, provincia y departamento de Tacna.

La zona de explotación de materiales granulares es accesible mediante las vías que acceden al centro poblado Alfonso Ugarte II Etapa, por el norte y sur a través de la Av. Alexander Von Humboldt y calle Violetas. La vista satelital de dicha cantera se muestra en la figura 8.

Figura 8

Ubicación satelital de la cantera Arunta



Los agregados de esta cantera corresponden a sedimentos no establecidos provenientes de las partes altas “Estribaciones Andinas”, transportadas por los ríos Caplina, Uchusuma y eventualmente por las quebradas “El Diablo” y “Viñani”. Constan de sedimentos de litología diversa, principalmente ígneas volcánicas e intrusivas, con una granulometría diversa que abarca todo el espectro granulométrico desde cantos rodados, gravas, arenas, gruesas, finas y arcillas (Velasquez, s. f.).

En específico, sus coordenadas geográficas son: 18°2'27.40"S y 70°13'45.60"O. El material característico de esta cantera se muestra en la figura 9.

Figura 9

Material característico de explotación en la cantera Arunta



Los materiales extraídos para su caracterización se muestran en la tabla 20.

Tabla 20

Agregados extraídos de la cantera Arunta

Factor	Descripción
AG1	Piedra chancada (partículas de tamaño aproximado 3/4")
AF1	Arena natural extraída y seleccionada

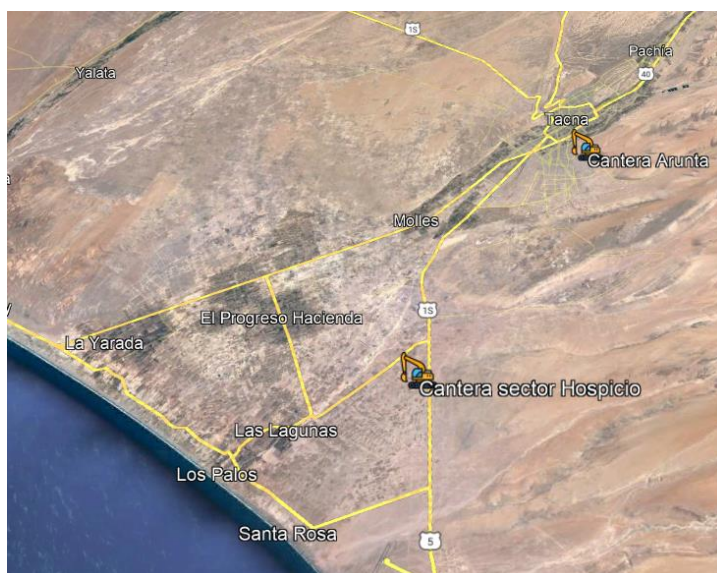
b. Cantera sector Hospicio

La cantera privada se ubica en el sector Hospicio en el distrito Yarada Los Palos, provincia y departamento de Tacna.

La zona de explotación de materiales granulares es accesible, saliendo del distrito de Tacna, mediante la carretera asfaltada Panamericana Sur. La vista satelital de cantera sector Hospicio se muestra en la figura 10.

Figura 10

Ubicación satelital de la cantera sector Hospicio



En específico, sus coordenadas geográficas son: $18^{\circ}13'54.90''S$ y $70^{\circ}19'49.00''O$. El material característico de esta cantera se muestra en la figura 11.

Figura 11

Material característico de explotación en la cantera sector Hospicio



Los materiales extraídos para su caracterización se muestran en la tabla 21.

Tabla 21

Agregados extraídos de la cantera sector Hospicio

Factor	Descripción
AG2	Piedra de canto rodado (partículas de tamaño aproximado de 5mm.)

3.2.3. Desarrollo de ensayos en agregados

Las muestras obtenidas de agregado fino y agregado grueso de las diferentes canteras dentro del distrito de Tacna son sometidas a ensayos, de acuerdo a la tabla 22, para determinar sus propiedades físicas que serán utilizadas en el diseño de mezclas.

También, se determinan sus propiedades físico-químicas que garantizan la calidad para uso en concreto, de acuerdo a los estándares recomendados, según el detalle de la tabla 23 y tabla 24 del agregado grueso y agregado fino, respectivamente.

Tabla 22

Ensayos realizados para determinar las propiedades físicas de los agregados para diseño de mezclas

N°	Ensayo realizado	Referencia normativa
1	Gravedad específica y absorción	NTP 400.021
2	Peso unitario suelto y compactado	NTP 400.017
3	Contenido de humedad	NTP 339.185
4	Análisis granulométrico por tamizado	NTP 400.012

Nota. Los ensayos mencionados en la tabla fueron realizados bajo la supervisión del Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos INGESERVICIOS.

Tabla 23

Ensayos de calidad realizados para determinar las propiedades físico-químicas del agregado grueso

N°	Ensayo realizado	Referencia normativa
1	Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791
2	Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	ASTM D 5821

(continúa)

Tabla 23 (continuación)

N°	Ensayo realizado	Referencia normativa
3	Material fino que pasa el tamiz N°200	NTP 400.018
4	Abrasión Los Ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5mm. (1/2")	NTP 400.020
5	Arcillas en terrones y partículas desmenuzables	NTP 400.015
6	Sales totales – cloruros – sulfatos	NTP 339.152 NTP 400.042

Nota. Los ensayos mencionados en la tabla fueron realizados bajo la supervisión del Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos INGESERVICIOS.

Tabla 24

Ensayos de calidad realizados para determinar las propiedades físico-químicas del agregado fino

N°	Ensayo realizado	Referencia normativa
1	Material fino que pasa el tamiz N° 200	NTP 400.018
2	Arcillas en terrones y partículas desmenuzables	NTP 400.015
3	Impurezas orgánicas en agregado fino	NTP 400.024
4	Sales totales – cloruros – sulfatos	NTP 339.152 NTP 400.042
5	Equivalente de arena	NTP 339.146

Nota. Los ensayos mencionados en la tabla fueron realizados bajo la supervisión del Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos INGESERVICIOS.

3.2.4. Diseño de mezclas

En gabinete se realiza el cálculo de diseño de mezclas para obtener concreto convencional y concreto autocompactante con una resistencia a la compresión de diseño ($f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$) bajo la metodología sugerida por el Instituto Americano del Concreto (ACI) que cumpla con las necesidades y requisitos de vaciado para elementos verticales densamente armados.

a. Diseño de mezcla de concreto convencional

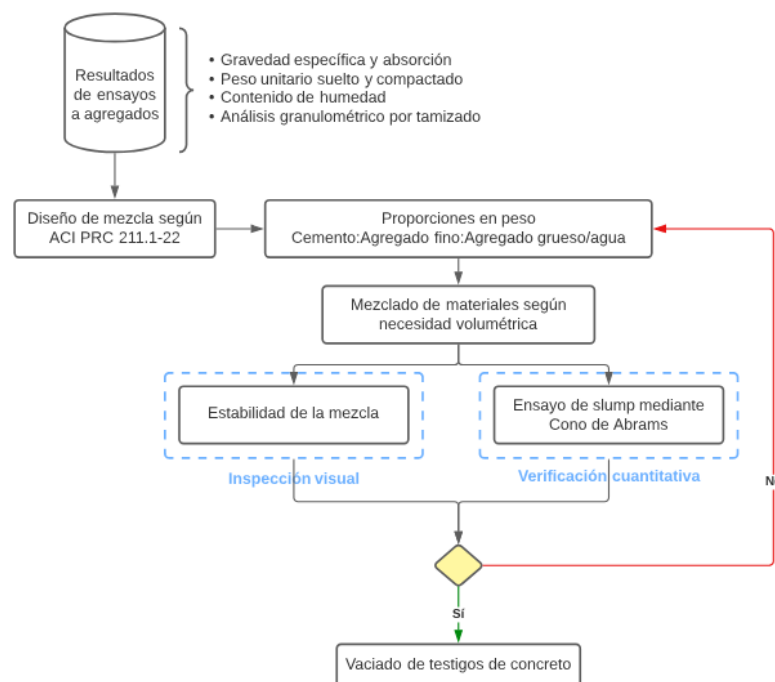
El procesamiento del diseño de mezclas para el concreto convencional se realiza mediante la metodología propuesta por el comité 211 del ACI, teniendo como variables los resultados obtenidos de los ensayos a los agregados.

Asimismo, la mezcla obtenida es elaborada y evaluada en su estado fresco, verificando su revenimiento o slump y estabilidad mediante el cono de Abrams y observación, respectivamente y posteriormente en su estado endurecido.

El procedimiento operativo se describe en la figura 12.

Figura 12

Diagrama de flujo operativo para el diseño de mezcla de concreto convencional



b. Diseño de mezcla de concreto autocompactante

El procesamiento del diseño de mezclas para el concreto autocompactante se realiza mediante la metodología propuesta por el comité 237 del ACI, teniendo como referencia los resultados obtenidos de los ensayos a los agregados y el ensayo sobre pastas.

Previamente al mezclado final, se realizan pruebas piloto de los diseños de mezcla obtenidos teóricamente para comprobar que cumpla con las propiedades que

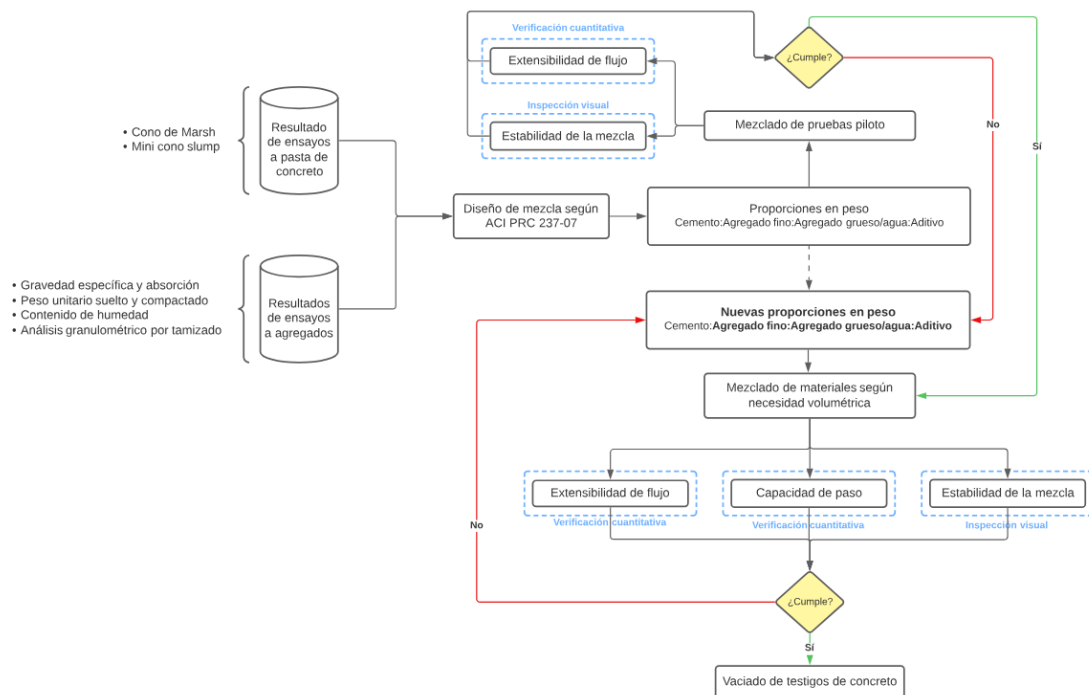
indica el comité ACI 237 en su estado fresco (trabajabilidad, capacidad de paso y estabilidad de segregación).

Con las proporciones de la prueba piloto satisfactoria se realiza el mezclado para su análisis en su estado fresco y endurecido.

El procedimiento operativo se describe en la figura 13.

Figura 13

Diagrama de flujo operativo para el diseño de mezcla de concreto autocompactante



3.2.5. Rotura de testigos de concreto

Los especímenes obtenidos del mezclado de concreto convencional y autocompactante son sometidos a compresión axial mecánica para corroborar su resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días después de su elaboración.

3.3. Materiales y/o instrumentos

Para la técnica de observación experimental empleada, se utilizan instrumentos como guías de observación propuestos por los autores y validados por nuestro asesor. También, se aplican formatos de laboratorio que son preparados por el Laboratorio de Suelos, Concreto y Pavimentos INGESERVICIOS para el tratamiento de los ensayos realizados que se presentan en los anexos correspondientes.

3.4. Población y/o muestra de estudio

La población de estudio está constituida por la totalidad de mezclas diseñadas y elaboradas para la caracterización de los materiales en el ensayo de pastas y para el diseño final con los datos obtenidos por laboratorio.

En específico, para la caracterización de los materiales constituyentes de la pasta de concreto se analizaron las siguientes combinaciones:

- Cemento Yura HE + MasterGlenium SCC 3800
- Cemento Yura HE + MasterEase 3900
- Cemento Yura HE + MasterRheobuild 1003
- Cemento Yura IP + MasterGlenium SCC 3800
- Cemento Yura IP + MasterEase 3900
- Cemento Yura IP + MasterRheobuild 1003
- Cemento Yura HS + MasterGlenium SCC 3800
- Cemento Yura HS + MasterEase 3900
- Cemento Yura HS + MasterRheobuild 1003

Por otro lado, para el diseño final de las mezclas, se caracterizó con las siguientes combinaciones, por su eficiencia y compatibilidad:

- Cemento Yura HE + AG. TM 3/4" + AF + Agua
- Cemento Yura IP + AG. TM 3/4" + AF + Agua
- Cemento Yura HE + AG. TM N° 4 + AF + Agua + MasterGlenium SCC 3800
- Cemento Yura HE + AG. TM N° 4 + AF + Agua + MasterEase 3900
- Cemento Yura IP + AG. TM N° 4 + AF + Agua + MasterGlenium SCC 3800
- Cemento Yura IP + AG. TM N° 4 + AF + Agua + MasterEase 3900

Finalmente, las muestras obtenidas para corroborar la resistencia a la compresión fueron 54 probetas de concreto, 9 de cada diseño de mezcla, que fueron dispuestas a rotura por compresión a los 7, 14 y 28 días después del mezclado.

3.5. Operacionalización de variables

La tabla 25 presenta la especificación detallada del proceso de operacionalización de las variables.

Tabla 25*Operacionalización de variables*

Variables	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable independiente: Resistencia a la compresión del concreto	Capacidad del concreto para resistir fuerzas de compresión antes de experimentar el fallo.	Diseño de mezcla para concreto convencional Diseño de mezcla para concreto autocompactante	Revenimiento Segregación Exudación $f'c \geq 280 \text{ kg/cm}^2$
Variable dependiente: Costo directo	Suma total de los gastos asociados directamente con la ejecución de un proyecto/actividad.	Análisis de precios unitarios	Mano de obra Materiales Equipos Herramientas

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Se utiliza la estadística descriptiva para el análisis e interpretación de los datos. Las técnicas que se utilizaron fueron: la tabulación, clasificación, codificación y presentación, a través de tablas de distribución de frecuencias, barras y líneas, que permitieron visualizar el comportamiento de la variable en estudio.

Para el análisis de los datos se procedió con la construcción de una base de datos, utilizando el programa Microsoft Excel, para luego proceder con los tipos de análisis que corresponde a cada una de las categorías de los datos recolectados mediante el juicio crítico.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Diseño de mezclas

4.1.1. Concreto convencional

Se utilizó el método del ACI 211 para diseñar las mezclas, considerando una resistencia a la compresión objetivo de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$. Considerando los resultados obtenidos de las muestras que son detalladas en la tabla 26:

Tabla 26

Resultados de ensayos en muestras de agregados para concreto convencional

Propiedades físicas de los agregados	Und	Ag. fino	Ag. grueso	Norma
Peso específico	g/cm^3	2,674	2,643	NTP 400.022
Absorción	%	0,711	0,981	NTP 400.021
Peso unitario suelto	g/cm^3	1,773	1,303	NTP 400.017
Peso unitario compactado	g/cm^3	1,875	1,436	NTP 400.012
Contenido de humedad	%	0,985	0,344	NTP 339.185
Módulo de fineza	-	3,020	-	
Tamaño máximo	-	Nº 4	3/4"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	-	Nº 4	1/2"	

4.1.1.1. Diseño de mezcla para cemento tipo HE y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 211, cuyo detalle se adjunta en el anexo 6, son:

Cemento = 476,39 kg
 Ag. fino = 822,62 kg
 Ag. grueso = 760,82 kg
 Agua efectiva = 224,59 L

4.1.1.2. Diseño de mezcla para cemento tipo IP y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 211, cuyo detalle se adjunta en el anexo 6, son:

Cemento = 476,39 kg
 Ag. Fino = 799,26 kg
 Ag. Grueso = 760,82 kg
 Agua efectiva = 224,66 L

4.1.2. Concreto autocompactante

4.1.2.1. Compatibilidad cemento-aditivo

Los resultados de los ensayos realizados a las combinaciones de pastas de concreto se presentan a través de series de combinación de la tabla 27.

Tabla 27

Combinaciones de pastas de concreto evaluadas

Serie	Combinación de pasta de concreto	Rango de cantidad aditivo evaluado (%)
C1A1	Cemento Yura HE + MasterGlenium SCC 3800	1,00 – 1,80
C1A2	Cemento Yura HE + MasterEase 3900	0,70 – 1,90
C1A3	Cemento Yura HE + MasterRheobuild 1003	1,00 – 2,20
C2A1	Cemento Yura IP + MasterGlenium SCC 3800	0,80 – 1,80
C2A2	Cemento Yura IP + MasterEase 3900	0,70 – 1,90
C2A3	Cemento Yura IP + MasterRheobuild 1003	1,00 – 2,20
C3A1	Cemento Yura HS + MasterGlenium SCC 3800	0,80 – 1,80
C3A2	Cemento Yura HS + MasterEase 3900	0,70 – 1,90
C3A3	Cemento Yura HS + MasterRheobuild 1003	1,00 – 2,20

Nota. El porcentaje de aditivo corresponde a la cantidad de cemento.

a. Serie C1A1 - Cemento tipo HE + MasterGlenium SCC 3800:

Los resultados de la serie C1A1 se muestran en la tabla 28, figura 14 y figura 15.

Tabla 28

Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C1A1

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C1A1	1,00	170,8	300,7	492,4	-	12,9	12,5	-	-

(continúa)

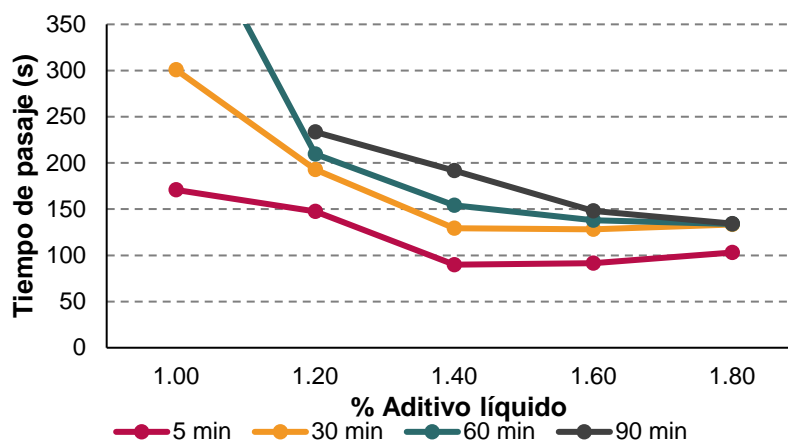
Tabla 28 (continuación)

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C1A1	1,20	147,6	192,8	209,7	233,5	17,0	16,3	16,2	16,1
	1,40	89,9	129,4	154,0	191,6	18,8	18,1	17,1	16,7
	1,60	91,6	128,1	138,1	148,1	22,0	20,4	19,8	19,5
	1,80	103,1	133,5	133,9	134,4	23,8	23,5	23,1	22,9

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 14

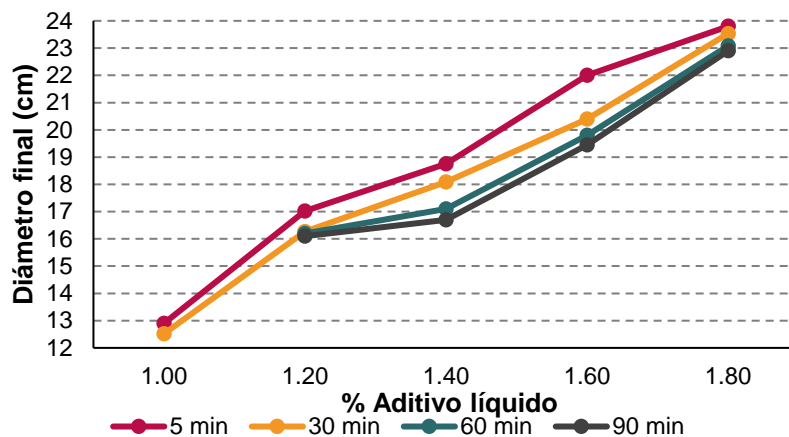
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A1



Nota. Se puede observar que el punto de saturación de la serie C1A1 equivale a 1,40 %.

Figura 15

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A1



Nota. Se puede observar que la fluidez de la serie C1A1 se mantiene a través del tiempo con las diferentes dosificaciones de aditivo.

b. Serie C1A2 - Cemento tipo HE + MasterEase 3900:

Los resultados de la serie C1A2 se muestran en la tabla 29, figura 16 y figura 17.

Tabla 29

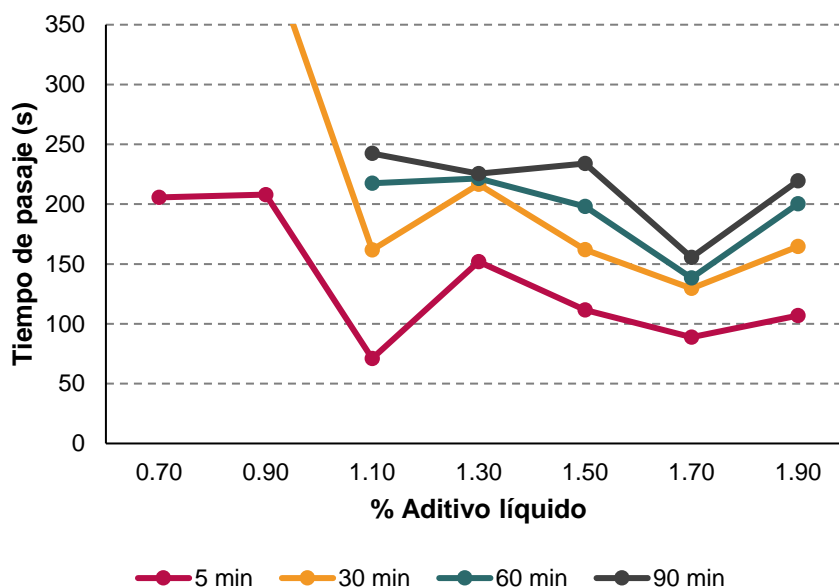
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C1A2

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C1A2	0,70	205,7	435,9	-	-	-	-	-	-
	0,90	208,0	415,7	-	-	14,7	14,4	14,1	-
	1,10	71,0	161,7	217,5	242,4	19,8	18,5	18,1	17,5
	1,30	151,9	216,6	221,5	225,5	15,6	15,5	14,1	13,2
	1,50	111,6	161,9	198,0	234,1	16,5	16,4	16,3	16,2
	1,70	88,9	129,5	138,3	155,5	17,4	16,6	16,3	15,8
	1,90	107,0	164,6	200,4	219,4	18,4	18,3	17,9	17,5

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 16

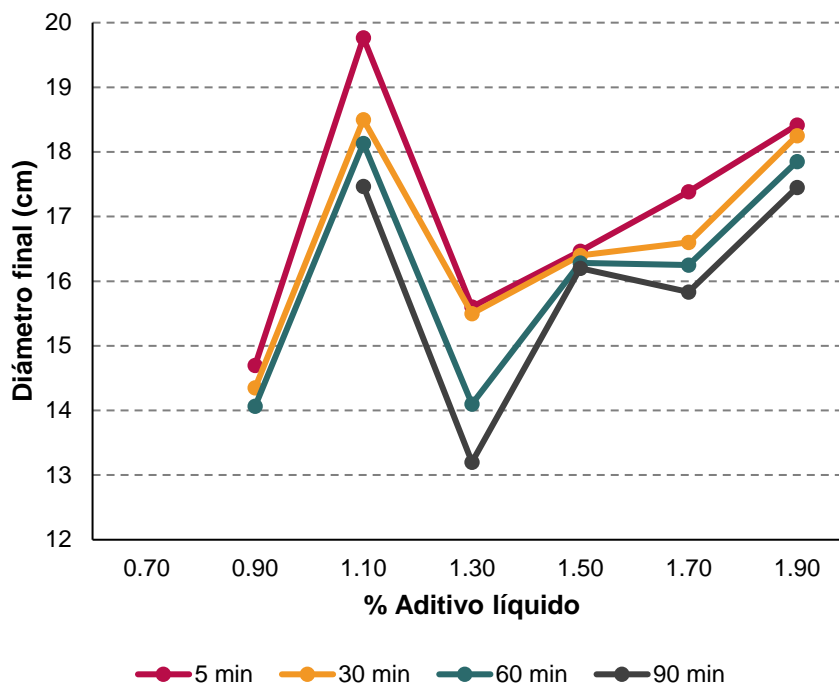
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A2



Nota. Se puede observar que el punto de saturación de la serie C1A2 equivale a 1,10 %

Figura 17

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A2



Nota. Se puede observar que la fluidez de la serie C1A2 se mantiene a través del tiempo con las diferentes dosificaciones de aditivo

c. Serie C1A3 - Cemento tipo HE + MasterRheobuild 1003:

Los resultados de la serie C1A3 se muestran en la tabla 30, figura 18 y figura 19.

Tabla 30

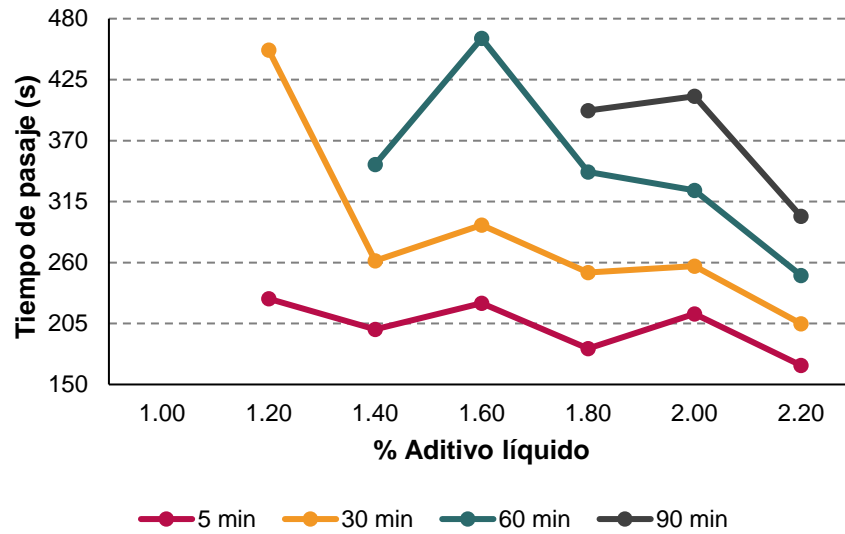
Resultado de ensayo en pasta de concreto, serie C1A3

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,20	227,3	451,8	-	-	-	-	-	-
	1,40	199,8	261,6	348,4	-	-	-	-	
C1A3	1,60	223,4	293,9	462,2	-	12,3	11,8	-	-
	1,80	182,4	251,1	341,8	397,2	15,1	14,5	13,8	12,4
	2,00	213,7	256,7	325,0	410,0	16,7	16,4	16,2	15,8
	2,20	167,2	204,8	248,4	301,7	14,6	14,9	14,0	13,0

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 18

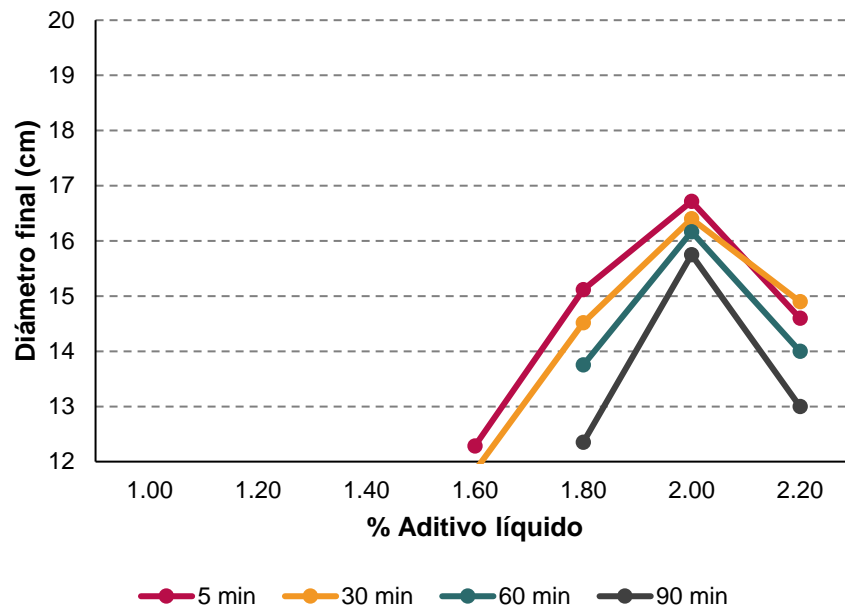
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C1A3



Nota. Se puede observar que la serie C1A3 cuenta con valores muy altos de tiempo de pasaje y alta variabilidad con respecto al tiempo. A partir de cantidades de aditivo mayores a 1,80 % se logra establecer una viabilidad para la elaboración de un concreto autocompactante.

Figura 19

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C1A3



Nota. Se puede establecer que el punto de saturación de la serie C1A3 es 2,00 %

d. Serie C2A1 - Cemento tipo IP + MasterGlenium SCC 3800:

Los resultados de la serie C2A1 se muestran en la tabla 31, figura 20 y figura 21.

Tabla 31

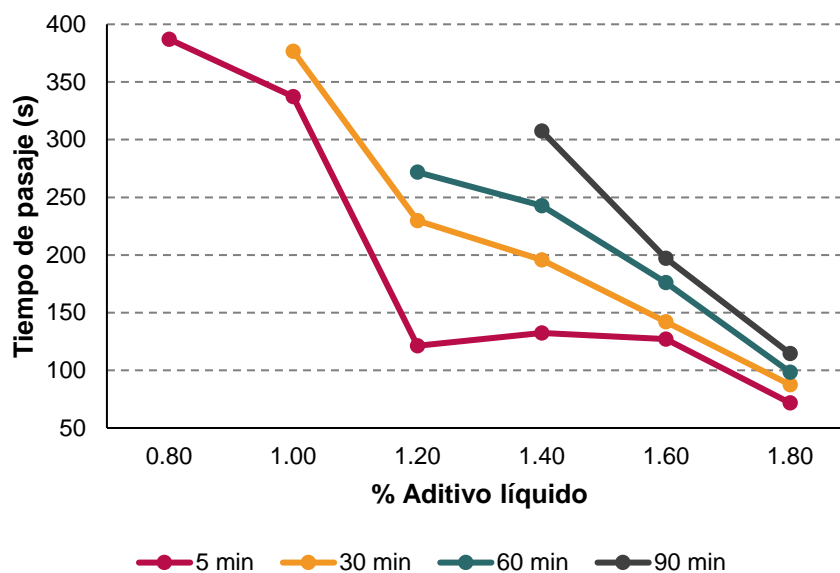
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A1

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C2A1	0,80	387,1	-	-	-	12,8	-	-	-
	1,00	337,4	376,7	-	-	15,6	14,4	-	-
	1,20	121,3	229,7	271,8	-	17,8	17,0	16,1	14,2
	1,40	132,3	195,8	242,7	307,6	20,5	19,5	18,6	17,6
	1,60	127,0	142,0	176,1	197,1	20,6	19,7	19,5	18,5
	1,80	71,7	87,5	98,4	114,5	20,9	19,4	19,4	18,5

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 20

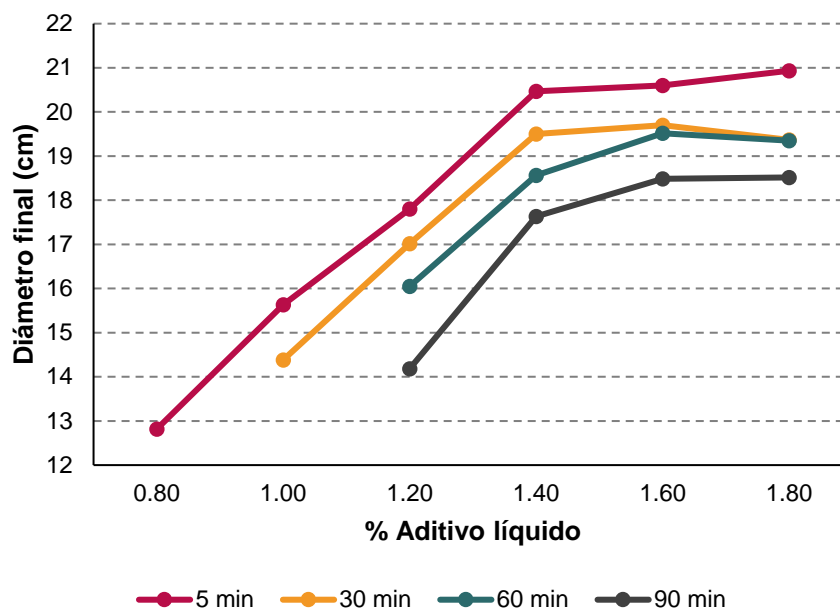
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A1



Nota. Se puede observar que el punto de saturación de la serie C2A1 equivale a 1,20 %, sin embargo, en dicha dosificación, sólo se puede considerar una estabilidad hasta los 60 min después del mezclado. En condiciones adversas, en cuanto al tiempo de vaciado, se podría redefinir esta variable por una cantidad mayor.

Figura 21

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A1



Nota. Se puede observar que la fluidez de la serie C2A1 se mantiene a través del tiempo con las diferentes dosificaciones de aditivo

e. Serie C2A2 - Cemento tipo IP + MasterEase 3900:

Los resultados de la serie C2A2 se muestran en la tabla 32, figura 22 y figura 23.

Tabla 32

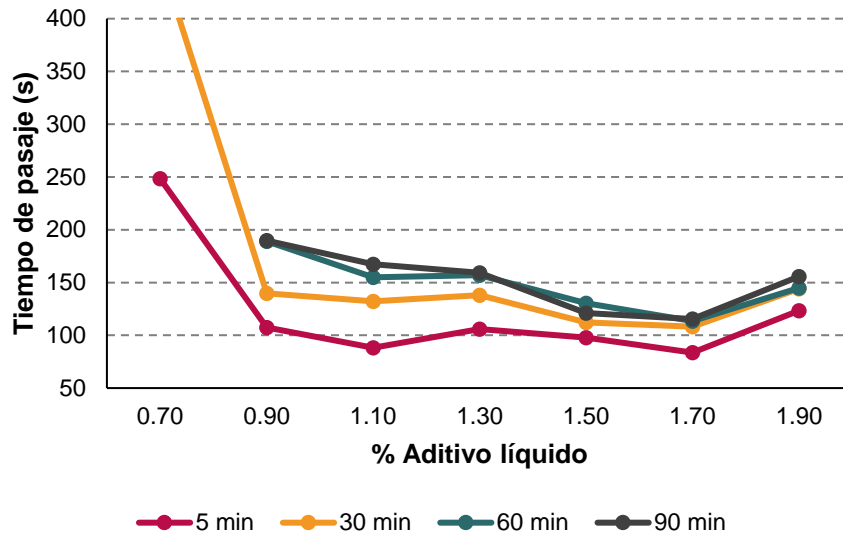
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A2

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		(s)				(cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
	0,70	248,4	456,7	318,3	-	15,5	15,4	14,5	13,7
	0,90	107,3	139,8	189,1	189,7	19,8	19,7	19,6	19,5
	1,10	88,2	132,1	155,0	167,3	20,5	20,0	19,5	18,9
C2A2	1,30	106,0	138,1	156,9	159,2	19,9	19,0	18,0	18,0
	1,50	97,9	112,3	130,4	121,2	19,6	19,2	19,0	18,6
	1,70	83,6	108,2	113,5	115,4	20,0	20,0	19,5	18,9
	1,90	123,3	144,1	144,9	155,7	19,0	18,9	18,8	18,5

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 22

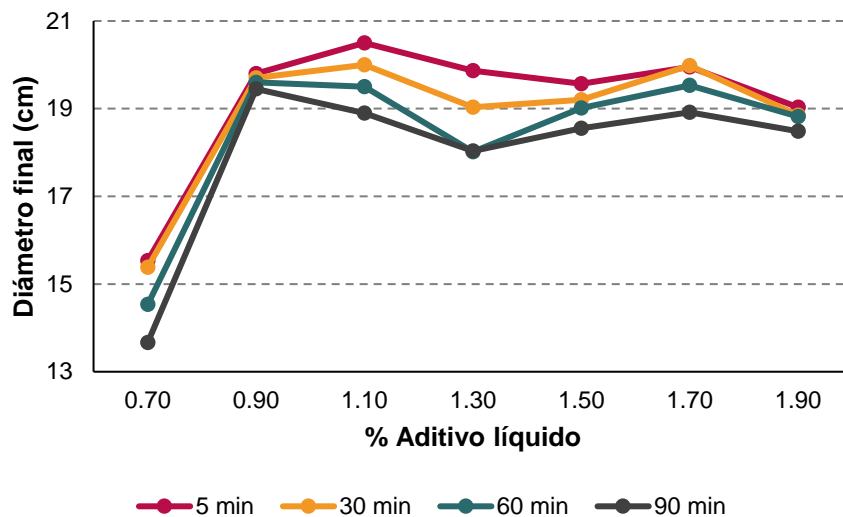
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A2



Nota. Se puede observar que el punto de saturación de la serie C2A2 equivale a 0,90 %

Figura 23

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A2



Nota. Se puede observar que la fluidez de la serie C2A2 se mantiene a través del tiempo con las diferentes dosificaciones de aditivo. Por otro lado, en el intervalo de variación de 0,70 % a 0,80 % presenta una alta variabilidad siendo un indicio de separación de componentes.

f. Serie C2A3 - Cemento tipo IP + MasterRheobuild 1003:

Los resultados de la serie C2A3 se muestran en la tabla 33, figura 24 y figura 25.

Tabla 33

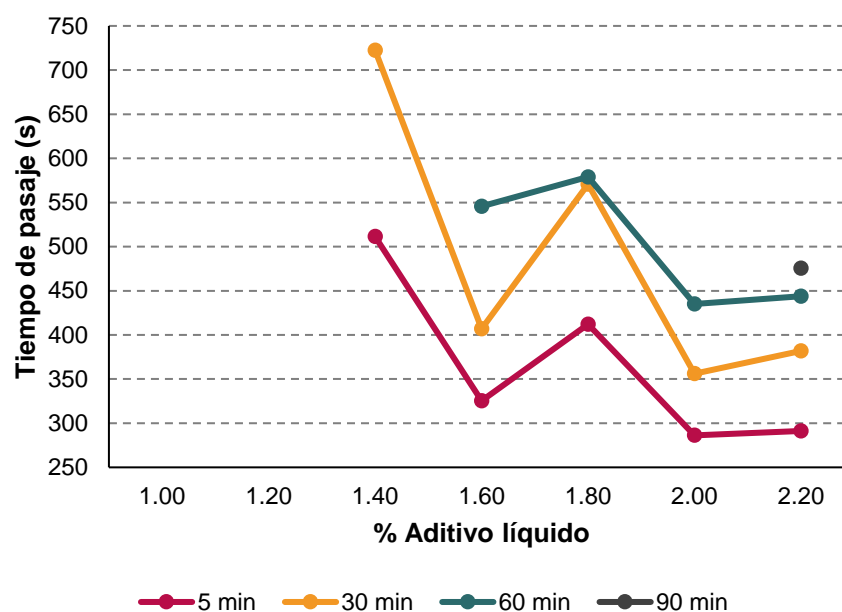
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C2A3

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C2A3	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,40	511,4	722,5	-	-	12,4	12,2	-	-
	1,60	325,2	407,0	545,5	-	13,6	13,5	13,0	12,5
	1,80	412,1	570,7	579,0	-	14,9	14,7	14,5	13,4
	2,00	286,3	356,1	435,1	-	15,7	15,7	15,3	14,4
	2,20	291,2	381,8	443,8	475,6	16,3	16,1	15,6	15,4

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 24

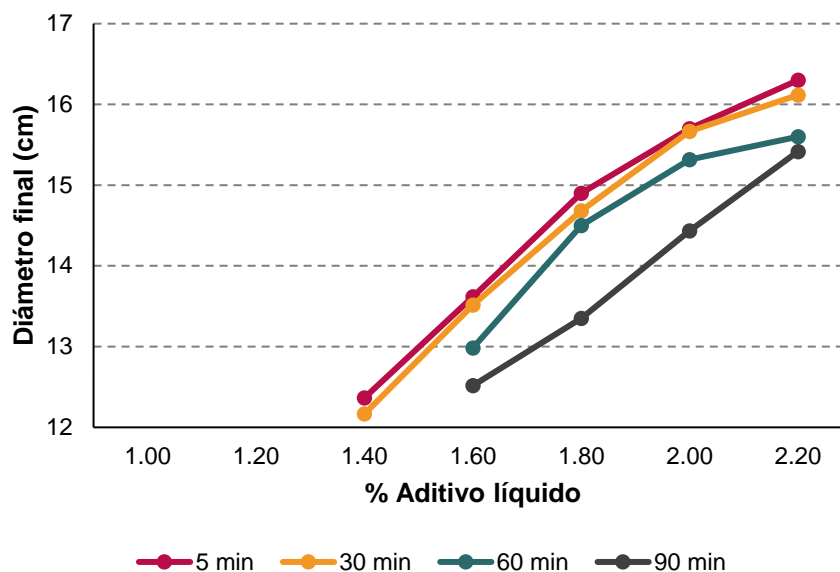
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C2A3



Nota. Se puede observar que la serie C2A3 cuenta con valores muy altos de tiempo de pasaje y alta variabilidad con respecto al tiempo. A partir de cantidades de aditivo mayores a 2,20 % se logra proyectar una viabilidad para la elaboración de un concreto autocompactante.

Figura 25

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C2A3



Nota. No se logra establecer un punto de saturación para la serie C2A3 en el rango estudiado.

g. Serie C3A1 - Cemento tipo HS + MasterGlenium SSC 3800:

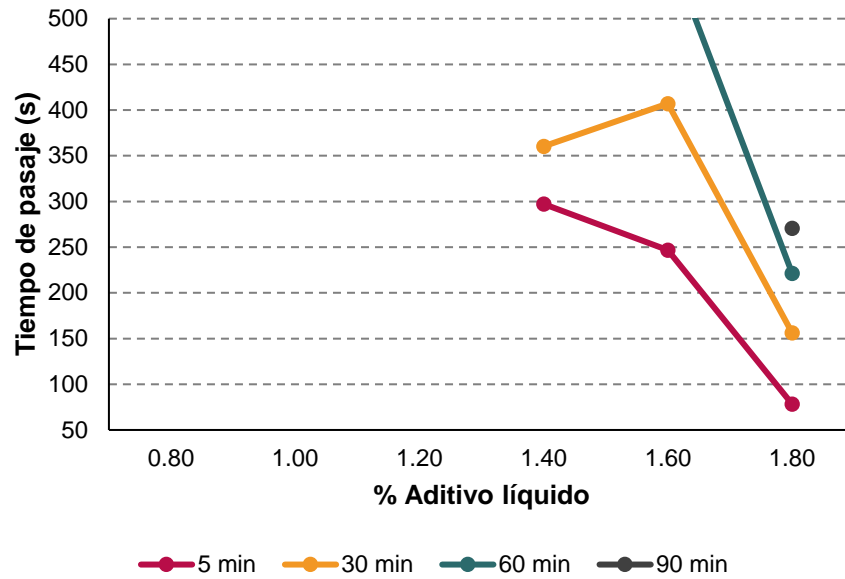
Los resultados de la serie C3A1 se muestran en la tabla 34, figura 26 y figura 27.

Tabla 34

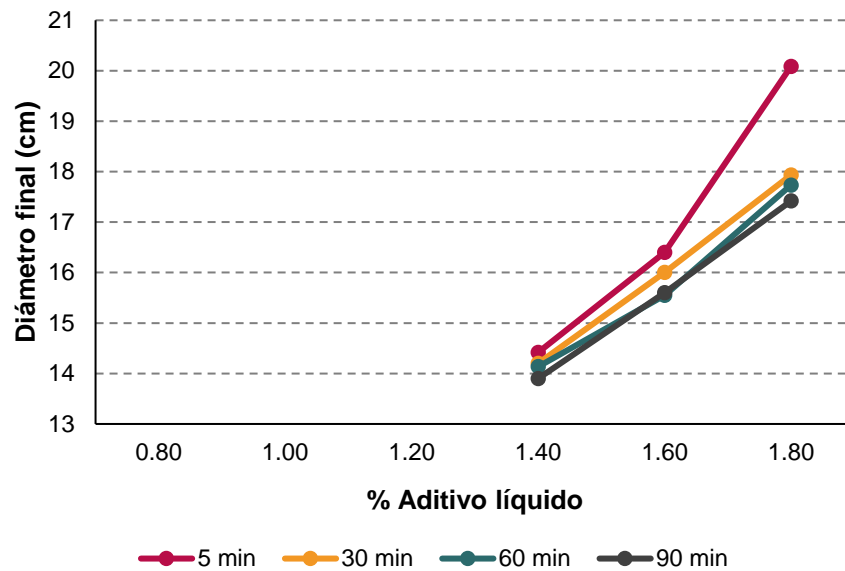
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A1

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C3A1	0,80	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,40	297,2	360,4	-	-	14,4	14,2	14,1	13,9
	1,60	246,9	407,1	578,8	-	16,4	16,0	15,6	15,6
	1,80	78,3	156,3	221,5	270,6	20,1	17,9	17,7	17,4

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 26*Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C3A1*

Nota. Se puede observar que la serie C3A1 es compatible y estable a partir de cantidades de aditivo mayores a 1,80 %.

Figura 27*Resultados de ensayo mini cono slump, serie C3A1*

Nota. No se logra establecer un punto de saturación para la serie C3A1 en el rango estudiado.

h. Serie C3A2 - Cemento tipo HS + MasterEase 3900:

Los resultados de la serie C3A2 se muestran en la tabla 35, figura 28 y figura 29.

Tabla 35

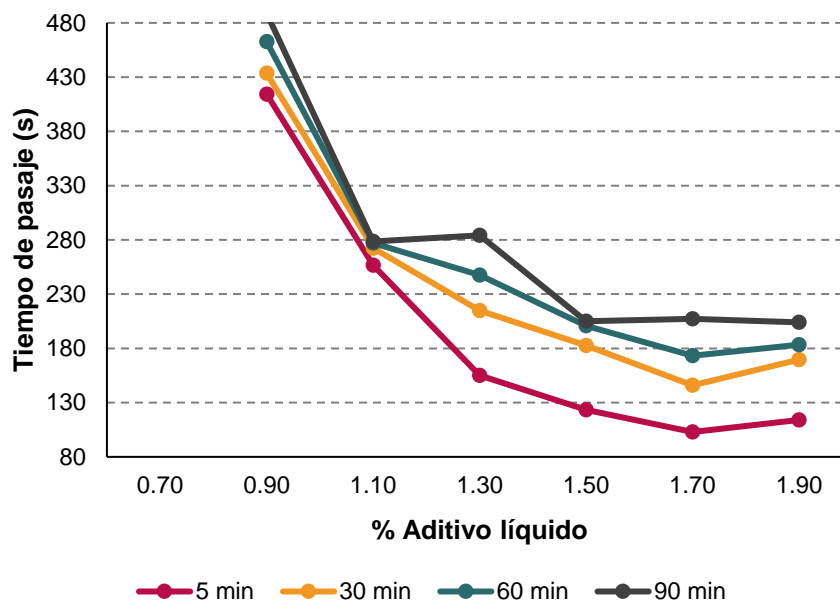
Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A2

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C3A2	0,70	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,90	414,4	433,6	462,7	489,0	16,2	16,0	15,7	15,1
	1,10	256,6	272,4	277,1	278,5	17,3	16,9	16,5	15,3
	1,30	155,0	215,0	247,7	284,1	17,3	17,0	17,0	16,6
	1,50	123,3	182,8	200,9	205,0	18,4	17,7	17,5	17,4
	1,70	102,9	146,0	173,2	207,2	19,3	18,9	18,2	18,2
	1,90	114,0	169,7	183,5	204,0	19,5	18,9	18,4	17,6

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez.

Figura 28

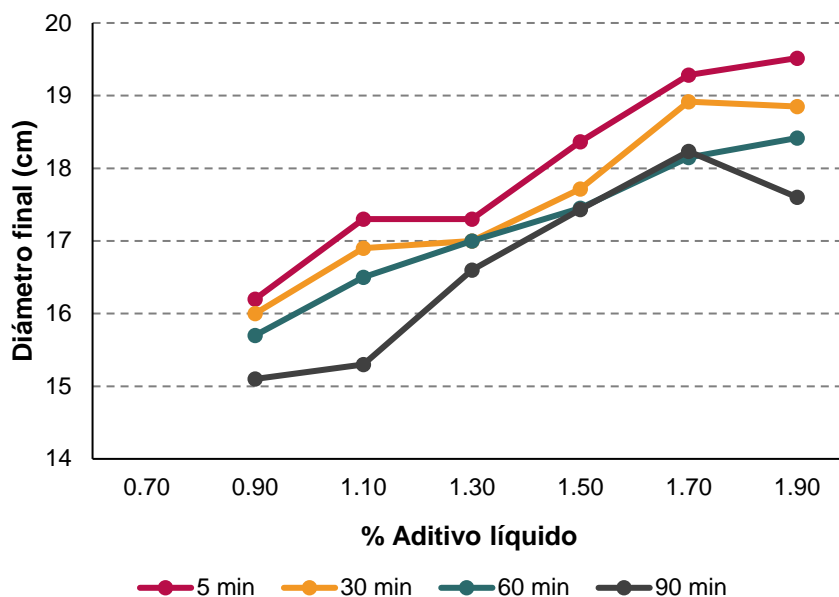
Resultados de ensayo cono de Marsh, serie C3A2



Nota. Se puede observar que el punto de saturación de la serie C3A2 equivale a 1,70 %

Figura 29

Resultados de ensayo mini cono slump, serie C3A2



Nota. Se puede observar que la fluidez de la serie C3A2 se mantiene a través del tiempo con las diferentes dosificaciones de aditivo.

i. Serie C3A3 - Cemento tipo HS + MasterRheobuild 1003:

Los resultados de la serie C3A3 se muestran en la tabla 36.

Tabla 36

Resultado de ensayos en pasta de concreto, serie C3A3

Serie	Aditivo líquido (%)	Tiempo de Marsh (s)				Diámetro final (cm)			
		5'	30'	60'	90'	5'	30'	60'	90'
C3A3	1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,20	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,40	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,60	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,80	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,20	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota. La información en blanco (-) representa que la pasta de concreto, bajo las condiciones especificadas, no superó el límite inferior aceptable o no logró culminarse debido a la falta de fluidez. No existe compatibilidad en el rango estudiado.

Debido a que la obtención de un concreto autocompactante se basa en un proceso iterativo de ajuste de materiales, el cálculo del proporcionamiento de las mezclas se justifica en las recomendaciones de las guías ACI PRC 211.1-22 y ACI 237R-07.

Para la determinación de los componentes resultantes de la mezcla se tiene en consideración los resultados de los ensayos aplicados a los agregados estudiados, presentados en la tabla 37, y en las propiedades de los aditivos descritas en las tablas 38 y 39.

Tabla 37

Resultados de ensayos en muestras de agregados para concreto autocompactante

Propiedades físicas de los agregados	Und	Ag. fino	Ag. grueso	Norma
Peso específico	g/cm ³	2,674	2,619	NTP 400.022
Absorción	%	0,711	1,914	NTP 400.021
Peso unitario suelto	g/cm ³	1,773	1,343	NTP 400.017
Peso unitario compactado	g/cm ³	1,875	1,482	
Contenido de humedad	%	0,985	0,639	NTP 339.185
Módulo de fineza	-	3,016	-	
Tamaño máximo	-	3/8"	3/8"	NTP 400.012
Tamaño máximo nominal	-	Nº4	Nº 4	

Tabla 38

Características del aditivo MasterGlenium SCC 3800

Propiedades	Und	Medida	Referencia
Peso específico	g/cm ³	1,050	Ficha técnica
Reducción de agua	%	5 – 40	Ficha técnica
Punto de saturación con cemento Yura HE	%	1,40	Ensayo de compatibilidad
Punto de saturación con cemento Yura IP	%	1,20	Ensayo de compatibilidad

Tabla 39*Características del aditivo MasterEase 3900*

Propiedades	Und	Medida	Referencia
Peso específico	g/cm ³	1,100	Ficha técnica
Reducción de agua	%	No precisa	Ficha técnica
Punto de saturación con cemento Yura HE	%	1,10	Ensayo de compatibilidad
Punto de saturación con cemento Yura IP	%	0,90*	Ensayo de compatibilidad

Nota. *Se visualiza alta variabilidad en los resultados obtenidos del ensayo de pasta

También, se tiene en consideración que el propósito de la mezcla resultante cumplirá con las necesidades de vaciado de elementos verticales densamente armados.

4.1.2.2. Diseño de mezcla para cemento tipo HE, MasterGlenium SCC 3800 y $f'c=280$ kg/cm²

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 237.R, cuyo detalle se adjunta en el anexo 7, fueron:

Cemento = 461,54 kg
 Ag. fino = 995,90 kg
 Ag. grueso = 523,42 kg
 Agua efectiva = 206,38 L
 Aditivo = 6,46 kg
Relación final a/c = 0,448

4.1.2.3. Diseño de mezcla para cemento tipo HE, MasterEase 3900 y $f'c=280$ kg/cm²

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 237.R, cuyo detalle se adjunta en el anexo 7, fueron:

Cemento = 461,54 kg
 Ag. fino = 998,60 kg
 Ag. grueso = 524,84 kg
 Agua efectiva = 195,15 L
 Aditivo = 5,08 kg
Relación final a/c = 0,423

4.1.2.4. Diseño de mezcla para cemento tipo IP, MasterGlenium SCC 3800 y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 237.R, cuyo detalle se adjunta en el anexo 7, fueron:

Cemento = 461,54 kg
 Ag. fino = 983,12 kg
 Ag. grueso = 516,71 kg
 Agua efectiva = 233,64 L
 Aditivo = 5,31 kg
Relación final a/c = 0,506

4.1.2.5. Diseño de mezcla para cemento tipo IP, MasterEase 3900 y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Los resultados obtenidos del procedimiento según el ACI 211, cuyo detalle se adjunta en el anexo 7, fueron:

Cemento = 461,54 kg
 Ag. fino = 987,20 kg
 Ag. grueso = 518,85 kg
 Agua efectiva = 227,46 L
 Aditivo = 3,00 kg
Relación final a/c = 0,493

4.2. Comprobación de propiedades del concreto en estado fresco

4.2.1. Concreto Convencional

Los resultados de las mezclas de concreto convencionales se presentan en la tabla 40.

Tabla 40

Resultados ensayo de asentamiento

Mezcla	Slump (mm)		Observación
	Diseño	Obtenido	
Convencional HE	127 – 152	146	Mezcla estable
Convencional IP	127 – 152	137	Mezcla estable

4.2.2. Concreto autocompactante

4.2.2.1. Ensayo de extensión de flujo (slump flow)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 41 y figura 30.

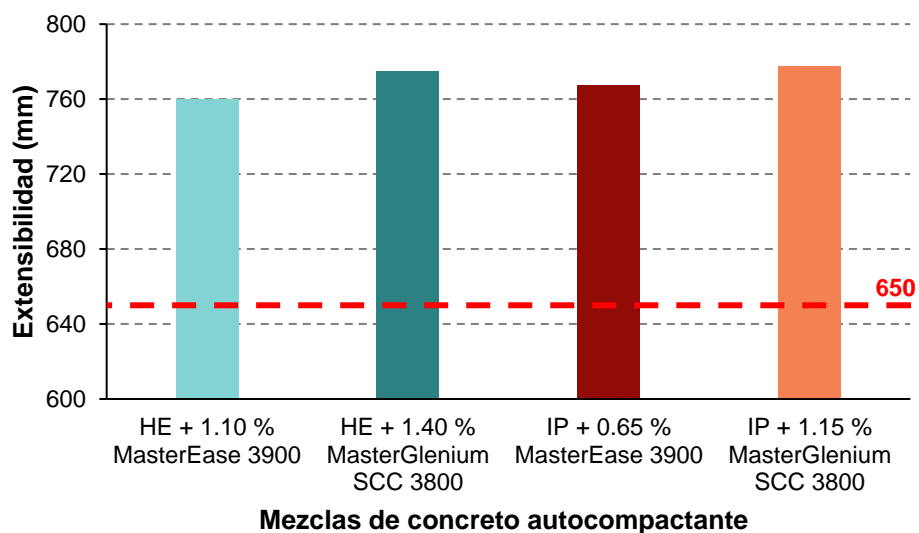
Tabla 41

Resultados de ensayo de extensibilidad

Mezcla	Slump flow (mm)		
	D ₁	D ₂	D _f
HE + 1,10 % MasterEase 3900	770,0	750,0	760,0
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	785,0	765,0	775,0
IP + 0,65 % MasterEase 3900	780,0	755,0	767,5
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	775,0	780,0	777,5

Figura 30

Comparación de extensibilidad entre mezclas de concreto autocompactante

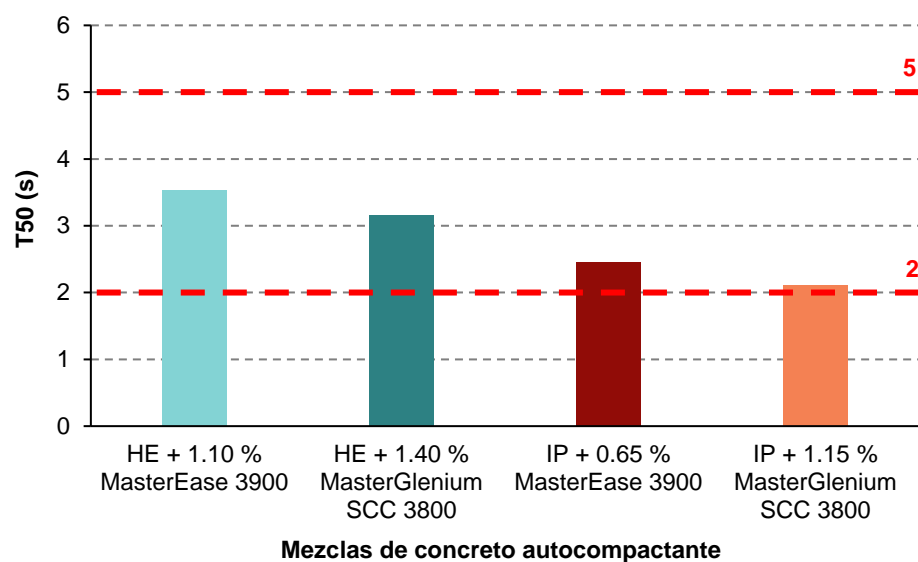


4.2.2.2. Ensayo T₅₀ y estabilidad de la mezcla

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 42 y figura 31.

Tabla 42*Resultados de ensayo T_{50} y estabilidad*

Mezcla	T_{50} (s)	Índice Estabilidad
		Visual
HE + 1,10 % MasterEase 3900	3,53	0
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	3,15	1
IP + 0,65 % MasterEase 3900	2,45	0
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	2,11	0

Figura 31*Comparación de resultados T_{50} entre muestras de concreto autocompactante***4.2.2.3. Ensayo de extensión de flujo con anillo de barras (J-ring)**

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 43 y figura 32.

Tabla 43*Resultados de capacidad de paso con anillo J*

Mezcla	Flujo de anillo (mm)			Diferencia ext. – fluidez de anillo (mm)
	j_1	j_2	j_f	
HE + 1,10 % MasterEase 3900	750,0	760,0	755,0	5,0
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	755,8	761,0	758,4	16,6

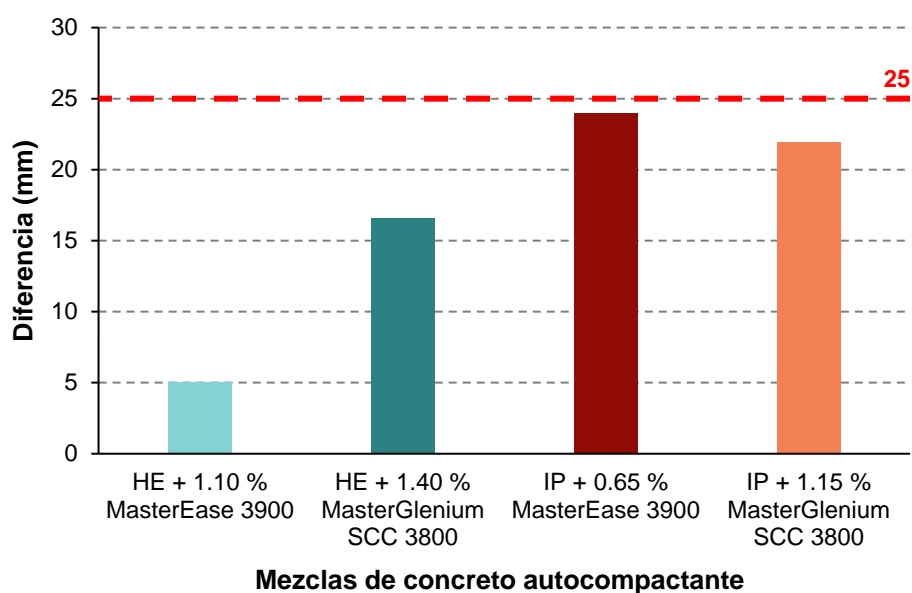
(continúa)

Tabla 43 (continuación)

Mezcla	Flujo de anillo (mm)			Diferencia ext. – fluidez de anillo (mm)
	j_1	j_2	j_f	
IP + 0,65 % MasterEase 3900	755,0	732,0	743,5	24,0
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	748,0	763,2	755,6	21,9

Figura 32

Comparación de resultados de diferencia de extensibilidades con anillo J entre muestras de concreto autocompactante



4.2.2.4. Ensayo de embudo en V (V-box)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 44 y figura 33.

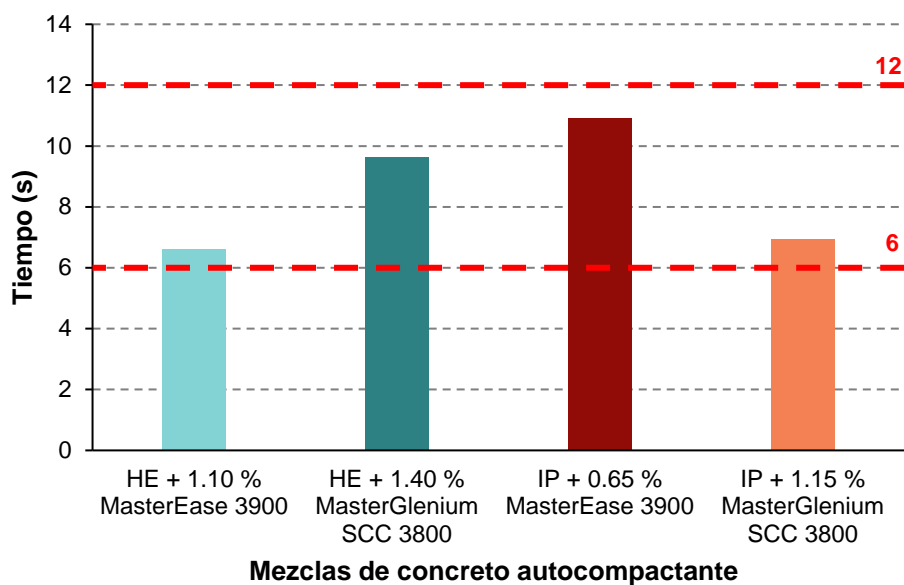
Tabla 44

Resultados de capacidad de relleno con embudo V

Mezcla	Tiempo (s)
HE + 1,10 % MasterEase 3900	6,62
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	9,63
IP + 0,65 % MasterEase 3900	10,93
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	6,93

Figura 33

Comparación de la capacidad de paso entre mezclas de concreto autocompactante



Nota. Resultados para ensayo de embudo V.

4.2.2.5. Ensayo de caja en L (L-box)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 45 y figura 34.

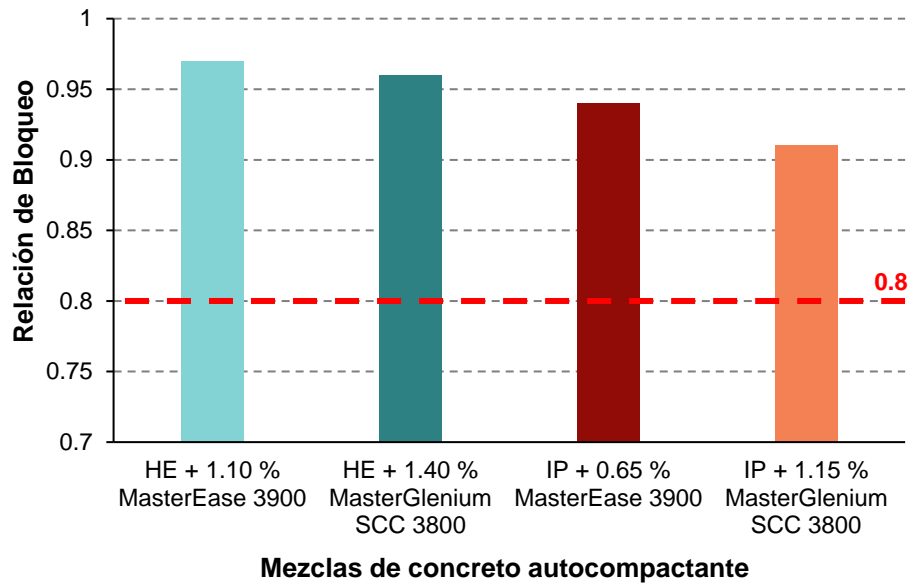
Tabla 45

Resultados de la relación de bloqueo

Mezcla	Relación de bloqueo		
	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	R.B.
HE + 1,10 % MasterEase 3900	89,5	87,5	0,97
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	91,0	87,0	0,96
IP + 0,65 % MasterEase 3900	92,0	90,0	0,94
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	94,0	86,0	0,91

Figura 34

Relación de bloqueo entre mezclas de concreto autocompactante



4.2.2.6. Ensayo de caja en U (U-box)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 46 y figura 35.

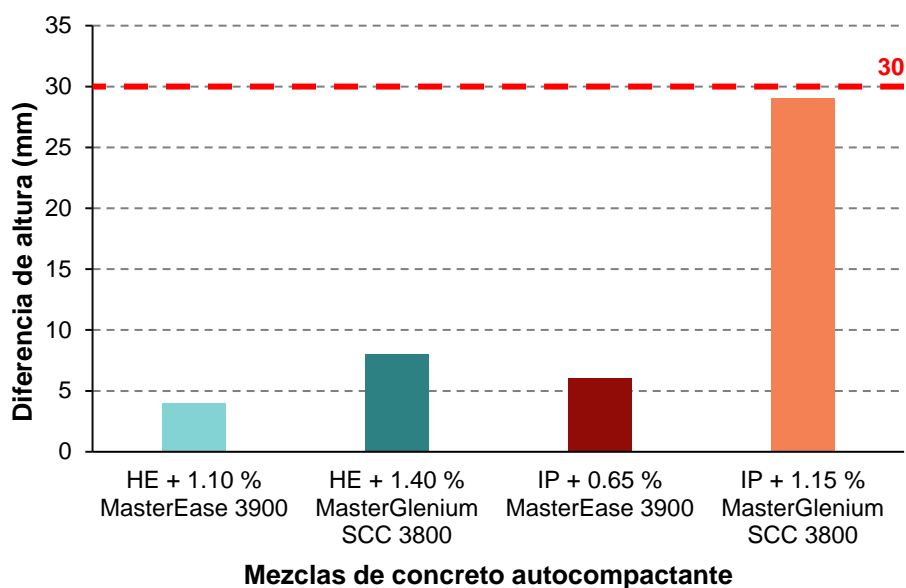
Tabla 46

Resultados de la capacidad de relleno

Mezcla	Capacidad de llenado		
	h_1 (mm)	h_2 (mm)	H (mm)
HE + 1,10 % MasterEase 3900	275	279	4
HE + 1,40 % MasterGlenium SCC 3800	272	280	8
IP + 0,65 % MasterEase 3900	269	275	6
IP + 1,15 % MasterGlenium SCC 3800	265	294	29

Figura 35

Capacidad de relleno entre mezclas de concreto autocompactante



4.3. Comprobación de resistencia a la compresión de testigos de concreto

4.3.1. Concreto convencional

4.3.1.1. Cemento Yura tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A. F.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 47 y figura 36.

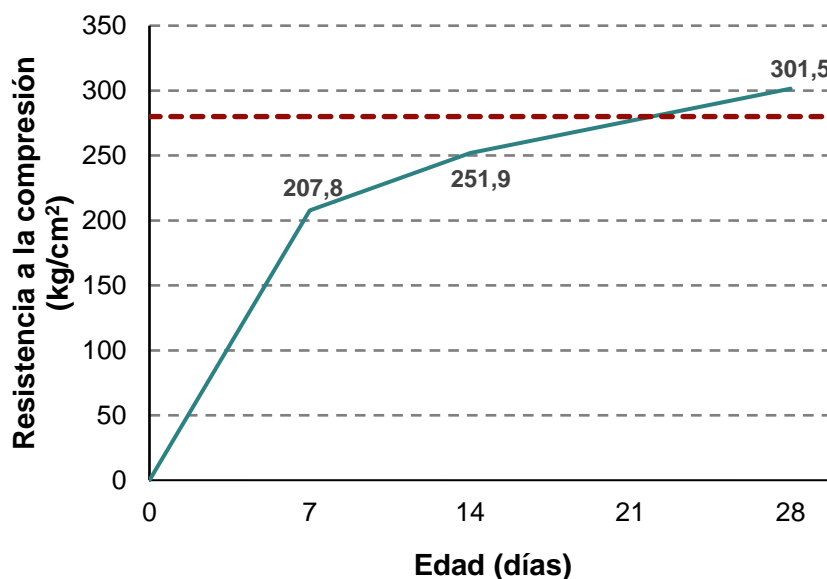
Tabla 47

Resultados de rotura por compresión axial, CV-IP

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A. F.	201,3	253,7	307,9
	212,3	246,7	304,1
	209,9	255,3	292,5
Promedio	207,8	251,9	301,5

Figura 36

Desarrollo de la resistencia de compresión, mezcla CV-IP



Nota. La resistencia a la compresión (f'_c) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2) por $21,5 \text{ kg/cm}^2$. El resultado de $301,5 \text{ kg/cm}^2$ representa un $107,68 \%$ de la resistencia de diseño. Se puede inferir que, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 22 días.

4.3.1.2. Cemento Yura tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A. F.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 48 y figura 37.

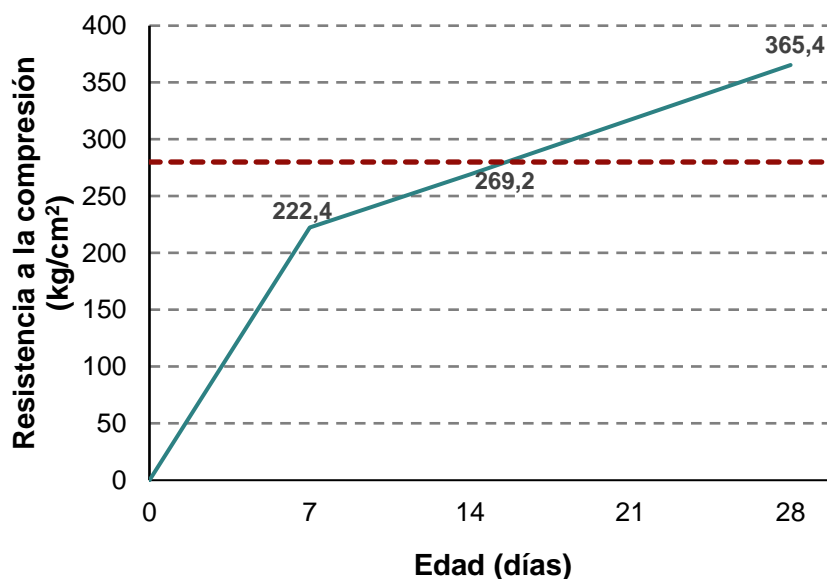
Tabla 48

Resultados de rotura por compresión axial, CV-HE

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo HE +	228,8	247,9	375,8
A. G. T.M. 3/4" + A. F.	207,0	307,1	354,4
	231,4	252,5	365,9
Promedio	222,4	269,2	365,4

Figura 37

Desarrollo de la resistencia de compresión, mezcla CV-HE



Nota. La resistencia a la compresión (f_c) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2) por $85,4 \text{ kg/cm}^2$. El resultado de $365,4 \text{ kg/cm}^2$ representa un $130,50 \%$ de la resistencia de diseño. Se puede inferir que, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 16 días.

4.3.2. Concreto autocompactante

4.3.2.1. Cemento Yura tipo IP + MasterEase 3900 (0,65 %)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 49 y figura 38.

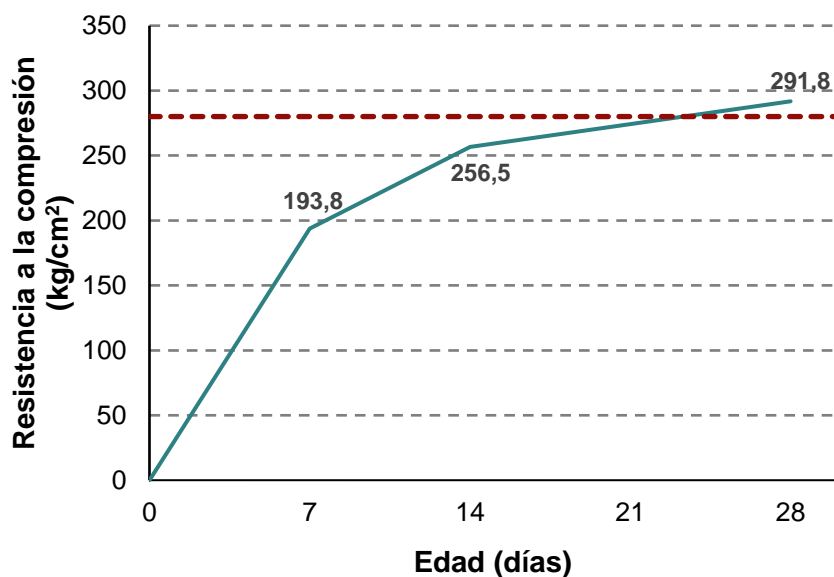
Tabla 49

Resultados de rotura por compresión axial, CAC-IP3900

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo IP +	195,0	249,9	285,8
MasterEase 3900 (0,65 %)	197,7	255,6	301,4
	188,6	264,1	288,1
Promedio	193,8	256,5	291,8

Figura 38

Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-IP3900



Nota. La resistencia a la compresión (f_c) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2) por $11,8 \text{ kg/cm}^2$. El resultado de $291,8 \text{ kg/cm}^2$ representa un $104,21 \%$ de la resistencia de diseño. Se puede inferir que, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 24 días.

4.3.2.2. Cemento Yura tipo IP + MasterGlenium SCC 3800 (1,15 %)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 50 y figura 39.

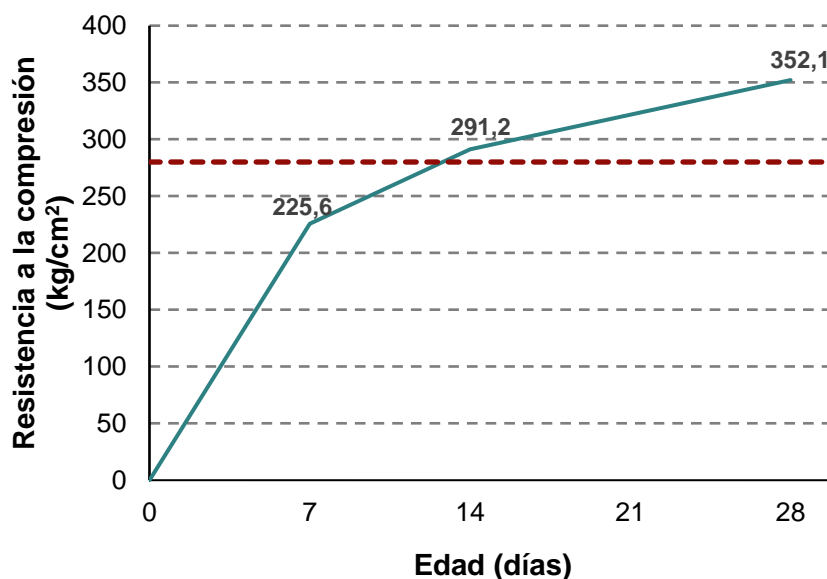
Tabla 50

Resultados de rotura por compresión axial, CAC-IP3800

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm^2)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo IP +	229,3	296,7	360,9
MasterGlenium SCC 3800	229,4	283,3	354,1
(1,15 %)	218,1	293,5	341,4
Promedio	225,6	291,2	352,1

Figura 39

Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-IP3800



Nota. La resistencia a la compresión (f_c) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm²) por 72,1 kg/cm². El resultado de 352,1 kg/cm² representa un 125,75 % de la resistencia de diseño. Se puede inferir que, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 13 días.

4.3.2.3. Cemento Yura tipo HE + MasterEase 3900 (1,10 %)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 51 y figura 40.

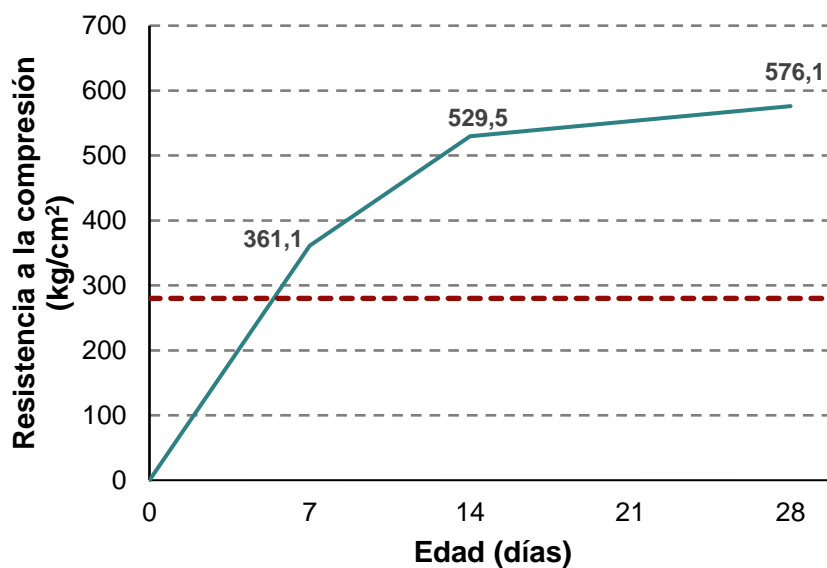
Tabla 51

Resultados de rotura por compresión axial, CAC-HE3900

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo HE +	341,5	542,7	599,7
MasterEase 3900 (1,10 %)	339,7	527,0	558,4
Promedio	361,1	529,5	576,1

Figura 40

Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-HE3900



Nota. La resistencia a la compresión ($f'c$) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2) por $296,1 \text{ kg/cm}^2$. El resultado de $576,1 \text{ kg/cm}^2$ representa un $205,75 \%$ de la resistencia de diseño. Se puede inferir, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, que la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 6 días.

4.3.2.4. Cemento Yura tipo HE + MasterGlenium SCC 3800 (1,15 %)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 52 y figura 41.

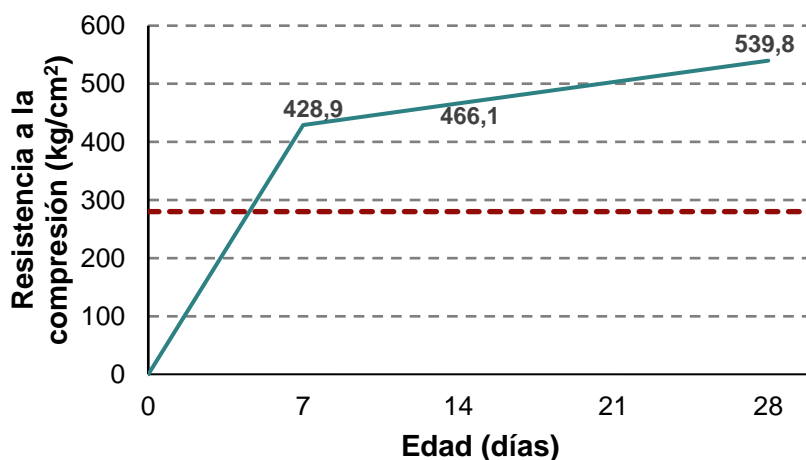
Tabla 52

Resultados de rotura por compresión axial, CAC-HE3800

Mezcla	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	Edad (días)		
	7	14	28
Cemento Yura tipo HE +	420,1	455,3	530,3
MasterGlenium SCC 3800	442,6	464,8	546,8
(1,15 %)	424,1	478,3	542,2
Promedio	428,9	466,1	539,8

Figura 41

Desarrollo de resistencia de compresión, mezcla CAC-HE3800



Nota. La resistencia a la compresión ($f'c$) resultante, a los 28 días después del mezclado, superó la resistencia de diseño (280 kg/cm^2) por $259,8 \text{ kg/cm}^2$. El resultado de $539,8 \text{ kg/cm}^2$ representa un $192,79 \%$ de la resistencia de diseño. Se puede inferir, de acuerdo al comportamiento lineal de la gráfica, que la mezcla realizada alcanzó su resistencia de diseño aproximadamente a los 5 días.

4.4. Análisis de costos unitarios

4.4.1. Concreto convencional con cemento tipo IP

Para los resultados mostrados en la tabla 53, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto convencional $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, considerando el rendimiento de $21,5 \text{ m}^3/\text{día}$.

Tabla 53

Análisis de precios unitarios de concreto convencional $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Yura IP

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					42,23
Capataz	hh	0,100	0,0372	31,46	1,17
Operario	hh	2,000	0,7442	26,22	19,51
Oficial	hh	1,000	0,3721	20,60	7,67
Peón	hh	2,000	0,7442	18,65	13,88
Materiales					313,80
Agregado grueso	m^3		0,2879	95,00	27,35
Agregado fino	m^3		0,2989	45,00	13,45

(continúa)

Tabla 53 (continuación)

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Agua	m ³		0,2247	2,74	0,62
Cemento Portland tipo IP (42,5 kg.)	bol		11,2092	24,30	272,38
Equipo					44,56
Herramientas manuales	%mo		3,0000	42,23	1,27
Andamio metálico	hm	1,000	0,3721	29,45	10,96
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1,000	0,3721	6,25	2,33
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					429,38

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

4.4.2. Concreto convencional con cemento tipo HE

Para los resultados mostrados en la tabla 54, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto convencional $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, considerando el rendimiento de $21,5 \text{ m}^3/\text{día}$.

Tabla 54

Análisis de precios unitarios de concreto convencional $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con cemento Yura HE

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					42,23
Capataz	hh	0,100	0,0372	31,46	1,17
Operario	hh	2,000	0,7442	26,22	19,51
Oficial	hh	1,000	0,3721	20,60	7,67
Peón	hh	2,000	0,7442	18,65	13,88
Materiales					329,89
Agregado grueso	m ³		0,2879	95,00	27,35
Agregado fino	m ³		0,3076	45,00	13,84
Agua	m ³		0,2246	2,74	0,62
Cemento tipo HE (42,5 kg.)	bol		11,2092	25,70	288,08
Equipo					44,56
Herramientas manuales	%mo		3,0000	42,23	1,27
Andamio metálico	hm	1,000	0,3721	29,45	10,96

(continúa)

Tabla 54 (continuación)

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00
Vibrador de concreto 4HP	hm	1,000	0,3721	6,25	2,33
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					445,47

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

4.4.3. Concreto autocompactante con cemento tipo IP y aditivo MasterEase 3900

Para los resultados mostrados en la tabla 55, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm², considerando el rendimiento de 25,0 m³/día.

Tabla 55

Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm² con cemento Yura IP + 0,65 % aditivo MasterEase 3900

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					26,16
Capataz	hh	0,100	0,0320	31,46	1,01
Operario	hh	1,500	0,4800	26,22	12,59
Oficial	hh	1,000	0,3200	20,60	6,59
Peón	hh	1,000	0,3200	18,65	5,97
Materiales					341,78
Agregado grueso	m ³		0,1981	95,00	18,82
Agregado fino	m ³		0,3692	45,00	16,61
Agua	m ³		0,2275	2,74	0,62
Cemento Portland tipo IP (42,5 kg.)	bol		10,8598	24,30	263,89
Aditivo MasterEase 3900	l		2,7273	15,34	41,84
Equipo					40,20
Herramientas manuales	%mo		3,0000	26,16	0,78
Andamio metálico	hm	1,000	0,3200	29,45	9,42
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00

(continúa)

Tabla 55 (continuación)

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					436,93

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

4.4.4. Concreto autocompactante con cemento tipo IP y aditivo MasterGlenium SCC 3800

Para los resultados mostrados en la tabla 56, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm², considerando el rendimiento de 25,0 m³/día.

Tabla 56

Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm² con cemento Yura IP + 1,15 % aditivo MasterGlenium SCC 3800

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					26,16
Capataz	hh	0,100	0,0320	31,46	1,01
Operario	hh	1,500	0,4800	26,22	12,59
Oficial	hh	1,000	0,3200	20,60	6,59
Peón	hh	1,000	0,3200	18,65	5,97
Materiales					371,56
Agregado grueso	m ³		0,1973	95,00	18,74
Agregado fino	m ³		0,3677	45,00	16,55
Agua	m ³		0,2336	2,74	0,64
Cemento Portland tipo IP (42,5 kg.)	bol		10,8598	24,30	263,89
Aditivo MasterGlenium SCC 3800	l		5,0667	14,16	71,74
Equipo					40,20
Herramientas manuales	%mo		3,0000	26,16	0,78
Andamio metálico	hm	1,000	0,3200	29,45	9,42
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					466,71

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

4.4.5. Concreto autocompactante con cemento tipo HE y aditivo MasterEase 3900

Para los resultados mostrados en la tabla 57, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm², considerando el rendimiento de 25,0 m³/día.

Tabla 57

Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm² con cemento Yura HE + 1,10 % aditivo MasterEase 3900

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					26,16
Capataz	hh	0,100	0,0320	31,46	1,01
Operario	hh	1,500	0,4800	26,22	12,59
Oficial	hh	1,000	0,3200	20,60	6,59
Peón	hh	1,000	0,3200	18,65	5,97
Materiales					386,31
Agregado grueso	m ³		0,2004	95,00	19,04
Agregado fino	m ³		0,3734	45,00	16,80
Agua	m ³		0,1952	2,74	0,53
Cemento tipo HE (42,5 kg.)	bol		10,8598	25,70	279,10
Aditivo MasterEase 3900	l		4,6182	15,34	70,84
Equipo					40,20
Herramientas manuales	%mo		3,0000	26,16	0,78
Andamio metálico	hm	1,000	0,3200	29,45	9,42
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					481,46

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

4.4.6. Concreto autocompactante con cemento tipo HE y aditivo MasterGlenium SCC 3800

Para los resultados mostrados en la tabla 58, se tomó en consideración el vaciado de elementos verticales densamente armados para el análisis de precios unitarios con concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm², considerando el rendimiento de 25,0 m³/día.

Tabla 58

Análisis de precios unitarios de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm² con cemento Yura HE + 1,40 % aditivo MasterGlenium SCC 3800

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Mano de obra					26,16
Capataz	hh	0,100	0,0320	31,46	1,01
Operario	hh	1,500	0,4800	26,22	12,59
Oficial	hh	1,000	0,3200	20,60	6,59
Peón	hh	1,000	0,3200	18,65	5,97
Materiales					402,54
Agregado grueso	m ³		0,1999	95,00	18,99
Agregado fino	m ³		0,3724	45,00	16,76
Agua	m ³		0,2064	2,74	0,57
Cemento tipo HE (42,5 kg.)	bol		10,8598	25,70	279,10
Aditivo MasterGlenium SCC 3800	l		6,1524	14,16	87,12
Equipo					40,20
Herramientas manuales	%mo		3,0000	26,16	0,78
Andamio metálico	hm	1,000	0,3200	29,45	9,42
Bomba telescópica 16 metros	m ³		1,0000	30,00	30,00
Sub partidas					28,79
Concreto elaborado en planta	m ³		1,0000	28,79	28,79
Costo unitario por m³					497,69

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

En la tabla 59 se muestra el desglose de precios para concreto elaborado en planta.

Tabla 59

Desglose de la sub partida concreto elaborado en planta

Descripción insumo	Und	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
Equipo					28,79
Camión mixer 8 m ³	m ³		1,0000	11,67	11,67
Cargador frontal	m ³		1,0000	5,83	5,83
Planta concretera (tolva + faja)	m ³		1,0000	11,29	11,29
Costo unitario por m³					28,79

Nota. Los costos descritos en la tabla corresponden al año 2023.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Diseño de mezclas

El diseño de mezclas mediante las guías y recomendaciones del ACI son mundialmente aceptadas por diferentes investigadores. Esta metodología de proporcionamiento de materiales que constituyen una mezcla de concreto ha sido empleado por Huamaní (2018), Mayta (2014), Flores (2020) y otros obteniendo, de manera satisfactoria, dosificaciones de mezcla de concreto estables que cumplen y/o superan las propiedades físicas y mecánicas inicialmente definidas.

En cuanto a los resultados del diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de diseño de 280 kg/cm² se pueden caracterizar las particularidades descritas en las tablas 60 y 61.

Para el diseño de mezcla determinado con cemento Yura IP y Yura HE se puede distinguir que, según las figuras 42 y 43, existen diferencias significativas principalmente en la proporción de agregados.

Tabla 60

Dosificaciones de mezcla de concreto con cemento Yura IP

Mezcla	Cemento	Ag. grueso	Ag. fino	Agua	Aditivo
CV-IP	476,39	760,82	822,52	224,59	-
CAC-IP3900 (0,65 %)	461,54	518,85	987,20	227,46	3,00
CAC-IP3800 (1,15 %)	461,54	516,71	983,12	233,64	5,31

Tabla 61

Dosificaciones de mezcla de concreto con cemento Yura HE

Mezcla	Cemento	Ag. grueso	Ag. fino	Agua	Aditivo
CV-HE	476,39	760,82	799,30	224,66	-
CAC-HE3900 (1,10 %)	461,54	524,84	998,60	195,15	5,08
CAC-HE3800 (1,40 %)	461,54	523,42	995,90	206,68	6,46

Figura 42

Proporcionamiento de materiales para concreto con cemento Yura IP

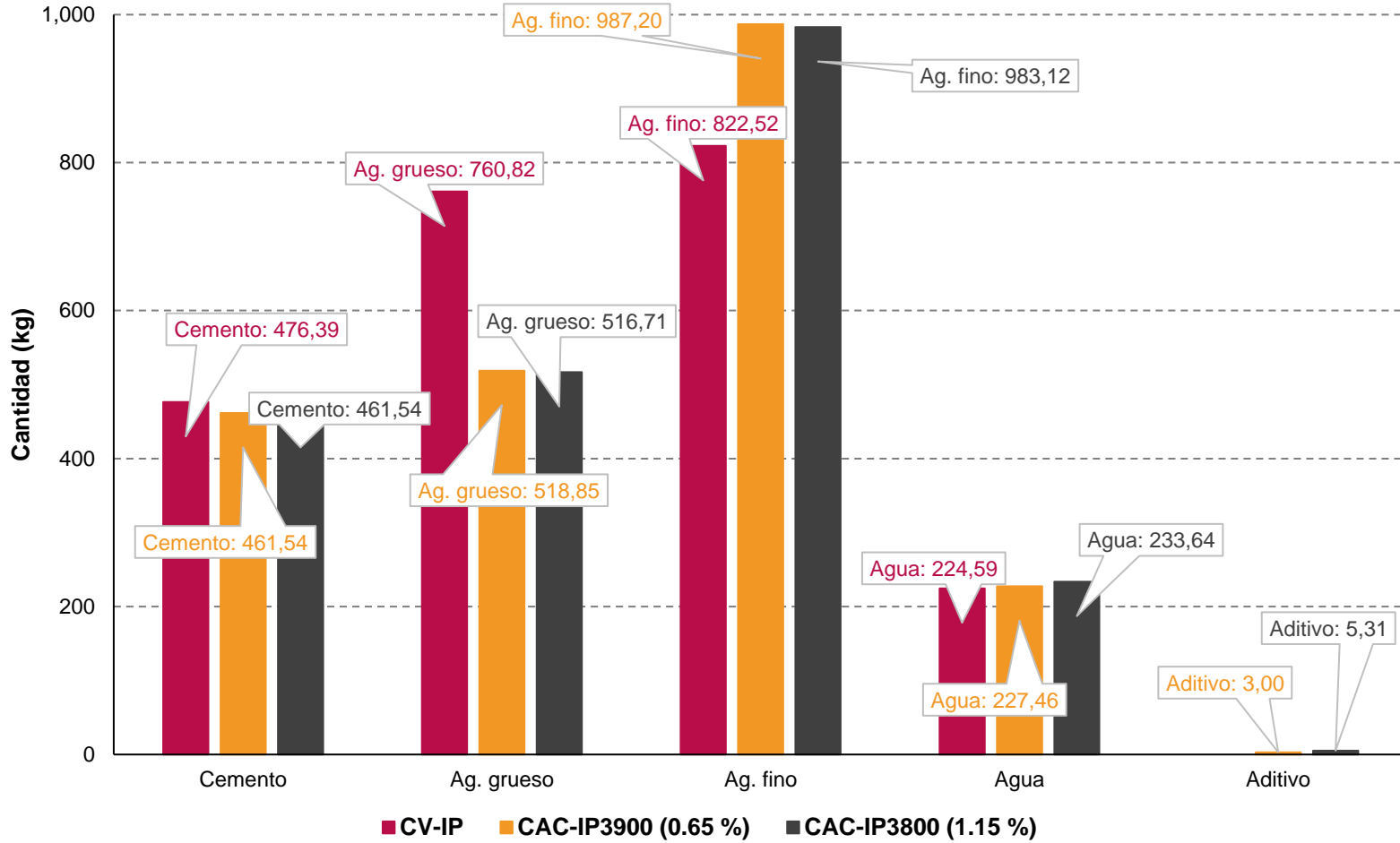
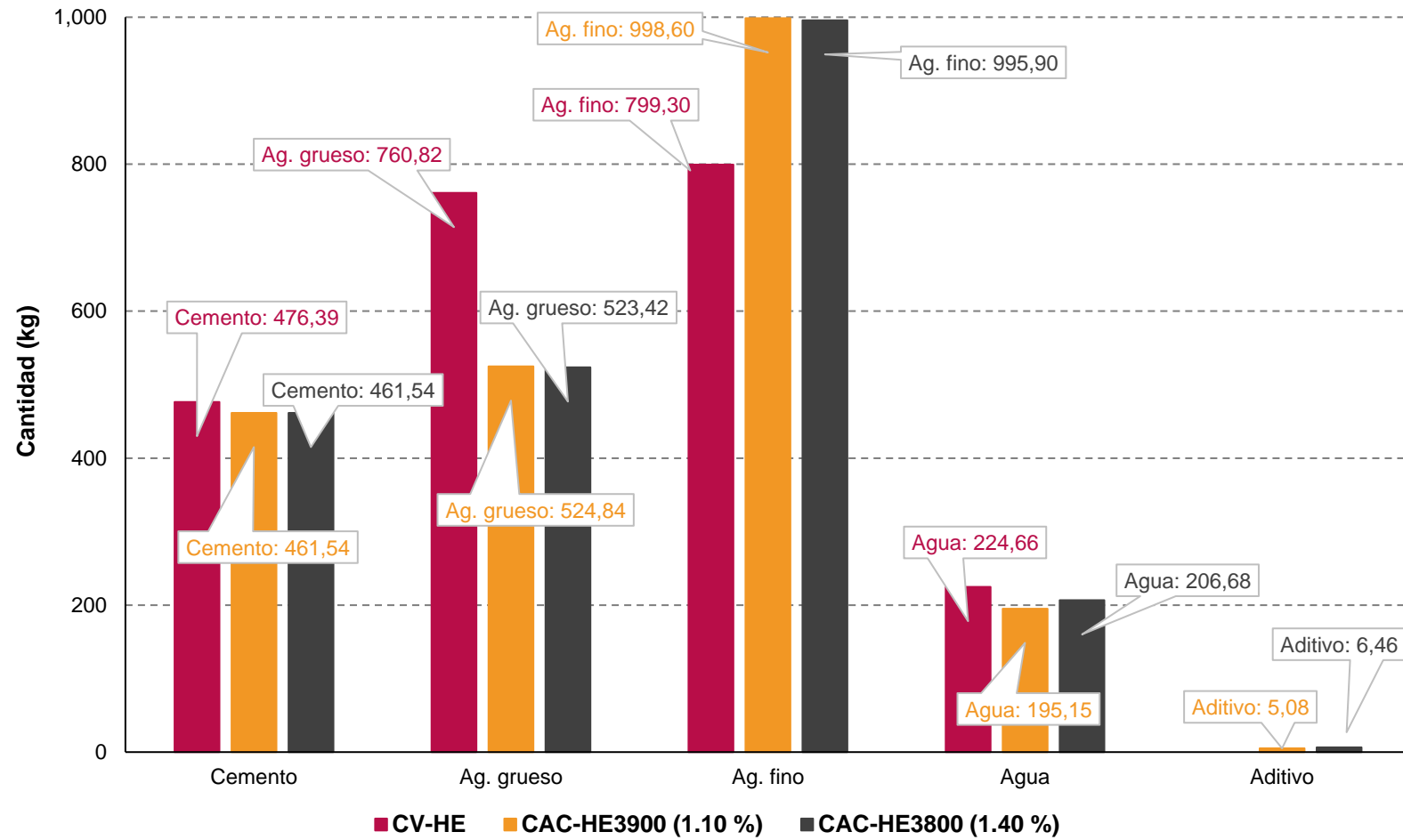


Figura 43

Proporcionamiento de materiales para concreto con cemento Yura HE



Respecto a la cuantía de agregados, en un concreto convencional y un concreto autocompactante predomina la proporción de agregado fino ante la del agregado grueso.

Acerca de la dosis de agua efectiva, se hace notar que el concreto convencional elaborado con cemento Yura IP demandó menor cantidad que los concretos autocompactantes elaborados con el mismo tipo de cemento. Por otro lado, con las mezclas elaboradas con cemento Yura HE se puede caracterizar que los concretos autocompactantes con este insumo requieren menor cantidad de agua efectiva que el concreto convencional.

Bajo esta misma línea de análisis, es necesario precisar que esta interpretación está profundamente relacionada con el porcentaje de humedad y absorción de los agregados, en la elaboración del diseño del concreto convencional se utilizó un agregado grueso con un porcentaje de absorción de 0,98 % y un contenido de humedad de 0,34 % mientras que para la preparación del concreto autocompactante se empleó un agregado grueso con un porcentaje de absorción de 0,711 % y un contenido de humedad de 0,985 %.

Por lo tanto, se puede inferir que el mayor requerimiento de agua efectiva se debe a esta peculiaridad, deduciendo que si tuvieran los mismos valores se distinguiría la menor proporción de agua en un concreto autocompactante que en un concreto convencional debido a la adición del aditivo químico superplastificante, siendo el aditivo MasterEase 3900 el que más agua efectiva reduce en comparación al aditivo MasterGlenium SCC 3800, esta merma es más significativa con la combinación del cemento Yura HE que con el cemento Yura IP.

En relación con la cantidad de cemento se mantiene levemente constante.

Por lo que se refiere a la adición de un aditivo químico en la mezcla de concreto, es necesario caracterizar y limitar su dosificación. Este desarrollo se está llevando a cabo, con mayor aceptación, a través de la evaluación de la interacción aditivo-cemento en la elaboración de pastas de concreto, como lo formula Sotomayor (2020) y Soriano (2003). Sin embargo, es necesario realizar iteraciones de mezclado con todos los componentes constituyentes para poder definir una composición final de materiales, tal como lo propone el comité ACI 237R (2007).

En cuanto a la compatibilidad del aditivo de las mezclas de concreto estudiadas se puede resaltar que existe una mejor interacción, por eficiencia, entre los aditivos utilizados (MasterGlenium SCC 3800 y MasterEase 3900) con el cemento Yura IP que con el cemento Yura HE.

5.2. Resistencia a la compresión

En general, acerca de la resistencia a la compresión se advierte un mayor desarrollo en el concreto autocompactante que en el concreto convencional. Esta mejora es proporcional con respecto a la dosis de aditivo empleado, en analogía con los resultados obtenidos de Mayta (2014) y Bustamante (2018).

En particular para las muestras obtenidas de las mezclas de concreto con cemento Yura IP, de acuerdo a la figura 44, se tiene que a los 7 días el concreto convencional desarrolla una resistencia mayor que el concreto autocompactante elaborado con aditivo MasterEase 3900 y menor al concreto autocompactante elaborado con aditivo MasterGlenium 3800. Después, a los 14 días este enunciado varía, dominando la resistencia a la compresión las mezclas de concreto autocompactantes. Finalmente, a los 28 días retorna la representación de los 7 días.

Igualmente, se puede puntualizar que, para estas mezclas elaboradas con cemento IP, existe una tendencia de desarrollo de resistencia a la compresión, de acuerdo a la figura 45, similar entre el concreto convencional y el concreto autocompactante trabajado con el aditivo MasterEase 3900, mientras que el concreto autocompactante ejecutado con el aditivo MasterGlenium SCC 3800 supera moderadamente a los resultados obtenidos para el concreto convencional.

Con respecto a las mezclas de concreto con cemento Yura HE, de acuerdo a la figura 46 se detalla que a los 7, 14 y 28 días las mezclas de concreto autocompactante superan, con amplia diferencia, la resistencia obtenida por el concreto convencional. Inicialmente, a los 7 días los especímenes de concreto autocompactante elaborados con el aditivo MasterGlenium SCC 3800 rebasan a los procesados con el aditivo MasterEase 3900. Más adelante, a los 14 días y 28 días se revierte esta situación, denotando que existe un óptimo desarrollo de la resistencia a la compresión con el aditivo MasterEase 3900.

Se puede sopesar que a lo largo del tiempo la variación de la resistencia a la compresión obtenida de los concretos autocompactantes puede disminuir, de acuerdo a la figura 47.

Figura 44

Resultados de resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura IP

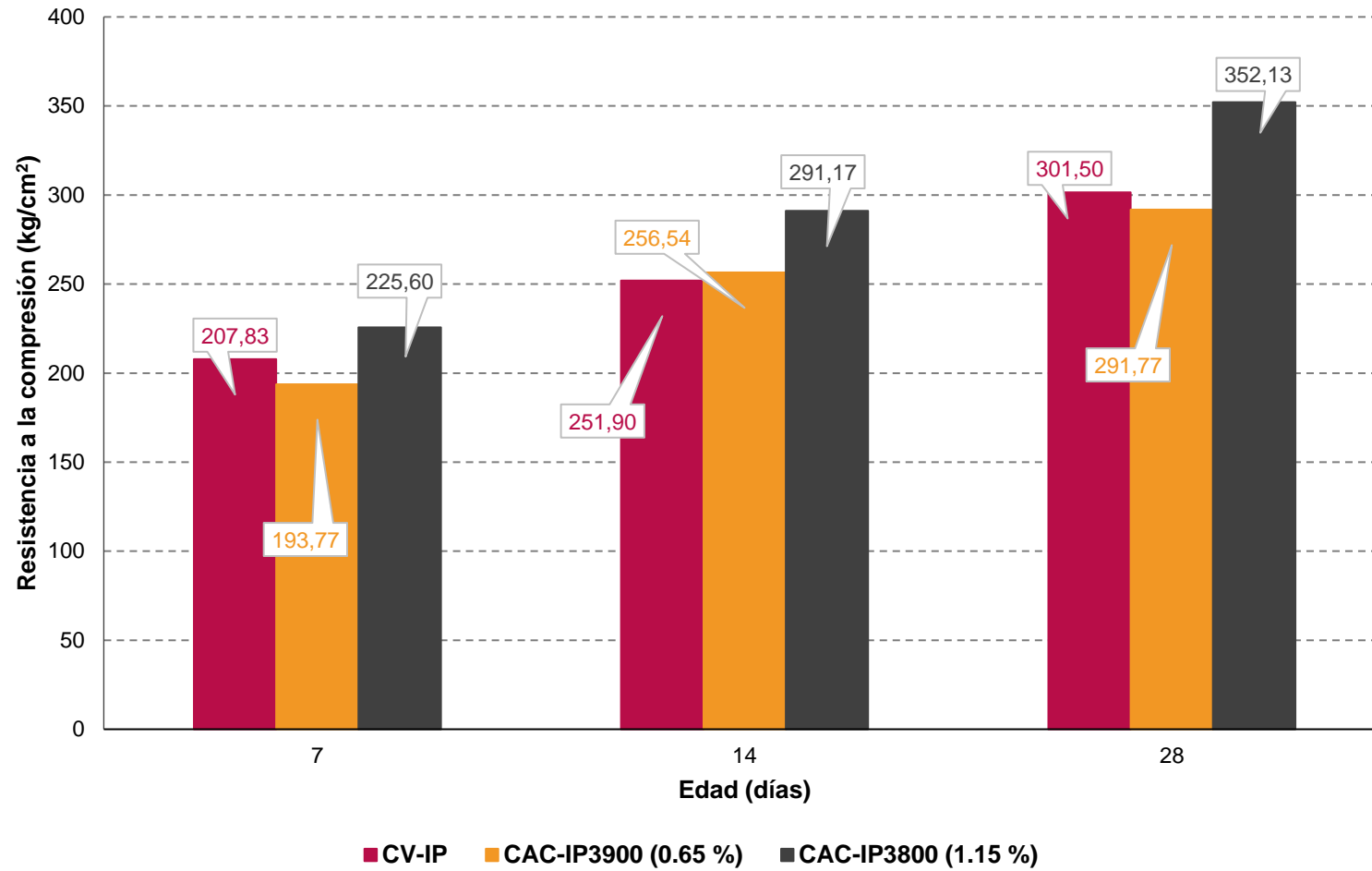


Figura 45

Desarrollo de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura IP a través del tiempo

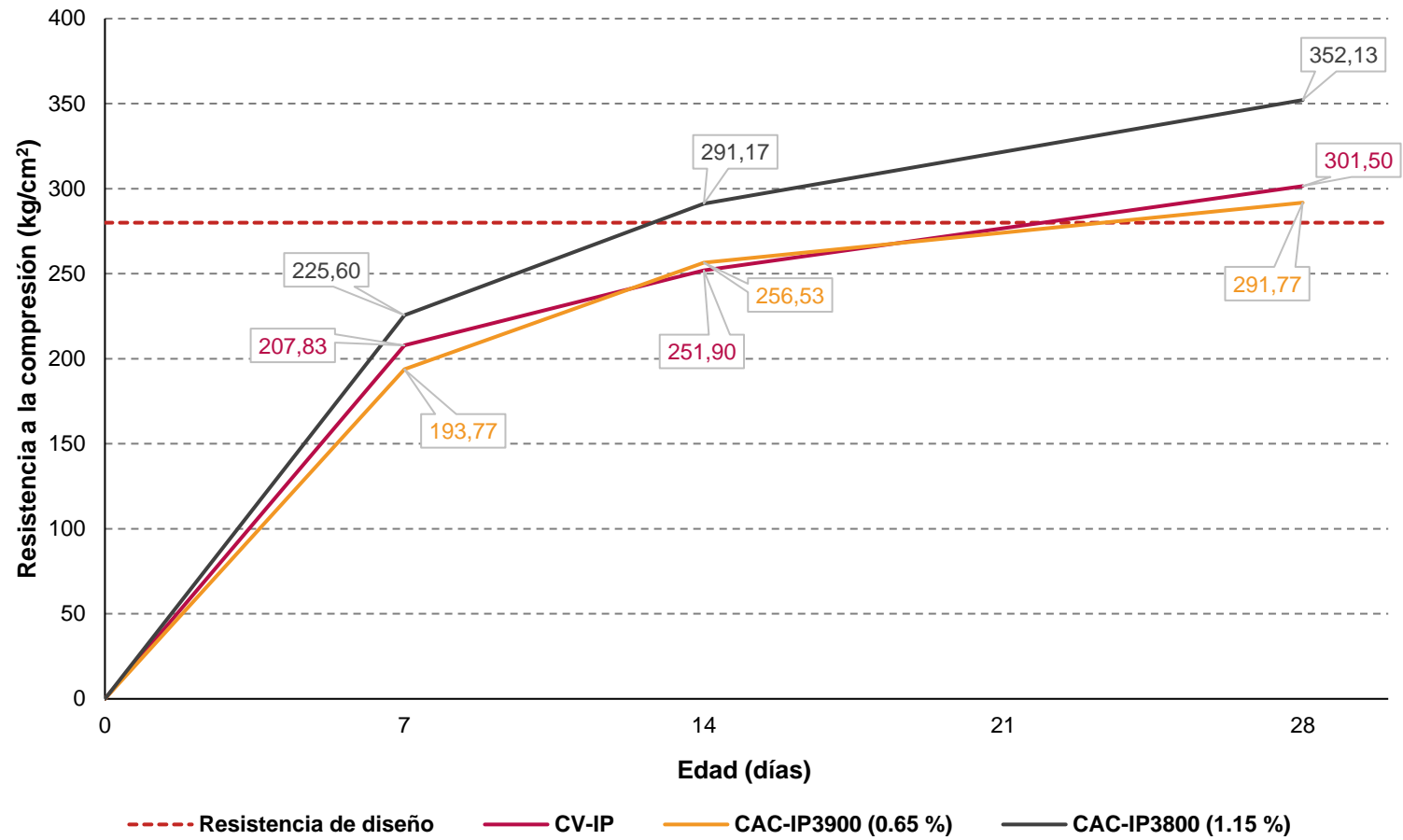


Figura 46

Resultados de resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura HE

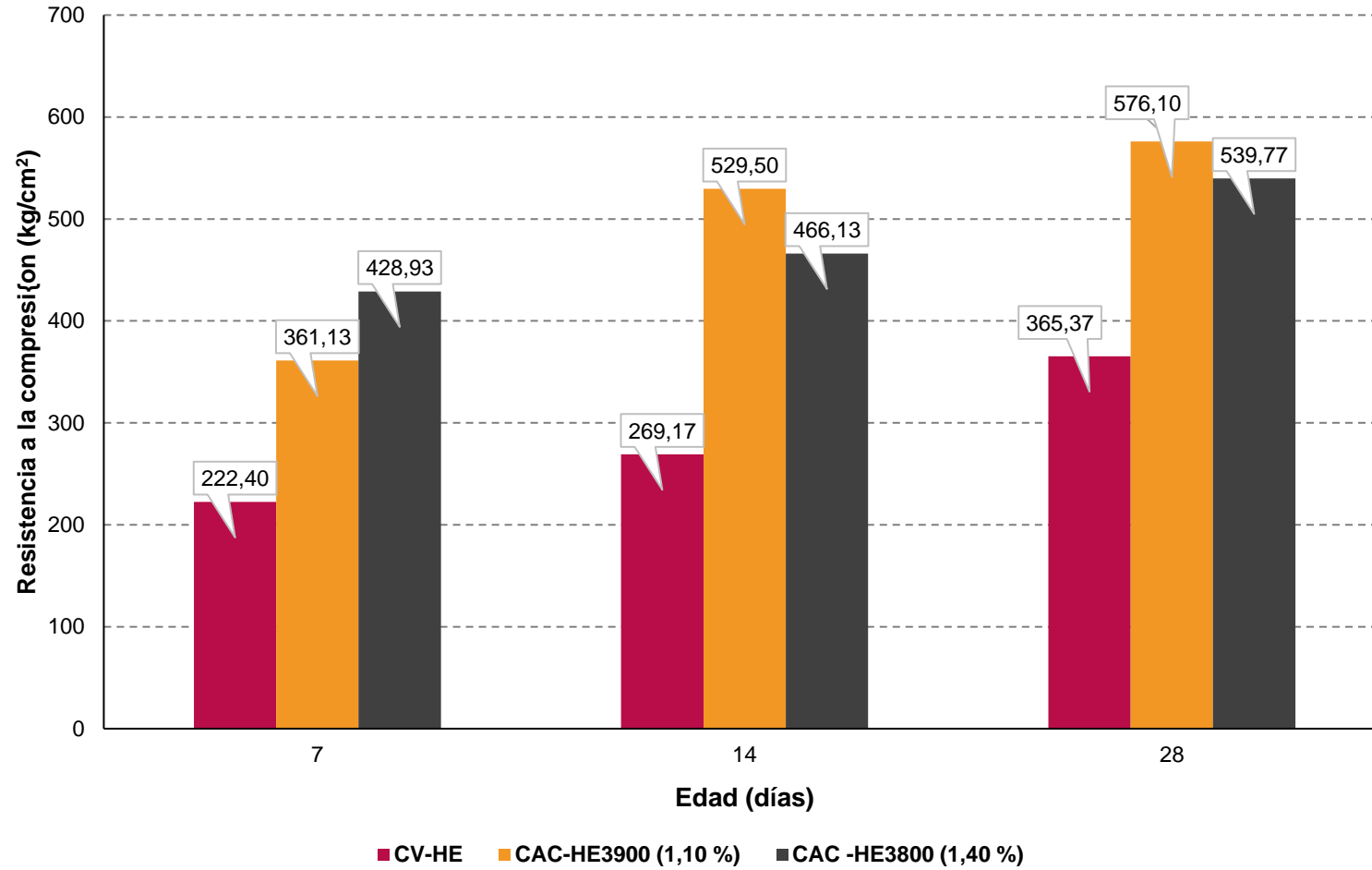
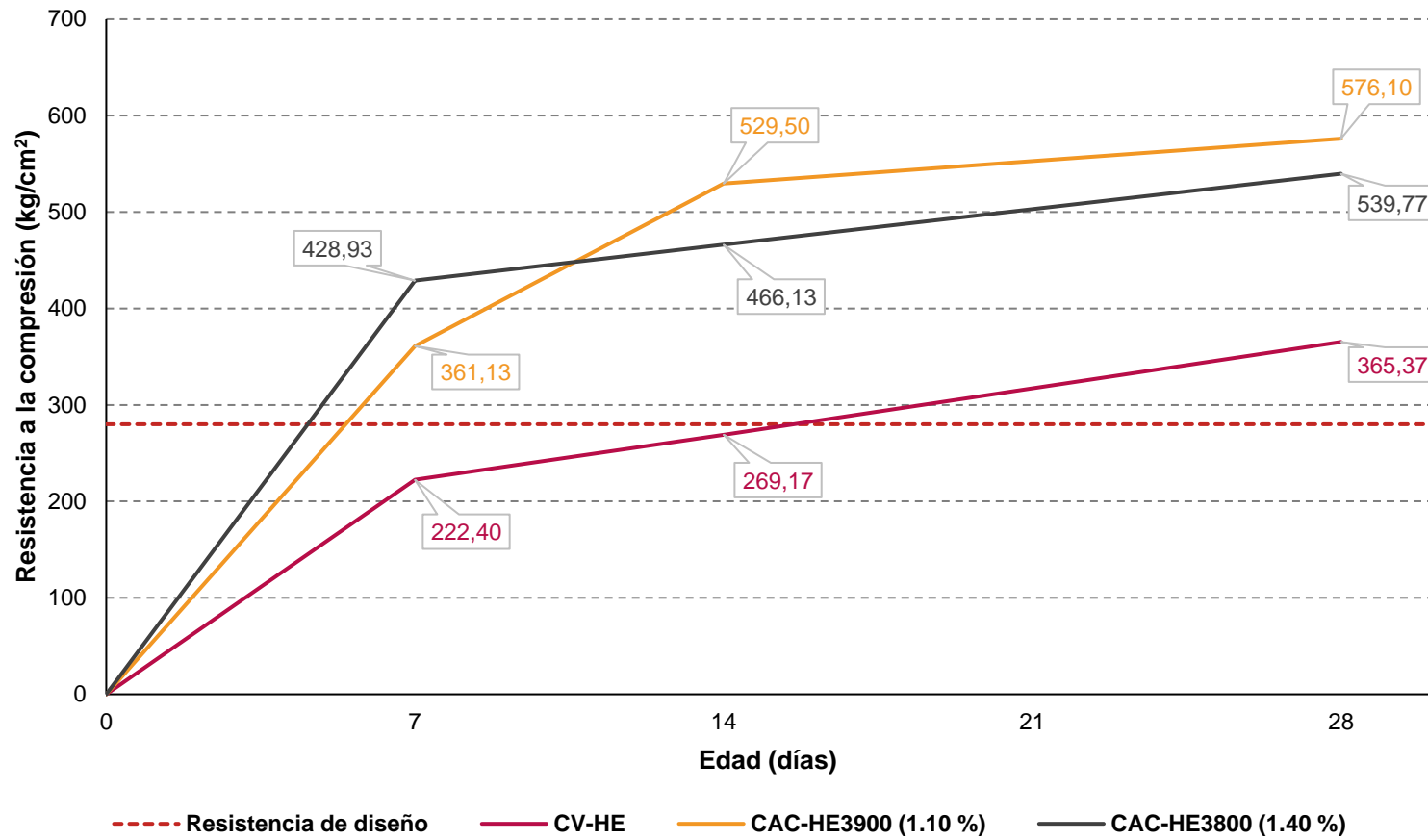


Figura 47

Desarrollo de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto elaboradas con cemento Yura HE a través del tiempo



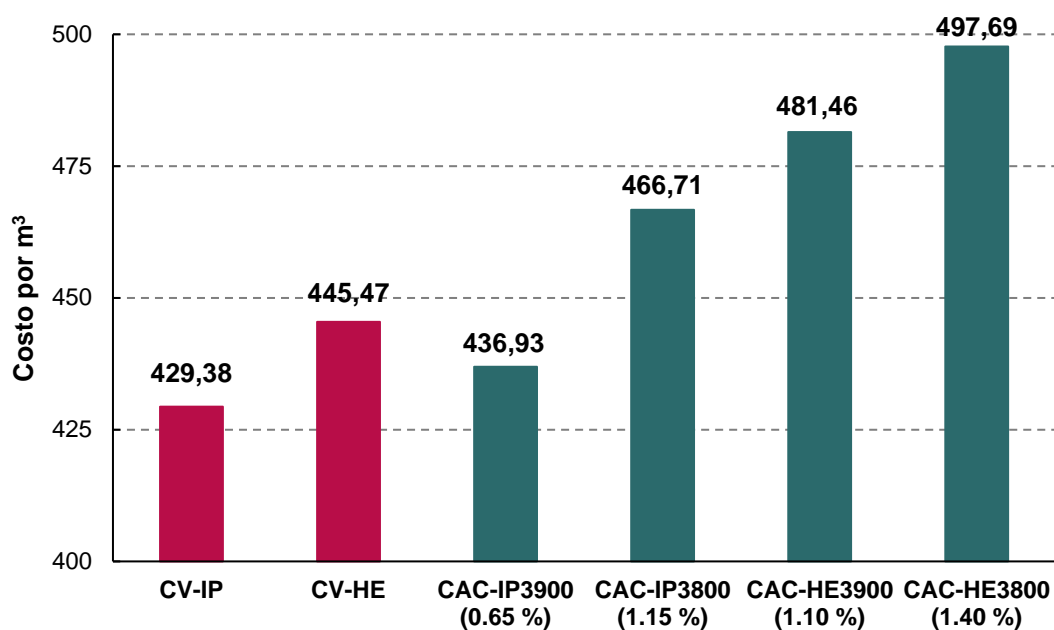
Por tanto, el desarrollo de la resistencia a la compresión con el uso de aditivos superplastificantes como MasterEase 3900 y MasterGlenium SCC 3800 es superior para concretos elaborados con cemento Yura HE que con Yura IP. No obstante, es imprescindible reconocer que las condiciones físicas del agregado grueso utilizado para las mezclas de concreto autocompactante han disminuido el desarrollo de esta propiedad mecánica, en paridad con los estudios realizados por Eulogio (2022).

5.3. Análisis de costos unitarios

En cuanto a la evaluación de costo aproximado de concreto autocompactante y de concreto convencional, se elaboró el análisis de precios unitarios (APU) de los dos diseños de mezcla de concreto convencional $f'c=280$ kg/cm² y de los cuatro diseños de mezcla de concreto autocompactante $f'c=280$ kg/cm², viéndose estos reflejados en la figura 48.

Figura 48

Costo por m³ de mezcla de concreto $f'c=280$ kg/cm²



Según la tesis de pregrado de Torres (2021), quien realizó un análisis de precios unitarios para concreto convencional $f'c=210$ kg/cm², obteniendo S/ 266,75 por m³ de concreto, y concreto autocompactante $f'c=210$ kg/cm² empleando dos agregados finos, piedra chancada de $\frac{3}{4}$ " y dos aditivos (un aditivo superplastificante y un aditivo retardante de fraguado) resultó en S/ 319,90, cabe resaltar que el autor considera

concreto premezclado por lo mismo que reduce su cantidad de mano de obra y aumenta su rendimiento por día. Resultando que su costo por m³ de concreto autocompactante era 20 % más costoso que el m³ de concreto convencional.

Caso similar sucedió en nuestra tesis, donde se observa que nuestros 4 diseños de mezcla de concreto autocompactante son más caros en relación a sus semejantes en concreto convencional, como se muestra en la tabla 62.

Tabla 62

Comparación de costo de materiales entre el concreto convencional y concreto autocompactante

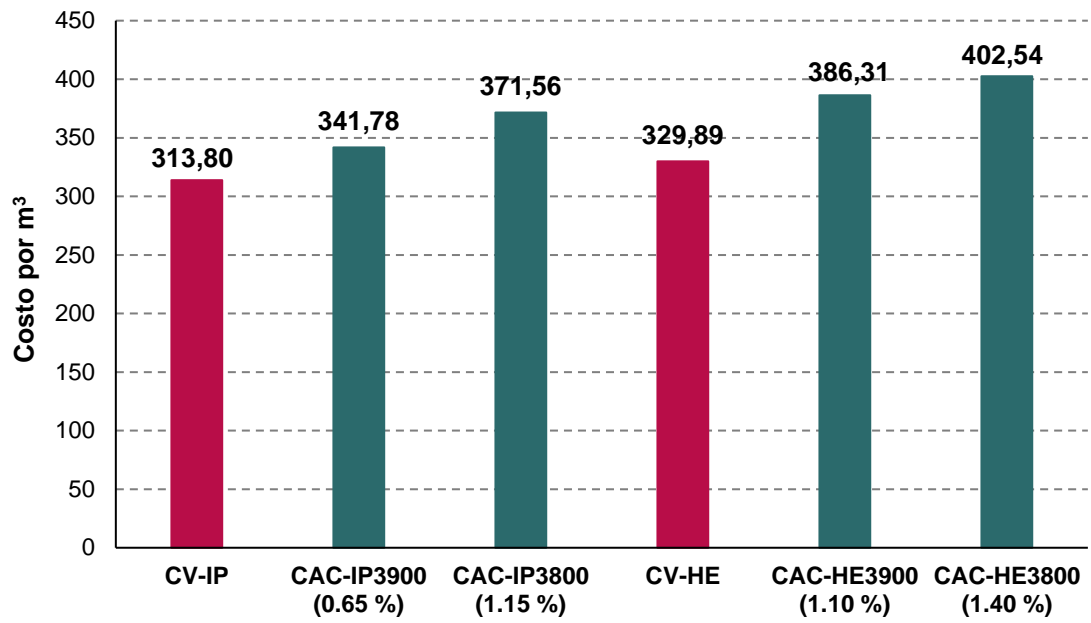
Descripción	Precio por m ³ (S/)	Variación de costo (%)
Convencional IP	313,80	100,00
Autocompactante IP + 3900 (0,65 %)	341,78	108,92
Autocompactante IP + 3800 (1,15 %)	371,56	118,41
Convencional HE	329,89	100,00
Autocompactante HE + 3900 (1,10 %)	386,31	117,10
Autocompactante HE + 3800 (1,40 %)	402,54	122,02

De nuestro análisis de precios unitarios que engloba la mano de obra, materiales y equipos para vaciado de concreto f'c=280 kg/cm² en elementos verticales, podemos también analizar solo los materiales necesarios para la elaboración de 1m³ de concreto sea convencional y autocompactante, tal como se muestra en la figura 49.

Demostrando así que, se coincidió con el trabajo de investigación de Bustamante (2018) quién elaboró un análisis de costos teniendo en cuenta solo los materiales de construcción para concreto convencional y concreto autocompactante con cemento, agregado fino, piedra TMN ½", agua y un aditivo superplastificante en diferentes proporciones, obteniendo que el concreto convencional era más económico que el concreto autocompactante.

Figura 49

Costo de materiales por m^3 por mezcla de concreto $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$



CONCLUSIONES

Los costos directos del concreto autocompactante son superiores a los del concreto convencional, con un incremento del 8 % al 10 % en las mezclas elaboradas con cemento tipo IP, y del 17 % al 22 % para las mezclas con cemento HE. Sin embargo, la variabilidad de estos costos, en el concreto autocompactante, no dependen de factores de producción sino en gran medida de los costos de sus materiales que lo constituyen. Por otro lado, en cuestión a la resistencia a la compresión de las mezclas estudiadas, se destaca el desarrollo en mayor cuantía para el concreto autocompactante que para el concreto convencional, de manera proporcional a la cantidad de aditivo utilizado.

Asimismo, se obtuvieron los diseños de mezcla de concreto convencional, determinando las dosificaciones en peso de acuerdo con la metodología ACI: para el cemento HE es 1,00:1,68:1,60/0,47 y para el cemento IP es 1:00:1,73:1,60/0,47. Además, se obtuvieron los diseños de mezcla de concreto autocompactante, determinando las dosificaciones en peso de acuerdo con la metodología ACI: para el cemento HE con MasterGlenium SCC 3800 es 1,00:2,16:1,13/0,45 + 1,40 % de aditivo, para el cemento HE con MasterEase 3900 es 1,00:2,16:1,14/0,42 + 1,10 % de aditivo, para el cemento IP con MasterGlenium SCC 3800 es 1,00:2,13:1,12/0,51 + 1,15 % de aditivo y para el cemento IP con MasterEase 3900 es 1,00:2,14:1,12/0,49 + 0,65 % de aditivo.

Por otro lado, a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto convencional elaborada con cemento Yura IP alcanzó una resistencia a la compresión de 207,83 kg/cm², 251,90 kg/cm² y 301,50 kg/cm². Del mismo modo, a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto convencional elaborada con cemento Yura HE alcanzó una resistencia a la compresión de 222,40 kg/cm², 269,17 kg/cm² y 365,37 kg/cm². En cambio, a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto autocompactante elaborada con cemento Yura IP y una dosis de 0,65 % de aditivo MasterEase 3900 alcanzó una resistencia a la compresión de 193,77 kg/cm², 256,53 kg/cm² y 291,77 kg/cm² y a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto autocompactante elaborada con cemento Yura IP y una dosis de 1,15 % de aditivo MasterGlenium SCC 3800 alcanzó una resistencia a la compresión de 225,60 kg/cm², 291,17 kg/cm² y 352,13 kg/cm². En esa misma línea, a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto autocompactante elaborada con cemento Yura HE y una dosis de 1,10 % de aditivo MasterEase 3900 alcanzó una resistencia a la compresión de 361,13 kg/cm², 529,50

kg/cm² y 576,10 kg/cm² y a los 7 días, 14 días y 28 días la mezcla de concreto autocompactante elaborada con cemento Yura HE y una dosis de 1,40 % de aditivo MasterGlenium SCC 3800 alcanzó una resistencia a la compresión de 428,93 kg/cm², 466,13 kg/cm² y 539,77 kg/cm². Todas las mezclas elaboradas superaron la resistencia a la compresión de diseño inicial de 280 kg/cm².

Por último, la elaboración de concreto de concreto convencional, utilizando cemento Yura IP, tiene un costo de producción por m³ de S/ 429,38 soles y resulta más barato que un concreto autocompactante utilizando las dosis óptimas de aditivos superplastificantes MasterEase 3900 y MasterGlenium SCC 3800 que implican un costo por m³ de S/ 436,93 soles y S/ 466,71 soles, respectivamente. Por otro lado, al utilizar cemento Yura HE para un concreto convencional el costo por m³ se eleva a S/ 445,47 soles, mientras que para un concreto autocompactante alcanza a S/ 497,69 soles y S/ 481,46 soles, con la adición de los aditivos superplastificantes MasterGlenium SCC 3800 y MasterEase 3900, respectivamente. La variación presupuestal en el concreto autocompactante es significativa en cuanto a la comparación de costos de materiales con el concreto convencional, superándolo en un 22 %. Sin embargo, la disminución de costos se ve reflejado en la disminución de equipos y mano de obra que son vinculantes al rendimiento de la actividad.

RECOMENDACIONES

La admisión del uso del concreto autocompactante en la industria de la construcción tacneña generaría una mejora indiscutible en el avance productivo de cualquier proyecto. En base a lo anterior, se sugiere a las empresas productoras de concreto la aceptación de estas nuevas tecnologías.

Se aconseja a contratistas locales y futuros investigadores una evaluación previa del aditivo superplastificante a utilizar para la elaboración de un concreto autocompactante mediante métodos cuantificables como los realizados en la presente investigación para poder seleccionar adecuadamente este insumo que representa el mayor costo, después del cemento.

Esta investigación abre nuevas perspectivas para explorar las diversas interrelaciones entre el concreto autocompactante y sus características, tanto físicas como químicas, como la temperatura de vaciado, variación de propiedades de los agregados, adición de otros aditivos, entre otros, así como su impacto en la gestión de proyectos, principalmente en el tiempo y costo. Por lo tanto, invitamos a futuros investigadores a abordar estos temas de interés para nuestra carrera profesional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto: teoría y problemas* (segunda edición). Editorial San Marcos.
- ACI Committee 211. (2022). *Selecting proportions for normal-density and high-density concrete- guide* [Report, guides, standard practices and comments]. American Concrete Institute.
- ACI Committee 301. (2020). *Specifications for concrete construction* [Report, guides, standard practices and comments]. American Concrete Institute.
- ACI Committee 318. (2019). *Building code requirements for structural concrete* [Report, guides, standard practices and comments]. American Concrete Institute.
- Aitcin, P., y Flatt, R. (2016). *Science and technology of concrete admixtures*. ELSEVIER.
- Beltrán, A. (2012). *Costos y presupuestos*. Instituto Tecnológico de Tepic.
- Benalcázar, D. (2022). *Análisis comparativo del peso y resistencia a compresión del hormigón convencional con un hormigón ligero de piedra pómez para una resistencia de diseño a compresión de $f'c=240$ kg/cm² con diferentes porcentajes de aditivo superplastificante* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/35147>
- Bonen, D., y Shah, S. (2005). Fresh and hardened properties of self-consolidating concrete. *Concrete Construction*, 7(1), 14-26. <https://doi.org/10.1002/pse.186>
- Bravo, M. (2004). *Caracterización y utilización del hormigón autocompactable* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica de Catalunya]. <http://hdl.handle.net/2099.1/3358>
- Brouwers, H., y Radix, H. (2005). Self-compacting concrete: Theoretical and experimental study. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2116-2136. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2005.06.002>
- Bundyra, G., y Kurdowski, W. (2011). Influencia de la naturaleza del cemento en la compatibilidad con aditivos superplastificantes basados en carboxilatos. *Materiales de construcción*, 61(302), 227-237. <https://doi.org/10.3989/mc.2011.54309>
- Bustamante, M. (2018). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto autocompactante, usando el aditivo superplastificante Glenium C313* [Tesis de

- pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1836?show=full>
- CAPECO. (2003). *Costos y presupuestos en edificación* (octava edición). Cámara Peruana de la Construcción.
- CAPECO. (2020). *La construcción en el Perú: De la emergencia a la postpandemia* (Informe económico de la construcción Edición especial N° 29-30; p. 98). Cámara Peruana de la Construcción.
http://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC2930_0620.pdf
- Caro, E. (2014). *Factores de riesgo ergonómicos que influyen en la seguridad y salud de los trabajadores mineros* [Tesis doctoral, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/2149>
- Cartolin, K. (2021). *Análisis de la influencia de los protocolos sanitarios COVID-19 en los rendimientos reales y productividad de la mano de obra en las partidas de concreto armado en la obra «Mejoramiento y ampliación de los servicios educativos de la Institución Educativa Integrada N° 277-21 y 54177 El Buen Pastor de Talavera—Andahuaylas—Apurímac»—Módulo III* [Tesis de pregrado, Universidad Andina del Cusco].
<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6465064>
- Choquenaira, I. (2013). *Diseño de concreto autocompactante con agregado angular y sub-redondeado utilizando aditivos de las marcas Chema, Sika y Euco, en la ciudad de Arequipa—2013* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/4208>
- De la Cruz, S., Mendoza, C., Pezo, P., Garrido, J., Ascoy, K., y Suclupe, R. (2022). Tecnología del concreto. Capítulo 2: Materiales para el concreto. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 26(112), 125-143.
<https://doi.org/10.47460/uct.v26i112.552>
- De los Ríos, A., y Tolmos, F. (2016). *Optimización en el sistema constructivo para elementos verticales en edificaciones empleando el sistema de vaciado por inyección desde la parte inferior con concreto autocompactante* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/606248>
- Delgado, G. (2012). *Costos y Presupuestos en edificaciones* (octava edición). EDICIVIL.
- EFNARC. (2002). *Especificaciones y directrices para el hormigón autocompactable—HAC*. <https://personales.upv.es/fbardisa/pdf/autocompactante.pdf>

- Eulogio, O. (2022). *Variación de la resistencia a la compresión del concreto debido al tipo de agregado grueso utilizado, Huánuco—2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/7757>
- Flores, N. (2020). *Análisis comparativo de costos y resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto predosificado seco, Trujillo 2020* [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24150>
- Gascón, O. (s. f.). *Planificar la gestión de los costos*. <https://todopmp.com/planificar-la-gestion-los-costos/>
- Giaccio, G., y Zerbino, R. (2000). Elección del tipo y dosis de superfluidificante para el diseño de hormigones de alta performance. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*, 1(8), 28-49.
- Gomes, P. (2002). *Optimización y caracterización de hormigones autocompactantes de alta resistencia* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Catalunya]. <https://www.scienceopen.com/document?vid=09b960ae-328d-4d9b-a61b-718dbb6e3eac>
- Gomes, P., Gettu, R., Agulló, L., y Bernardet, C. (2001). Diseño de hormigones autocompactables de alta resistencia. Procedimiento para su dosificación y métodos de caracterización. *Cemento Hormigón*, 832, 30-42.
- Hashimoto, H., y Maekawa, K. (1989). Study on visualization technique for blocking of fresh concrete flowing in pipe. *Concrete Library International (JSCE)*, 12, 139-153.
- Heredia, J., y Peñaloza, K. L. (2021). *Propuesta del concreto auto consolidante con aditivos superplastificantes para la construcción de estructuras verticales en el proyecto Asturias distrito de Surco, Lima-Perú, 2021* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú]. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/4942>
- Huamaní, I. (2018). *Concreto autocompactante: Diseño, beneficios y consideraciones básicas para su uso en la ciudad de Ayacucho* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]. http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3259/TESIS%20CIV501_Hua.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., y Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (primera edición). Portland Cement Association.
- León, R. (2020). *Uso de los concretos autocompactantes para la mejora de la capacidad de proceso de la colocación de concreto en elementos verticales de edificaciones multifamiliares (caso edificio Cricket Park – Magdalena del Mar)* [Tesis de maestría, Universidad Tecnológica del Perú]. <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/3551>
- López, A., Tobes, J., Giaccio, G., y Zerbino, R. (2008). Evaluación de la calidad superficial del hormigón autocompactante. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*, 15(1), 33-50.
- Mayta, J. (2014). *Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/403>
- Metha, P., y Monteiro, P. (1998). *Concreto: Estructura, propiedades y materiales* (primera edición). IMCYC.
- Neville, A. (2013). *Tecnología del concreto* (cuarta edición). IMCYC.
- Newman, J., y Choo, B. (2003). *Advanced concrete technology processes* (first edition). ELSEVIER.
- Okamura, H. (1997). Self-compacting high-performance concrete. *Concrete International*, 19(7), 50-54.
- Okamura, H., y Ouchi, M. (2003). Self-compacting concrete. *Journal of Advanced Concrete Technology*, 1(1), 5-15.
- Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., Parody, A., Orozco, M., Avila, Y., Restrepo, S., y Parody, A. (2018). Factores influyentes en la calidad del concreto: Una encuesta a los actores relevantes de la industria del hormigón. *Revista ingeniería de construcción*, 33(2), 161-172. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200161>
- Portugal, P. (2007). *Tecnología del concreto de alto desempeño* (primera edición). Lafayette.
- Ramos, J. (2015). *Costos y presupuestos en edificaciones* (primera edición). Macro.
- Rivva, E. (1992). *Diseño de mezclas* (primera edición). Instituto de la construcción y gerencia.

- Sánchez, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero* (quinta edición). Bhandar Editores.
- Soriano, M. (2003). Hormigones autocompactables: Estudio sobre pastas. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*, 10, 37-50.
- Sotomayor, C. (2020). *La ciencia y el arte del concreto el material de construcción del siglo XXI* (primera edición). Mesa redonda editorial y librería S.A.C.
- Torres, S. (2021). *Propuesta de diseño de concreto autocompactante para uso en construcción de edificios multifamiliares en la ciudad de Piura, 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/74494>
- Vilanova, A. (2009). *Influencia de la dosificación y empleo de diferentes tipos de cemento y adiciones en las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante* [Tesis doctoral, Escuela técnica superior de ingenieros de caminos, canales y puertos]. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.1813>
- Virruet, R. (2022). *Análisis comparativo en el diseño de mezcla de concreto empleando aditivos superplastificantes e incorporadores de aire para evaluar la resistencia mecánica máxima del concreto autocompactante, Tacna 2022* [Tesis de pregrado, Universidad nacional Jorge Basadre Grohmann]. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4743>
- Yáñez, C. (2000). *Desarrollo de un concreto autocompactado* [Tesis de maestría, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey]. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/628421>
- Zeballos, J. (2018). *Estudio de factibilidad técnico-económico del hormigón convencional y hormigón autocompactante H-30 con aditivos, utilizando agregado grueso chancado 3/4* [Tesis de pregrado, Universidad Católica Boliviana San Pablo]. <http://hdl.handle.net/123456789/30978>
- Zerbino, R., Barragán, B., Agulló, L., García, T., y Gettu, R. (2006). Reología de hormigones autocompactables. *Ciencia y Tecnología del Hormigón*, 13, 51-64.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicador	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general			
¿Cuáles son las diferencias en los costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante en la ciudad de Tacna en el año 2021?	Realizar el análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante en la ciudad de Tacna, 2021.	El concreto autocompactante presenta un costo directo menor que el concreto tradicional, además ofrece una resistencia a la compresión superior en comparación con el concreto tradicional en el distrito de Tacna, 2021	V. Independiente: Resistencia a la compresión		
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			
¿Cómo influyen las propiedades físicas de los materiales necesarios para el diseño de mezcla entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante para una resistencia a la compresión de 280 kg/cm ² utilizando el método ACI?	Realizar el diseño de mezcla entre el concreto convencional y el concreto autocompactante para una resistencia a la compresión de 280 kg/cm ² , aplicando el método ACI (American Concrete Institute).	Se obtendrán diseños de mezcla para concreto convencional y concreto autocompactante de acuerdo a la metodología ACI, los cuales lograrán una resistencia a la compresión de 280 kg/cm ² .		Método ACI 211 y ACI 237R	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Experimental.
¿Cuál será la diferencia en la resistencia a la compresión de las probetas de concreto tradicional y concreto autocompactante a los 7,14 y 28 días después de su fraguado?	Determinar y comprobar la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante a los 7, 14 y 28 días.	La resistencia a la compresión de las probetas de concreto tradicional es inferior a la resistencia a la compresión de las probetas de concreto autocompactante.	V. Dependiente: Análisis de costos directos entre el concreto tradicional y el concreto autocompactante	NTP 339.034	Población: 54 Probetas de concreto
¿Cuál será la estructura de costo del concreto autocompactante y el concreto convencional?	Evaluar un costo aproximado de concreto autocompactante y concreto convencional.	El diseño de mezcla de concreto autocompactante será más rentable en comparación con el diseño de mezcla de concreto convencional.		Costos de mano de obra, materiales, equipos y herramientas	

Anexo 2. Diseño de mezcla según el método del comité ACI 211

Para el proceso de selección de las proporciones de la mezcla en el concreto, o comúnmente denominado diseño de mezclas, previamente se debe tener en consideración las características requeridas en el ciclo de manufactura, como la trabajabilidad, propiedad del concreto fresco; durabilidad y resistencia, propiedades mecánicas del concreto endurecido y economía, tomando en cuenta la disponibilidad y calidad de los materiales que constituyen la mezcla (Kosmatka et al., 2004; Laura, 2006; Rivva, 1992).

El Instituto Americano del Concreto (ACI) a través del Comité 211 recapitula la secuencia del diseño de mezclas como sigue:

a. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Según el Comité ACI 211 (2022), se requiere una resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}) debido a la variabilidad del concreto. Para la determinación de esta variable se utilizan varios métodos dependiendo de la cantidad de datos de prueba de resistencia que estén disponibles.

- Cuando no existe data disponible para determinar la desviación estándar, se puede utilizar la tabla 63 para determinar la resistencia promedio.

Tabla 63

Resistencia a la compresión promedio (f'_{cr}) si no hay datos disponibles para establecer la desviación estándar

Resistencia a la compresión especificada f'_c, kg/cm²	Resistencia a la compresión promedio requerida f'_{cr}, kg/cm²
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$1,1f'_c + 49$

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022).

- Cuando la desviación estándar está basada en 15 a 29 ensayos de resistencia a la compresión realizados, la resistencia a la compresión promedio se obtendrá considerando un factor de modificación, según la tabla 64 y tabla 65, si la

desviación estándar es determinada por más de 30 ensayos de resistencia, se utiliza este valor sin modificación.

Tabla 64

Factor “k” para aumentar la desviación estándar de acuerdo al número de pruebas de resistencia a la compresión considerados

Número total de pruebas consideradas	Factor “k” para aumentar la desviación estándar
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 o más	1,00

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022). La interpolación lineal para un número intermedio es aceptable.

Tabla 65

Resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr}) si hay datos para establecer la desviación estándar

Resistencia a la compresión especificada f'_c , kg/cm ²	Resistencia a la compresión promedio requerida f'_{cr} , kg/cm ² <i>Usar el resultado mayor</i>
350 o menos	$f'_{cr} = f'_c + 1,34ks_s$ $f'_{cr} = f'_c + 2,33ks_s - 35$
Más de 350	$f'_{cr} = f'_c + 1,34ks_s$ $f'_{cr} = 0,90f'_c + 2,33ks_s$

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022). “k” es el factor de la tabla 64 y s_s es la desviación estándar calculada de acuerdo a b.1)

- Cálculo de la desviación estándar de la muestra

Para un solo grupo de resultados de pruebas de resistencia a la compresión consecutivos

$$s_s = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}} \quad (4)$$

Donde s_s es la desviación estándar de la muestra; n es el número de resultados de ensayos considerados; \bar{X} es el promedio de n resultados de ensayos considerados; y X_i es un resultado de ensayo.

Para dos grupos de resultados de pruebas de resistencia a la compresión consecutivos

$$s_s = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{(n_1+n_2-2)}} \quad (5)$$

Donde s_s es la desviación estándar de dos grupos combinados; s_1 y s_2 son la desviación estándar de los grupos 1 y 2, respectivamente, calculados mediante la ecuación (4); n_1 y n_2 son el número de resultados de ensayos en los grupos 1 y 2, respectivamente.

b. Elección del asentamiento (slump)

La decisión respecto al asentamiento se basa en las condiciones y características del proyecto, que comúnmente tendría que estar especificado dentro de los documentos relacionados a las especificaciones técnicas. Sin embargo, si no se especifica un valor para esta variable, el Comité ACI 211 (2022) sugiere como punto de referencia tener en consideración los valores de la tabla 66. Estos valores se aplican cuando se usa vibración para consolidar el concreto y deben ajustarse en función a lotes de prueba y condiciones de obra.

Tabla 66

Rangos típicos de asentamiento sin aditivos reductores de agua para diversos tipos de construcción.

Rango típico de asentamiento, pulg.	Tipos de construcción
1 a 4	Encofrado deslizante
2 a 4	Concreto en masa
2 a 5	Pavimentos y losas, zapatas simples, cajones, muros de subestructura, muros de cimentación reforzados.
3 a 5	Vigas, muros reforzados y columnas de edificios

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022).

Por otro lado, diferentes autores, como Abanto (2009), Laura (2006), Neville (2013) y Rivva (1992) coinciden en una clasificación del asentamiento según la consistencia de la mezcla, según se detalla en la tabla 67.

Tabla 67

Rangos típicos de asentamiento según la consistencia de la mezcla

Consistencia	Asentamiento, pulg.
Seca	0 a 2
Plástica	3 a 4
Fluida	≥ 5

Nota. Tomado de Abanto (2009).

c. Selección del tamaño máximo del agregado grueso

Generalmente, el tamaño máximo nominal del agregado grueso debe ser el mayor que sea económicamente disponible, siempre que sea disponible con las dimensiones y características de la estructura. El tamaño máximo nominal no debe exceder 1/5 de la menor dimensión entre las caras de encofrados; 1/3 del peralte de la losa; o 3/4 del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo (ACI Committee 301, 2020; ACI Committee 318, 2019).

d. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

El comité ACI 211 (2022) especifica que la cantidad de agua por metro cúbico de concreto requerida para producir un asentamiento dado depende del tamaño máximo nominal, la forma de las partículas, la textura de la superficie y la clasificación de los agregados; la temperatura del concreto; el contenido de aire atrapado; y uso de aditivos químicos. Una estimación inicial del peso del agua se puede tomar de la siguiente tabla.

Tabla 68

Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento, sin aditivos reductores de agua y tamaños máximos de agregados

Agua en L/m³ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados							
Slump, pulg.	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1-1/2"	2"	3"
Concretos sin aire incorporado							
1 a 2	207	198	186	177	163	154	130
3 a 4	228	217	202	193	178	169	145
5 a 6	237	222	208	196	181	172	151
6 a 7	243	228	214	202	187	178	160
Más de 7	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad aproximada de aire atrapado, %	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3
Concretos con aire incorporado							
1 a 2	181	175	166	160	148	142	122
3 a 4	202	193	181	175	163	157	133
5 a 6	211	199	187	178	166	160	142
6 a 7	216	205	193	184	172	166	154
Más de 7	-	-	-	-	-	-	-
Cantidad total de aire requerido, %							
ACI 318	Exposición suave (Clase F1)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	3,5
	Exposición moderada y severa (Clase F2 y F3)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	4,5

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022). Estas cantidades de agua de mezclado se utilizarán en el cálculo del factor cemento en mezclas de prueba. Son valores máximos para agregado grueso angular y bien formado, y cuya granulometría está dentro de las especificaciones aceptadas (ASTM C 33).

Los valores del asentamiento en concretos que contienen agregados con tamaño máximo de 2" y 3" están basados en ensayos de asentamientos hechos después de retirar, por cernido húmedo, las partículas mayores de 1-1/2". Para valores de asentamiento mayores a 7" generalmente se obtienen por el uso de aditivos reductores de agua, por lo que se sugiere seguir las recomendaciones del fabricante.

e. Selección de la relación agua-cemento (a/c)

El comité 211 del ACI (2022) explica que la relación agua-cemento (a/c) está determinada no solo por los requisitos de resistencia, sino también por factores como

la durabilidad. Para su cálculo sugiere el desarrollo de la relación entre la resistencia y a/c de los materiales que se van a utilizar, sin embargo, en ausencia de esos datos propone utilizar los siguientes valores:

Tabla 69

Relación a/c y resistencia a la compresión promedio del concreto

Resistencia a la compresión promedio a los 28 días [‡] , kg/cm ²	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
490	0,34	<0,33*
420	0,41	0,33
350	0,48	0,40
280	0,57	0,48
210	0,68	0,59
140	0,82	0,74

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022). Los valores que se muestran en la tabla son aproximados y relativamente conservadores para el concreto que contiene cemento Portland tipo I.

*Los concretos con una relación agua-cemento menor a 0,33 podrían requerir la adición de productos químicos, materiales cementicios suplementarios y un mayor contenido de materiales cementicios para lograr una resistencia a la compresión a los 28 días de 492 kg/cm².

[‡] Los valores son resistencias promedio estimadas para concreto que contiene no más de 2 % de aire para concreto sin aire incorporado y 6 % de contenido total de aire para concreto con aire incluido.

f. Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto es igual al agua de mezclado dividido entre la relación agua-cemento.

$$\text{Contenido de cemento (en kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{Agua de mezclado (kg/m}^3\text{)}}{\text{relación a/c}} \quad (5)$$

El comité 211 del ACI (2022), precisa que si las especificaciones del proyecto indican un contenido mínimo de cemento, además de los requerimientos de resistencia y durabilidad, la mezcla deberá diseñarse con aquel criterio que conduzca a una mayor cantidad de cemento.

g. Estimación del contenido de agregado grueso

Los agregados de esencialmente el mismo tamaño máximo y granulometría, producirán concreto de satisfactoria trabajabilidad, cuando un volumen dado de agregado grueso seco y compactado es empleado unidad de volumen de concreto (Abanto, 2009; ACI Committee 211, 2022).

Dentro de su guía, el comité 211 del ACI (2022) nos proporciona valores aproximados para estos volúmenes de agregado (ver tabla 70). Como puede observarse, para similar trabajabilidad, el volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto, depende solamente de su tamaño máximo y del módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 70

Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso, pulg.	Volumen de agregado grueso, seco y compactado* por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza de agregado fino			
	2,40	2,60	2,80	3,00
	3/8	0,50	0,48	0,46
1/2	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4	0,66	0,64	0,62	0,60
1	0,71	0,69	0,67	0,65
1-1/2	0,75	0,73	0,71	0,69
2	0,78	0,76	0,74	0,72
3	0,82	0,80	0,78	0,76

Nota. Tomado y traducido de ACI Committee 211 (2022).

*Los volúmenes de agregado grueso mostrados, están en condición seca y compactada tal como se describe en la norma ASTM C 29. Estos volúmenes han sido seleccionados a partir de relaciones empíricas para producir concretos con un grado adecuado de trabajabilidad para construcciones armadas usuales. Para concretos menos trabajables, tales como el requerido en la construcción de pavimentos, pueden incrementarse los valores en 10 % aproximadamente.

h. Estimación del contenido de agregado fino

Con la estimación del contenido de agregado grueso, se han calculado los pesos de todos los ingredientes de la mezcla del concreto, a excepción del peso del agregado fino.

Para el cálculo de la cantidad requerida de agregado fino, el comité 211 del ACI (2022) involucra el uso de los volúmenes desplazados por los ingredientes. En

otras literaturas este procedimiento será denominado método de los volúmenes absolutos (Abanto, 2009; Rivva, 1992).

En este caso, el volumen absoluto del agregado fino es igual a la diferencia entre el volumen unitario de concreto y la suma de los volúmenes absolutos de los ingredientes ya conocidos (cemento, agua, aire, agregado grueso) (Abanto, 2009).

En concreto, el volumen ocupado por cualquier ingrediente es igual a su peso dividido por la densidad de ese material (siendo esta última el producto de la densidad del agua y la gravedad específica del material) (ACI Committee 211, 2022).

$$\text{Volumen} = \frac{\text{peso seco}}{\text{peso específico}} \quad (6)$$

i. Ajuste por contenido de humedad de los agregados

Por lo general, los agregados utilizados en la preparación de un concreto se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la mezcla, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción (Abanto, 2009).

$$\text{Peso del agregado grueso húmedo (kg)} = [\text{peso del agregado grueso seco (kg)}] \times W_g\% \quad (7)$$

$$\text{Peso del agregado fino húmedo (kg)} = [\text{peso del agregado fino seco (kg)}] \times W_f\% \quad (8)$$

$$\text{Agua en agregado grueso} = [\text{peso del agregado grueso seco (kg)}] \times (W_g\% - a_g\%) \quad (9)$$

$$\text{Agua en agregado fino} = [\text{peso del agregado fino seco (kg)}] \times (W_f\% - a_f\%) \quad (10)$$

$$\text{Agua neta o efectiva} = \text{Agua de diseño} - (7) - (8) \quad (11)$$

En las fórmulas (7), (8), (9), (10) y (11), significa:

$W\%$ = humedad total del agregado grueso o fino, según corresponda

$a\%$ = absorción total del agregado grueso o fino, según corresponda

j. Cálculo de proporciones en peso

$$\text{Cemento} : \text{Agregado fino} : \text{Agregado grueso} / \text{agua}$$

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso ag. fino húmedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso ag. grueso húmedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

k. Cálculo de cantidades por tanda

Para calcular la cantidad de materiales por tanda bastará por multiplicar la cantidad de cemento a utilizar en cada tanda por los valores del cálculo de proporciones en peso (Abanto, 2009). Usualmente, se tiene en consideración el número de bolsas de cemento a utilizarse para abastecer la mezcladora.

Anexo 3. Ensayos de agregados

INFORME DE ENSAYO

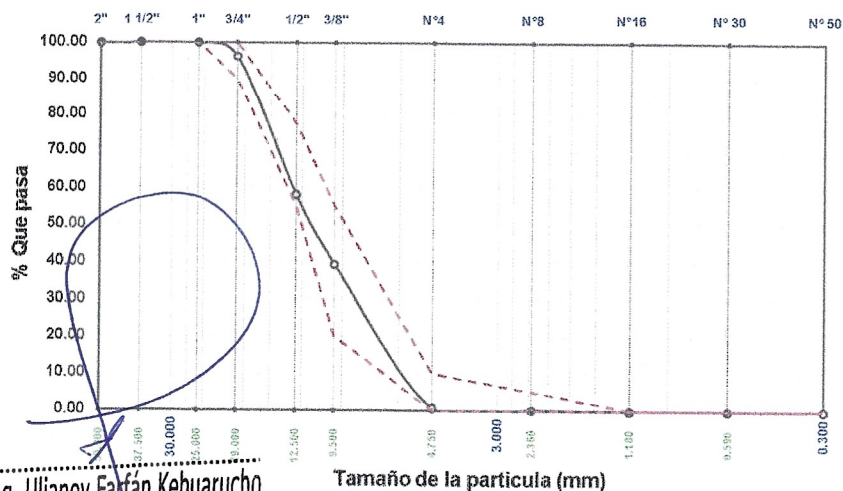
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

INFORME N°:	LSCP - 23 - 003
PROYECTO :	Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna
SOLICITANTE :	Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque
DIRECCIÓN:	-
UBICACIÓN :	Tacna - Tacna - Tacna
MUESTRA:	Cantera Arunta - Velasquez
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC
Material:	Agregado grueso
Datos adicionales:	-
Método de secado:	Por horno 110°C±5°C
Tamaño máximo del agregado:	3/4"

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación NTP 400.037	
						67	Tamaño Nominal 3/4" a N°4
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.000	241.80	3.72	3.72	96.28	90	100
1/2"	12.500	2481.05	38.17	41.89	58.11		
3/8"	9.500	1214.20	18.68	60.57	39.43	20	55
N°4	4.750	2509.00	38.60	99.17	0.83	0	10
N°8	2.360	41.60	0.64	99.81	0.19	0	5
N°16	1.180	12.35	0.19	100.00	0.00		
N°30	0.590	0.00	0.00	100.00	0.00		
N°50	0.300	0.00	0.00	100.00	0.00		
Base		0.00	0.00	100.00	0.00	T. Máximo:	3/4"
Total		6500.00	-	-	-	W. Muestra (g):	6500

Curva Granulométrica

Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

 Ing. Uliyanov Falfán Kehuarucho
 INGENIERO CIVIL
 CIP 24811

Tamaño de la partícula (mm)



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
 INGENIERO CIVIL CIP 235012
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
NTP. 400.021**

INFORME N°: LSCP - 23 - 011

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso (Tamaño Máximo: 3/4")

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Agregado sumergido en agua por 24 h ± 4 h

Condición inicial: -

PESO ESPECÍFICO (PIEDRA)

ITEM	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	197.840	197.740	79.610
W. Canastilla Sumergida (g)	1012.150	999.250	998.560
W. Tara + Muestra SSS (g)	2753.610	2648.340	2659.200
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	2601.750	2523.820	2599.980
W. Muestra SSS (g)	2555.770	2450.600	2579.590
W. Muestra SSS sumergida (g)	1589.600	1524.570	1601.420
Volumen de la muestra SSS (cc)	966.170	926.030	978.170
Volumen de la muestra (cc)	941.140	902.640	952.860
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.619	2.621	2.611
Peso específico masa saturada con superficie seca (Pesss) (g/cc)	2.645	2.646	2.637
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.689	2.689	2.681
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.617		
Peso específico masa saturada con superficie seca (PeSSS) (g/cc)	2.643		
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.686		

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

ABSORCIÓN (PIEDRA)

RESULTADOS	MUESTRAS			
	ITEM	ABF-1	ABF-2	ABF-3
Peso específico SSS (g/cc)	W. Tara + Muestra seca (g)	2728.580	2624.950	2633.890
2.643	W. Muestra Seca (g)	2530.740	2427.210	2554.280
Absorción (%)	Absorción (%)	0.989	0.964	0.991
0.981	Absorción (%)	0.981		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Ing. Uliano Parfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 1811

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 008

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso (Tamaño Máximo: 3/4")

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	8663
Alto (cm)	28.60
Dímetro (cm)	19.60
Volumen (cc)	8629.151

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	19862	19952	19894
W.Suelo (g)	11199	11289	11231
Peso Unitario (g/cc)	1.298	1.308	1.302
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.303		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	21052	21043	21075
W.Suelo (g)	12389	12380	12412
Peso Unitario (g/cc)	1.436	1.435	1.438
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.436		

RESULTADOS	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.303
Peso Unitario Compactado (g/cc)	1.436

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Camión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP-235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP. 339.185

INFORME N°: LSCP - 23 - 005

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Ag. Grueso (Tamaño Máximo: 3/4")

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Condición Inicial: Muestra alterada

Agregado Grueso

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	192.70	188.30	152.80
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	3520.32	3264.80	3286.14
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	3509.25	3253.53	3275.80
4	W. Muestra Humeda (g)	3327.62	3076.50	3133.34
5	W. Muestra Seca (g)	3316.55	3065.23	3123.00
6	W. Agua (g)	11.07	11.27	10.34
7	Contenido de Humedad (%)	0.334	0.368	0.331
8	Contenido de Humedad (%)		0.344	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


Ing. Uliano Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235812
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

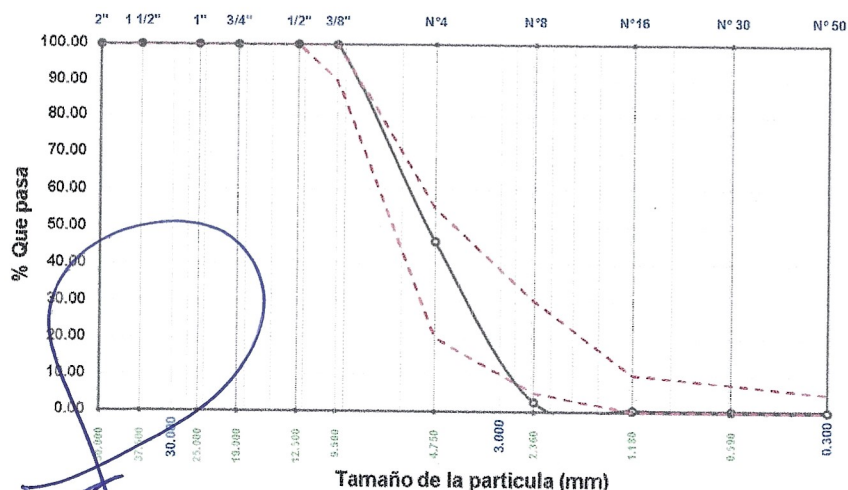
Pagina: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP 400.012

INFORME N°:	LSCP - 23 - 002						
PROYECTO :	Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna						
SOLICITANTE :	Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque						
DIRECCIÓN:	-						
UBICACIÓN :	Tacna - Tacna - Tacna			FECHA DE RECEPCIÓN:	1 de Febrero de 2023		
MUESTRA:	Cantera Arunta - Velasquez			FECHA DE EJECUCIÓN:	1 de Febrero de 2023		
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC			FECHA DE EMISIÓN:	8 de Febrero de 2023		
Material:	Agregado grueso			Método de secado:	Por horno 110°C±5°C		
Datos adicionales:	-			Tamaño máximo del agregado:	N°4		

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación 89	NTP 400.037 Tamaño Nominal 1/2" a 3/8"
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	90	100
N°4	4.750	1021.70	53.76	53.76	46.24	20	55
N°8	2.360	826.60	43.50	97.26	2.74	5	30
N°16	1.180	42.80	2.25	99.51	0.49	0	10
N°30	0.590	3.00	0.16	99.67	0.33		
N°50	0.300	0.80	0.04	99.71	0.29	0	5
Base		5.50	0.29	100.00	0.00	T. Máximo:	N°4
Total		1900.40	-	-	-	W. Muestra (g):	1900.4

Curva Granulométrica

**Observación:**

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Ing. Uliano Farián Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

- Esta producción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN
NTP. 400.021**

INFORME N°: LSCP - 23 - 010

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso (Tamaño Máximo: N°4)

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Agregado sumergido en agua por 24 h ± 4 h

Condición inicial: -

PESO ESPECÍFICO (PIEDRA)

ITEM	PE-1	PE-2	PE-3
W. Tara (g)	142.600	142.950	137.440
W. Canastilla Sumergida (g)	994.810	995.740	997.340
W. Tara + Muestra SSS (g)	1643.070	1643.030	1637.840
W. canastilla + Muestra sumergida (g)	1923.560	1925.150	1921.840
W. Muestra SSS (g)	1500.470	1500.080	1500.400
W. Muestra SSS sumergida (g)	928.750	929.410	924.500
Volumen de la muestra SSS (cc)	571.720	570.670	575.900
Volumen de la muestra (cc)	544.100	543.020	546.650
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.576	2.580	2.555
Peso específico masa saturada con superficie seca (PeSSS) (g/cc)	2.624	2.629	2.605
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.707	2.712	2.691
Peso específico de la masa (Pem) (g/cc)	2.570		
Peso específico masa saturada con superficie seca (PeSSS) (g/cc)	2.619		
Peso específico aparente (Pea) (g/cc)	2.703		

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

ABSORCIÓN (PIEDRA)

RESULTADOS
Peso específico SSS (g/cc)
2.619
Absorción (%)
1.914

ITEM	MUESTRAS		
	ABF-1	ABF-2	ABF-3
W. Tara + Muestra seca (g)	1615.450	1615.880	1608.590
W. Muestra Seca (g)	1472.850	1472.430	1471.150
Absorción (%)	1.875	1.878	1.988
Absorción (%)	1.914		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Ulivan Farfán Kehuarcho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 007

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso (Tamaño Máximo: N°4)

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diametro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	5498	5584	5596
W.Suelo (g)	3741	3827	3839
Peso Unitario (g/cc)	1.322	1.352	1.356
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.343		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	5962	5965	5930
W.Suelo (g)	4205	4208	4173
Peso Unitario (g/cc)	1.486	1.487	1.474
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.482		

RESULTADOS	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.343
Peso Unitario Compactado (g/cc)	1.482

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
NTP. 400.012

INFORME N°: LSCP - 23 - 001

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado fino

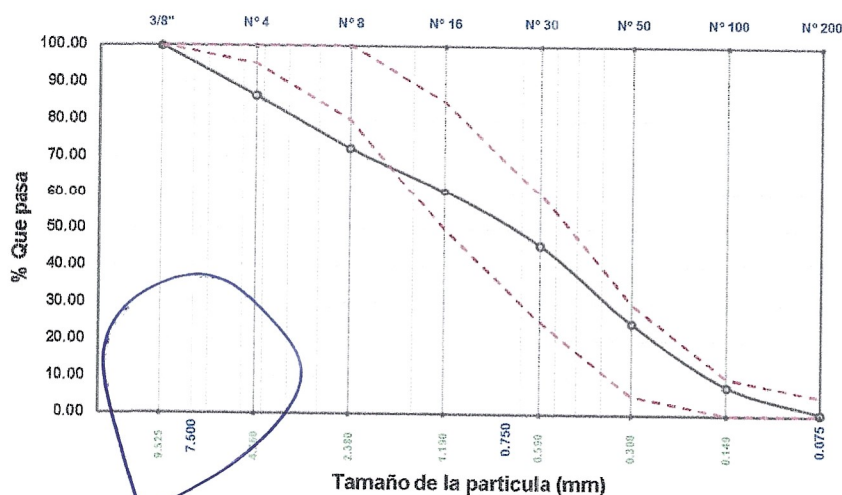
Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Modulo de Fineza: 3.02

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Gradación:	NTP 400.037 Agregado fino
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.760	125.26	13.36	13.36	86.64	95	100
N° 8	2.380	132.19	14.10	27.47	72.53	80	100
N° 16	1.190	110.55	11.79	39.26	60.74	50	85
N° 30	0.590	139.79	14.91	54.17	45.83	25	60
N° 50	0.300	196.90	21.01	75.18	24.82	5	30
N° 100	0.149	158.82	16.94	92.12	7.88	0	10
N° 200	0.075	68.25	7.28	99.40	0.60	0	5
Base		5.61	0.60	100.00	0.00	M. Fineza:	3.02
Total		937.37	-	-	-	W. Muestra (g):	937.37

Curva Granulométrica



Observación:

- Agregado fino: La cantidad de muestra de agregado fino, después de secado, debe ser de 300 g mínimo.
- El material fue proporcionado por el solicitante.
- Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas. Norma E 060 (3.3.1).

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN

NTP. 400.022

INFORME N°: LSCP - 23 - 009

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado fino

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Procedimiento gravimétrico (Pícnometro)

Condición inicial: -

GRAVEDAD ESPECIFICA

ITEM	MUESTRAS		
	GEF-1	GEF-2	GEF-3
Volumen de recipiente (cc)	500	500	500
W. Tara (g)	78.50	81.76	96.67
W. Tara + Muestra SSS (g)	578.50	581.76	596.67
W. Muestra + Fiola + Agua (g)	970.29	969.90	967.36
W. Fiola + Agua (g)	654.96	657.66	655.96
W. Muestra SSS (g)	500.00	500.00	500.00
Peso específico aparente (g/cc)	2.688	2.644	2.633
Peso específico SSS (g/cc)	2.708	2.663	2.651
Peso específico nominal (g/cc)	2.741	2.695	2.682
Peso esp. aparente (g/cc)		2.655	
Peso específico SSS (g/cc)		2.674	
Peso específico nominal (g/cc)		2.706	

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutierrez
ING. CIVIL CIP-235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

ABSORCION

RESULTADOS	MUESTRAS			
	ABF-1	ABF-2	ABF-3	
Peso específico SSS (g/cc)				
2.674				
Absorción (%)				
0.711				
	W. Tara + Muestra seca (g)	574.93	578.20	593.21
	W. Muestra SSS(g)	500.00	500.00	500.00
	W. Muestra Seca(g)	496.43	496.44	496.54
	Absorción (%)	0.719	0.717	0.697
	Absorción (Prom.)(%)		0.711	

Ing. Uliánov Faján Kehuarucho

INGENIERO CIVIL
CIP 93811

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO
DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NTP. 400.017

INFORME N°: LSCP - 23 - 006

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado fino

Datos adicionales: Procedimiento por apisonado para el PUC.

DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	1757
Alto (cm)	15.00
Diametro (cm)	15.50
Volumen (cc)	2830.379

PESO UNITARIO SUELTO

ITEM	MUESTRAS		
	PUS-1	PUS-2	PUS-3
W.Suelo + Molde (g)	6777	6805	6743
W.Suelo (g)	5020	5048	4986
Peso Unitario (g/cc)	1.774	1.784	1.762
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.773		

PESO UNITARIO COMPACTADO

ITEM	MUESTRAS		
	PUC-1	PUC-2	PUC-3
W.Suelo + Molde (g)	7059	7061	7070
W.Suelo (g)	5302	5304	5313
Peso Unitario (g/cc)	1.873	1.874	1.877
Peso Unitario (Prom.)(g/cc)	1.875		

RESULTADOS	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.773
Peso Unitario Compactado (g/cc)	1.875

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliano Farfán Kehuarcho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP. 339.185

INFORME N°: LSCP - 23 - 004

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Ag. Fino - Ag. Grueso (Tamaño Máximo: N°4)

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: -

Condición inicial: Muestra alterada

Agregado Fino

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHF-1	CHF-2	CHF-3
1	W. Tara (g)	1107.06	1106.96	1106.23
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1686.86	1698.65	1698.75
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	1681.08	1692.88	1693.10
4	W. Muestra Humeda (g)	579.80	591.69	592.52
5	W. Muestra Seca (g)	574.02	585.92	586.87
6	W. Agua (g)	5.78	5.77	5.65
7	Contenido de Humedad (%)	1.007	0.985	0.963
8	Contenido de Humedad (%)		0.985	

Agregado Grueso

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CHG-1	CHG-2	CHG-3
1	W. Tara (g)	79.40	79.60	77.00
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	1188.90	1113.90	1119.50
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	1161.90	1107.30	1113.00
4	W. Muestra Humeda (g)	1089.50	1034.30	1042.50
5	W. Muestra Seca (g)	1082.50	1027.70	1036.00
6	W. Agua (g)	7.00	6.60	6.50
7	Contenido de Humedad (%)	0.647	0.642	0.627
8	Contenido de Humedad (%)		0.639	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho

CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carnón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP-335012

JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del INGENIERO CIVIL de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Anexo 4. Ensayos de calidad de agregados



IngeServicios

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-035R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS

ASTM D 4791

INFORME N°:	LSCP - 23 - 027		
PROYECTO :	Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna		
SOLICITANTE :	Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque		
DIRECCIÓN:	-		
UBICACIÓN :	Tacna - Tacna - Tacna	FECHA DE RECEPCIÓN:	1 de Febrero de 2023
MUESTRA:	Cantera Arunta - Velasquez	FECHA DE EJECUCIÓN:	1 de Febrero de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	8 de Febrero de 2023

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	241.80	6.14	6.14	93.86
1/2"	12.700	2481.05	63.02	69.16	30.84
3/8"	9.525	1214.20	30.84	100.00	0.00
Base		0.00	0.00	100.00	0.00
Total		3937.05		W. Muestra Seca (g):	3937.05

Ing. Uliano Farfán Kehuarucha
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

PARTICULAS CHATAS

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Partículas Chatas (g)	Partículas Chatas (%)	Promedio Partículas chatas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.86	6.14	241.80	3.29	1.36	8.36
3/4"	1/2"	30.84	63.02	502.62	9.64	1.92	120.87
1/2"	3/8"	0.00	30.84	201.95	0.00	0.00	0.00
Total		-	100.00	946.37	12.93	3.28	129.22
Partículas Chatas (%):						1.29	

PARTICULAS ALARGADAS

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Partículas Alargadas (g)	Partículas Alargadas (%)	Promedio Partículas alargadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.86	6.14	241.80	0.00	0.00	0.00
3/4"	1/2"	30.84	63.02	502.62	1.23	0.24	15.42
1/2"	3/8"	0.00	30.84	201.95	0.00	0.00	0.00
Total		-	100.00	946.37	1.23	0.24	15.42
Partículas alargadas (%):						0.15	

Total de partículas chatas y alargadas (%) 1.45

Observación:
- El material fue proporcionado por el solicitante.

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrion Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
C.E. Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

**PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO
ASTM D 5821**
INFORME N°: LSCP - 23 - 026

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	241.80	6.14	6.14	93.86
1/2"	12.700	2481.05	63.02	69.16	30.84
3/8"	9.525	1214.20	30.84	100.00	0.00
Base		0.00	0.00	100.00	0.00
Total		3937.05		W. Muestra Seca (g):	3937.05

Partículas con una Cara Fracturada

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.86	6.14	241.80	36.19	14.97	91.92
3/4"	1/2"	30.84	63.02	502.62	102.64	20.42	1286.89
1/2"	3/8"	0.00	30.84	201.95	12.58	6.23	192.11
Total			100.00	946.37	151.41	41.62	1570.92
Partículas con una Cara Fracturada (%):						98.17	

Partículas con dos o más Caras Fracturadas

Tamices ASTM		Tamaño de Partícula		W. Muestra (g)	W. Muestra Fracturada (g)	% Partícula Fracturada	Promedio Partículas Fracturadas (%)
Pasa Tamiz	Retenido Tamiz	% Que pasa	% Retenido Parcial				
2"	1 1/2"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 1/2"	1"	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1"	3/4"	93.86	6.14	241.80	205.62	85.04	522.27
3/4"	1/2"	30.84	63.02	502.62	392.84	78.16	4925.39
1/2"	3/8"	0.00	30.84	201.95	183.27	90.75	2798.77
Total			100.00	946.37	781.73	253.95	8246.43
Partículas con dos o más Caras Fracturadas (%):						82.46	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliano Farfán Kehuarucho

 INGENIERO CIVIL
CIP 8181



 Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización del Laboratorio de IngeServicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemade calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200

NTP. 400.018

INFORME N°: LSCP - 23 - 023

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Muestra N°1

Condición inicial:

Item	PM-1	PM-2	PM-3
W. Tara (g)	152.90	138.60	138.30
W. Tara + Muestra Seca (g)	1250.30	1526.50	1501.40
W. Tara + Muestra seca despues del lavado (g)	1249.50	1525.90	1500.50
W. Muestra seca (g)	1097.40	1387.90	1363.10
W. Muestra Seca despues del lavado (g)	1096.60	1387.30	1362.20
Material Fino que pasa la Malla N°200 (%)	0.073	0.043	0.066
		0.061	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 8181

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo so o estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemade calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

**ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑOS
MENORES DE 37,5 mm (1 1/2") - NTP. 400.020**

INFORME N°:	LSCP - 23 - 025		
PROYECTO :	Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna		
SOLICITANTE :	Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque		
DIRECCIÓN:	-		
UBICACIÓN :	Tacna - Tacna - Tacna	FECHA DE RECEPCIÓN:	1 de Febrero de 2023
MUESTRA:	Cantera Arunta - Velasquez	FECHA DE EJECUCIÓN:	1 de Febrero de 2023
ENSAYADO EN:	Laboratorio de INGESERVICIOS SAC	FECHA DE EMISIÓN:	8 de Febrero de 2023
Material:	Agregado grueso	Método de secado:	Por horno 110°C±5°C
Datos adicionales:	Gradación B (Muestra N°1)	Tamaño máximo nominal (TMN):	1/2"

Medida del Tamiz (Abertura Cuadrada)		Masa de tamaño indicado (g)			
Que Pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	B
1 1/2"	1"	-	-	-	-
1"	3/4"	-	-	-	-
3/4"	1/2"	-	2501.5	-	-
1/2"	3/8"	-	2503.6	-	-
3/8"	1/4"	-	-	-	-
1/4"	N°4	-	-	-	-
N°4	N°8	-	-	-	-
W. Muestra Seca (g)			5005.100	-	-
W. despues del ensayo (g)			4096.300	-	-
W. que pasa tamiz N° 12 (g)			908.800	-	-
Desgaste (%)			18.157		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81211

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-033R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

ARCILLAS EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES

NTP 400.015

INFORME N°: LSCP - 23 - 024

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado grueso

Datos adicionales: Muestra N°1

TAMICES (ASTM)		Masa de la muestra de ensayo (g)	Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado (g)	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla (%)
Pasa	Retiene			
>	1 1/2"	-	-	-
1 1/2"	3/4"	1523.52	1523.02	0.033
3/4"	3/8"	1520.48	1520.18	0.020
3/8"	N° 4	523.20	523.10	0.019
N° 4	N° 16	-	-	-
Total (%):				0.072

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-030R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200
NTP. 400.018**

INFORME N°: LSCP - 23 - 021

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Arena

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Muestra N°1

Condición inicial:

Item	PM-1	PM-2	PM-3
W. Tara (g)	152.90	138.60	138.30
W. Tara + Muestra Seca (g)	720.36	700.45	702.91
W. Tara + Muestra seca despues del lavado (g)	708.24	687.74	690.57
W. Muestra seca (g)	567.46	561.85	564.61
W. Muestra Seca despues del lavado (g)	555.34	549.14	552.27
Material Fino que pasa la Malla N°200 (%)	2.136	2.262	2.186
		2.195	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.


Ing. Uliánov Farián Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 8181


LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

ARCILLAS EN TERRONES Y PARTICULAS DESMENUZABLES
NTP 400.015
INFORME N°: LSCP - 23 - 022

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado fino

Datos adicionales: Muestra N°1

TAMICES (ASTM)		Masa de la muestra de ensayo (g)	Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado (g)	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla (%)
Pasa	Retiene			
>	1 1/2"	-	-	-
1 1/2"	3/4"	-	-	-
3/4"	3/8"	-	-	-
3/8"	N° 4	20.52	20.49	0.146
N° 4	N° 16	20.25	20.23	0.099
Total (%):				0.245



Ing. Uliánov Parfán Kehuarucho
 INGENIERO CIVIL
 CIP 81811



Ing. Julio César Carrion Gutierrez
 ING. CIVIL CIP:235012
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistemas de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

IMPUREZAS ORGÁNICAS EN AGREGADO FINO

NTP. 400.024

INFORME N°: LSCP - 23 - 020

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado. Fino

Método de secado: Por horno 110°C±5°C

Datos adicionales: Muestra N°1

Procedimiento empleado: Estándar

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°	PLACA	OBSERVACIÓN
5	1		El agregado fino no contiene componente orgánicos.
8	2		El agregado fino no contiene componente orgánicos.
11	3 (Estandar)		El agregado fino no contiene componente orgánicos.
14	4		El agregado fino posiblemente contiene componente orgánicos.
16	5		El agregado fino contiene componente orgánicos.

RESULTADOS

COLOR GARDNER ESTANDAR N°	PLACA ORGANICA N°	OBSERVACIÓN
8	2	El agregado fino no contiene componente orgánicos.

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 916 1

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235912
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
Garantía, eficiencia y seguridad

PRP-06-036R/Abril 2022/Rev.00

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146

INFORME N°: LSCP - 23 - 019

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Agregado Fino

Datos adicionales: Muestra N°1

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	EQA-1	EQA-2	EQA-3
W. tara (g)	15.91	15.91	15.91
W. Muestra + Tara (g)	152.55	152.71	152.02
W. Muestra (g)	136.64	136.80	136.11
Altura del Material Fino (pulg)	5.40	5.40	5.10
Altura de la arena (pulg)	4.00	3.90	3.80
Altura del Material Fino (mm)	137.16	137.16	129.54
Altura de la arena (mm)	101.60	99.06	96.52
Equivalente de Arena (%)	75	73	75

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Camón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

INFORME DE ENSAYO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

SALES TOTALES - CLORUROS - SULFATOS

INFORME N°: LSCP - 23 - 018

PROYECTO : Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE : Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN : -

UBICACIÓN : Tacna - Tacna - Tacna

FECHA DE RECEPCIÓN: 1 de Febrero de 2023

MUESTRA : Cantera Arunta - Velasquez

FECHA DE EJECUCIÓN: 1 de Febrero de 2023

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

Material: Ag. Fino-Ag. Grueso

Método de secado: -

Datos adicionales: Muestra N°1

Condición inicial: Muestra alterada

AGREGADO FINO

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	SCSF-1	SCSF-2	SCSF-3
Sales totales (ppm)	3600.000	3840.000	3520.000
Cloruros (ppm)	1836.000	1958.400	1795.200
Sulfatos (ppm)	1476.000	1574.400	1443.200

AGREGADO GRUESO

CARACTERISTICAS	MUESTRA		
	SCSG-1	SCSG-2	SCSG-3
Sales totales (ppm)	0.000	0.000	0.000
Cloruros (ppm)	0.000	0.000	0.000
Sulfatos (ppm)	0.000	0.000	0.000

RESULTADOS

Características	Ag. Fino	Ag. Grueso
Sales totales (ppm)	3653.333	0.000
Cloruros (ppm)	1863.200	0.000
Sulfatos (ppm)	1497.867	0.000
Sales totales (%)	0.365	0.000
Cloruros (%)	0.186	0.000
Sulfatos (%)	0.150	0.000

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.

- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aquí declarados.

- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.



 Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
 INGENIERO CIVIL
 CIP 81811



 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Ing. Julio César Carrion Gutierrez
 ING. CIVIL CIP: 235012
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Anexo 5. Diseños de mezclas para concreto convencional

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 013

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo Andrés Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de mezcla F'c=280 kg/cm2)

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
Peso Específico (g/cc)	2.67	2.64	NTP 400.022	Tipo de cemento:	IP
Absorción (%)	0.71	0.98	NTP 400.021	Peso Específico (g/cc):	2.800
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.77	1.30	NTP 400.017	Agua (NTP 339.088)	
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.88	1.44		Tipo de agua:	Potable
Contenido de Humedad (%)	0.99	0.34	NTP. 339.185	Peso Específico (g/cc):	1.000
Modulo de fineza	3.020	-	NTP 400.012	Tipos de Slump	
Tamaño máximo	N°4	3/4"		1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
Tamaño máximo nominal	N°4	1/2"		3" @ 4" (Plástico)	6" @ 1" (Fluido)

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	5" @ 6"	F'c (kg/cm2):	280
Agua	222	Relacion Agua/Cemento	0.466
Aire	2.50	Vol. Agregado grueso	0.528

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.29	758.21	760.82	-0.01	-4.85
Agregado Fino	0.30	791.46	799.26	0.00	2.19
Cemento	0.17	476.39	-	-	-
Agua	0.22	222.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

Materiales	1 m3		1 Bolsa de cemento		OBSERVACIONES
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)	
Agregado Grueso	760.82	48.77%	67.874	1.597	- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez - El Diseño de mezcla de concreto es específico para la obra proporcionada.
Agregado Fino	799.26	51.23%	71.303	1.678	
Cemento Tipo IP	476.39	11.21 Bls	42.500	1 Bls	
Agua	224.66	224.66 Lts	20.042	20.04 Lts	

IngeServicios S.A.C.

Ing. Juan Armando Rosales Yacila
Ing. Civil - CIP N° 215484
GERENTE GENERAL

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

**PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL,
PESADO Y EN MASA (ACI PRC-211.1)**

INFORME N°: LSCP - 23 - 012

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de mezcla F'c=280 kg/cm2)

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 8 de Febrero de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	HE
Peso Especifico (g/cc)	2.67	2.64	NTP 400.022	Peso Especifico (g/cc):	2.950
Absorción (%)	0.71	0.98	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)	
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.77	1.30	NTP 400.017	Tipo de agua:	Potable
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.88	1.44	NTP. 339.185	Peso Especifico (g/cc):	1.000
Contenido de Humedad (%)	0.99	0.34	NTP. 339.185	Tipos de Slump	
Modulo de fineza	3.020	-	-	1" @ 2" (Seco)	4" @ 6" (Semifluido)
Tamaño máximo	N°4	3/4"	NTP 400.012	3" @ 4" (Plástico)	6" @ 7" (Fluido)
Tamaño máximo nominal	N°4	1/2"	-	-	-

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

Slump	5" @ 6"	F'c (kg/cm2):	280
Agua	222	Relacion Agua/Cemento	0.466
Aire	2.50	Vol. Agregado grueso	0.528

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc.
					Humedad - absorción (m3)
Agregado Grueso	0.29	758.21	760.82	-0.01	-4.85
Agregado Fino	0.30	814.60	822.62	0.00	2.25
Cemento	0.16	476.39	-	-	-
Agua	0.22	222.00	-	-	-
Aire	0.03	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 211)

OBSERVACIONES

Materiales	1 m3		1 Bolsa de cemento		OBSERVACIONES
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)	
Agregado Grueso	760.82	48.05%	67.874	1.597	- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez - El Diseño de mezcla de concreto son especifico para la obra proporcionada
Agregado Fino	822.62	51.95%	73.387	1.727	
Cemento Tipo HE	476.39	11.21 Bls	42.500	1 Bls	
Agua	224.59	224.59 Lts	20.036	20.04 Lts	

IngeServicios S.A.C.

Ing. Juan Armando Rosales Yacila
Ing. Civil - CIP N° 215484
GERENTE GENERAL

Anexo 6. Diseños de mezclas para concreto autocompactante

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

CONCRETO AUTOCOMPACTABLE (ACI 237R)

INFORME N°: LSCP - 23 - 017

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Pob Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de concreto autocompactable F'c 280 kg/cm² - Cemento He + Aditivo MasterGlenium SCC 3800)

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 15 de Marzo de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)		
				Tipo de cemento:	HE	Efectividad (%)
Peso Especifico (g/cc)	2.674	2.619	NTP 400.022	P. Espec. (g/cc):	2.95	100.00
Absorción (%)	0.711	1.914	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)		
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.773	1.343	NTP 400.017	Tipo de agua:		Potable
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.875	1.482		Peso Especifico (g/cc):		1.000
Contenido de Humedad (%)	0.985	0.639	NTP. 339.185	Concreto Autocompactante (ACI 237R)		
Modulo de fineza	3.020	-	NTP 400.012	Característica del miembro: Complejidad y forma del elemento (Alto)		
Tamaño máximo	3/8"	3/8"		Slump Flow: > 650 mm Autocompactante		
Tamaño máximo nominal	N°4	N°4				

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	MasterGlenium SCC 3800
Densidad (g/cc):	1.05
Dosificación (%):	1.40
Reduce agua (%):	15.27

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

F'c (kg/cm ²):	280	% Agregado Grueso:	35.00
Agua	240	% Agregado Fino:	65.00
Aire	3.00	Relación Agua/Cemento (A/C):	0.520

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.199	520.10	523.42	-0.013	-6.67
Agregado Fino	0.369	986.18	995.90	0.003	2.73
Cemento Tipo HE	0.156	461.54	-	-	-
Agua	0.240	240.00	-	-	-
MasterGlenium SCC 3800	0.006	6.46	-	-	-
Aire	0.030	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 237R)

OBSERVACIONES

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie ³)
Agregado Grueso	523.42	35.00%	48.199	1.134
Agregado Fino	995.90	65.00%	91.706	2.158
Cemento Tipo HE	461.54	10.86 Bls	42.500	1 Bls
Agua	243.93	243.93 Lts	22.462	22.46 Lts
Agua (Corregida)	206.68	206.68 Lts	19.032	19.03 Lts
MasterGlenium SCC 3800	6.46	6.15 Lts	0.60	0.57 Lts

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez.
- El Diseño de mezcla de concreto son específico para la obra proporcionada.

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP-235012
I.E.E.F. DE CALIDAD

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

 Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería
 Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-39R/Abril 2022/Rev.00

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

CONCRETO AUTOCOMPACTABLE (ACI 237R)

INFORME N°: LSCP - 23 - 016

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Pob Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de concreto autocompactable F'c 280 kg/cm2 - Cemento He + Aditivo MasterEase 3900)

ENSAJADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 15 de Marzo de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	Efectividad (%)
Peso Específico (g/cc)	2.674	2.619	NTP 400.022	HE	100.00
Absorción (%)	0.711	1.914	NTP 400.021	P. Espec. (g/cc): 2.95	100.00
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.773	1.343	NTP 400.017	Agua (NTP 339.088)	
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.875	1.482		Tipo de agua:	Potable
Contenido de Humedad (%)	0.985	0.639	NTP. 339.185	Peso Específico (g/cc):	1.000
Modulo de fineza	3.020	-	NTP 400.012	Concreto Autocompactable (ACI 237R)	
Tamaño máximo	3/8"	3/8"		Característica del miembro:	Complejidad y forma del elemento (Alto)
Tamaño máximo nominal	N°4	N°4		Slump Flow:	> 650 mm Autocompactable

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	MasterEase 3900
Densidad (g/cc):	1.1
Dosificación (%):	1.10
Reduce agua (%):	20.00

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

F'c (kg/cm2):	280	% Agregado Grueso:	35.00
Agua	240	% Agregado Fino:	65.00
Aire	3.00	Relación Agua/Cemento (A/C):	0.520

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m3)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m3)	Corrección por absorción (m3)	Correc. Humedad absorción (m3)
Agregado Grueso	0.199	521.51	524.84	-0.013	-6.69
Agregado Fino	0.370	988.86	998.60	0.003	2.74
Cemento Tipo HE	0.156	461.54	-	-	-
Agua	0.240	240.00	-	-	-
MasterEase 3900	0.005	5.08	-	-	-
Aire	0.030	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 237R)

Materiales	1 m3		1 Bolsa de cemento		OBSERVACIONES
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie3)	
Agregado Grueso	524.84	35.00%	48.329	1.137	- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez. - El Diseño de mezcla de concreto son específico para la obra proporcionada.
Agregado Fino	998.60	65.00%	91.954	2.164	
Cemento Tipo HE	461.54	10.86 Bls	42.500	1 Bls	
Agua	243.94	243.94 Lts	22.463	22.46 Lts	
Agua (Corregida)	195.15	195.15 Lts	17.970	17.97 Lts	
MasterEase 3900	5.08	4.62 Lts	0.47	0.43 Lts	

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Pagina: 1 de 1

CONCRETO AUTOCOMPACTABLE (ACI 237R)

INFORME N°: LSCP - 23 - 015

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

 MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de concreto autocompactable F'c 280 kg/cm² - Cemento IP + Aditivo MasterGlenium SCC 3800)

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 15 de Marzo de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)		
				Tipo de cemento:	IP	Efectividad (%)
Peso Especifico (g/cc)	2.674	2.619	NTP 400.022	P. Espec. (g/cc):	2.80	100.00
Absorción (%)	0.711	1.914	NTP 400.021	Agua (NTP 339.088)		
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.773	1.343	NTP 400.017	Tipo de agua: Potable		
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.875	1.482		Peso Especifico (g/cc): 1.000		
Contenido de Humedad (%)	0.985	0.639	NTP. 339.185	Concreto Autocompactable (ACI 237R)		
Modulo de fineza	3.020	-	NTP 400.012	Característica del miembro: Complejidad y forma del elemento (Alto)		
Tamaño máximo	3/8"	3/8"		Slump Flow: > 650 mm		
Tamaño máximo nominal	N°4	N°4		Autocompactable		

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	MasterGlenium SCC 3800
Densidad (g/cc):	1.05
Dosificación (%):	1.15
Reduce agua (%):	4.20

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

F c (kg/cm ²):	280	% Agregado Grueso:	35.00
Agua	240	% Agregado Fino:	65.00
Aire	3.00	Relación Agua/Cemento (A/C):	0.520

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.196	513.42	516.71	-0.013	-6.59
Agregado Fino	0.364	973.53	983.12	0.003	2.69
Cemento Tipo IP	0.165	461.54	-	-	-
Agua	0.240	240.00	-	-	-
MasterGlenium SCC 3800	0.005	5.31	-	-	-
Aire	0.030	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 237R)

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie ³)
Agregado Grueso	516.71	35.00%	47.580	1.120
Agregado Fino	983.12	65.00%	90.529	2.130
Cemento Tipo IP	461.54	10.86 Bls	42.500	1 Bls
Agua	243.88	243.88 Lts	22.457	22.46 Lts
Agua (Corregida)	233.64	233.64 Lts	21.514	21.51 Lts
MasterGlenium SCC 3800	5.31	5.05 Lts	0.49	0.47 Lts

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez.
 - El Diseño de mezcla de concreto son específico para la obra proporcionada.


Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
 ING. CIVIL CIP: 235012
 JEFE DE CALIDAD

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Consultoría y control de calidad en proyectos de ingeniería

Garantía en eficiencia y seguridad

PRP-06-39R/Abril 2022/Rev.00

REPORTE DE CÁLCULO

DOCUMENTO CON VALOR OFICIAL

Página: 1 de 1

CONCRETO AUTOCOMPACTABLE (ACI 237R)

INFORME N°: LSCP - 23 - 014

PROYECTO: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna

SOLICITANTE: Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas - Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN: -

UBICACIÓN: Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA: Cantera Arunta - Velasquez (Diseño de concreto autocompactable F'c 280 kg/cm² - Cemento IP + Aditivo MasterEase 3900)

ENSAYADO EN: Laboratorio de INGESERVICIOS SAC

FECHA DE EMISIÓN: 15 de Marzo de 2023

MATERIALES PARA EL DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Propiedades Físicas de los agregados	Ag. Fino	Ag. Grueso	Norma	Cemento (NTP 334.009 - NTP 334.090 - NTP 334.082)	
				Tipo de cemento:	Efectividad (%)
Peso Específico (g/cc)	2.674	2.619	NTP 400.022	IP	100.00
Absorción (%)	0.711	1.914	NTP 400.021	P. Espec. (g/cc): 2.80	100.00
Peso Unitario Suelto (g/cc)	1.773	1.343	NTP 400.017	Agua (NTP 339.083)	
Peso unitario Compactado (g/cc)	1.875	1.482		Tipo de agua:	Potable
Contenido de Humedad (%)	0.985	0.639	NTP. 339.185	Peso Específico (g/cc):	1.000
Modulo de fineza	3.020	-		Concreto Autocompactable (ACI 237R)	
Tamaño máximo	3/8"	3/8"	NTP 400.012	Característica del miembro: Complejidad y forma del elemento (Alto)	
Tamaño máximo nominal	N°4	N°4		Slump Flow:	> 650 mm Autocompactable

ADITIVOS (ASTM C494)

Tipo de aditivo:	MasterEase 3900
Densidad (g/cc):	1.1
Dosificación (%):	0.65
Reduce agua (%):	6.74

PARAMETROS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA

F'c (kg/cm ²):	280	% Agregado Grueso:	35.00
Agua	240	% Agregado Fino:	65.00
Aire	3.00	Relación Agua/Cemento (A/C):	0.520

VOLUMEN Y PESO DE LOS MATERIALES

Materiales	Volumen absoluto (Seco) (m ³)	Peso absoluto (Seco) (kg)	Corrección por humedad (m ³)	Corrección por absorción (m ³)	Correc. Humedad - absorción (m ³)
Agregado Grueso	0.197	515.56	518.85	-0.013	-6.62
Agregado Fino	0.366	977.57	987.20	0.003	2.70
Cemento Tipo IP	0.165	461.54	-	-	-
Agua	0.240	240.00	-	-	-
MasterEase 3900	0.003	3.00	-	-	-
Aire	0.030	-	-	-	-

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO (ACI 237R)

Materiales	1 m ³		1 Bolsa de cemento	
	Peso (kg)	Dosificación	Peso (kg)	Dosificación (pie ³)
Agregado Grueso	518.85	35.00%	47.778	1.124
Agregado Fino	987.20	65.00%	90.905	2.139
Cemento Tipo IP	461.54	10.86 Bls	42.500	1 Bls
Agua	243.89	243.89 Lts	22.459	22.46 Lts
Agua (Corregida)	227.46	227.46 Lts	20.945	20.94 Lts
MasterEase 3900	3.00	2.73 Lts	0.28	0.25 Lts

OBSERVACIONES

- Los agregados para este diseño de mezcla de concreto son de la cantera Arunta - Velasquez.
- El Diseño de mezcla de concreto son específico para la obra proporcionada.

Ing. Julio César Carrion Guila
ING. CIVIL CIP-23000

Anexo 7. Protocolos de calidad para prevaciado

CONTROL DE CALIDAD
PROTOCOLO PRE-VACIADO DE CONCRETO AUTOCOMPACTABLE

TESIS: "Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna"

ASESOR: Ing. Ulianov Farfán Kehuarucho

Mezcla: Cemento Yura IP + MasterGlenium SCC 3800 (1.15%)

1. Datos Generales

Fecha Ejecutada de Vaciado: 31/03/2023 F'c diseño: 280 kg/cm²
 Probetas a Extraer: 9 und VSI 0

2. Ensayos Realizados

	ENSAYOS	REFERENCIA	UND	VALORES RECOMENDADOS	OBTENIDO
1	Extensibilidad	NTP 339.219 (2019)	mm	>650	777.5
		ASTM C 1611/ C 1611M-2018	mm	D1 - D2 < 50	30
2	T _{50cm}	ASTM C 1611 ACI 237R	seg	2 - 5	2.11
3	Embudo V	EFNARC	seg	6 - 12	6.93
4	Caja L	EFNARC (2002)	%	(h ₂ /h ₁) x 100 ≥ 80	91.49
5	Caja U	EFNARC	mm	h ₂ /h ₁ < 30 mm	29
6	Anillo J	NTP 339.220 (2019) ASTM C 1621/	mm	Dext - D _{jring} < 25 mm	21.9

D_{jring} 755.6 mm

VALORES DEL ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)

Valor VSI	CRITERIOS
0 = Muy Estable	No hay indicios de segregación o sangrado.
1 = Estable	No hay indicios de segregación y se observa una ligera exudación en forma de brillo en la masa de hormigón.
2 = Inestable	Un ligero halo de mortero ≤ 0,5 pulg. (≤ 10mm) y/o amontonamiento de agregado en el centro de la masa de concreto
3 = Muy inestable	Segregación clara por evidencia de un gran halo de mortero > 0,5 pulg. (> 10mm) y/o un gran montón de agregado en el centro de la masa de concreto.

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Ing. Ulianov Farfán Kehuarucho
Asesor

CONTROL DE CALIDAD
PROTOCOLO PRE-VACIADO DE CONCRETO AUTOCOMPACTABLE

TESIS: "Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna"

ASESOR: Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho

Mezcla: Cemento Yura IP + Master Ease 3900 (0.65%)

1. Datos Generales

Fecha Ejecutada de Vaciado: 16/03/2023 F'c diseño: 280 kg/cm²
 Probetas a Extraer: 9 und VSI 0

2. Ensayos Realizados

	ENSAYOS	REFERENCIA	UND	VALORES RECOMENDADOS	OBTENIDO
1	Extensibilidad	NTP 339.219 (2019)	mm	>650	767.5
		ASTM C 1611/ C 1611M-2018	mm	D1 - D2 < 50	25
2	T _{50cm}	ASTM C 1611 ACI 237R	seg	2 - 5	2.45
3	Embudo V	EFNARC	seg	6 - 12	10.93
4	Caja L	EFNARC (2002)	%	(h ₂ /h ₁) x 100 ≥ 80	97.83
5	Caja U	EFNARC	mm	h ₂ /h ₁ < 30 mm	6
6	Anillo J	NTP 339.220 (2019) ASTM C 1621/	mm	Dext - Djring < 25 mm	24

Djring 743.5 mm

VALORES DEL ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)

Valor VSI	CRITERIOS
0 = Muy Estable	No hay indicios de segregación o sangrado.
1 = Estable	No hay indicios de segregación y se observa una ligera exudación en forma de brillo en la masa de hormigón.
2 = Inestable	Un ligero halo de mortero ≤ 0,5 pulg. (≤ 10mm) y/o amontonamiento de agregado en el centro de la masa de concreto
3 = Muy inestable	Segregación clara por evidencia de un gran halo de mortero > 0,5 pulg. (> 10mm) y/o un gran montón de agregado en el centro de la masa de concreto.

IngeServicios
LABORATORIO DE BUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
Asesor

CONTROL DE CALIDAD
PROTOCOLO PRE-VACIADO DE CONCRETO AUTOCOMPACTABLE

TESIS: "Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna"

ASESOR: Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho

Mezcla: Cemento Yura HE + MasterGlenium SCC 3800 (1.40%)

1. Datos Generales

Fecha Ejecutada de Vaciado: 12/04/2023 F'c diseño: 280 kg/cm²
 Probetas a Extraer: 9 und VSI 1

2. Ensayos Realizados

	ENSAYOS	REFERENCIA	UND	VALORES RECOMENDADOS	OBTENIDO
1	Extensibilidad	NTP 339.219 (2019)	mm	>650	775
		ASTM C 1611/ C 1611M-2018	mm	D1 - D2 < 50	20
2	T _{50cm}	ASTM C 1611 ACI 237R	seg	2 - 5	3.15
3	Embudo V	EFNARC	seg	6 - 12	9.63
4	Caja L	EFNARC (2002)	%	(h ₂ /h ₁) x 100 ≥ 80	95.60
5	Caja U	EFNARC	mm	h ₂ /h ₁ < 30 mm	8
6	Anillo J	NTP 339.220 (2019) ASTM C 1621/	mm	Dext - Djring < 25 mm	16.6

Djring 758.4 mm

VALORES DEL ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)

Valor VSI	CRITERIOS
0 = Muy Estable	No hay indicios de segregación o sangrado.
1 = Estable	No hay indicios de segregación y se observa una ligera exudación en forma de brillo en la masa de hormigón.
2 = Inestable	Un ligero halo de mortero ≤ 0,5 pulg. (≤ 10mm) y/o amontonamiento de agregado en el centro de la masa de concreto
3 = Muy inestable	Segregación clara por evidencia de un gran halo de mortero > 0,5 pulg. (> 10mm) y/o un gran montón de agregado en el centro de la masa de concreto.


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
 ING. CIVIL CIP: 235012
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD


 Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
 Asesor

CONTROL DE CALIDAD
PROTOCOLO PRE-VACIADO DE CONCRETO AUTOCOMPACTABLE

TESIS: "Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna"

ASESOR: Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho

Mezcla: Cemento Yura HE + Master Ease 3900 (1.10%)

1. Datos Generales

Fecha Ejecutada de Vaciado: 04/04/2023 F'c diseño: 280 kg/cm²
 Probetas a Extraer: 9 und VSI 0

2. Ensayos Realizados

	ENSAYOS	REFERENCIA	UND	VALORES RECOMENDADOS	OBTENIDO
1	Extensibilidad	NTP 339.219 (2019)	mm	>650	760
		ASTM C 1611/ C 1611M-2018	mm	D1 - D2 < 50	20
2	T _{50cm}	ASTM C 1611 ACI 237R	seg	2 - 5	3.53
3	Embudo V	EFNARC	seg	6 - 12	6.62
4	Caja L	EFNARC (2002)	%	$(h_2/h_1) \times 100 \geq 80$	97.77
5	Caja U	EFNARC	mm	$h_2/h_1 < 30 \text{ mm}$	4
6	Anillo J	NTP 339.220 (2019) ASTM C 1621/	mm	Dext - Dtring < 25 mm	5

Dtring 755.0 mm

VALORES DEL ÍNDICE DE ESTABILIDAD VISUAL (VSI)

Valor VSI	CRITERIOS
0 = Muy Estable	No hay indicios de segregación o sangrado.
1 = Estable	No hay indicios de segregación y se observa una ligera exudación en forma de brillo en la masa de hormigón.
2 = Inestable	Un ligero halo de mortero $\leq 0,5$ pulg. ($\leq 10\text{mm}$) y/o amontonamiento de agregado en el centro de la masa de concreto
3 = Muy inestable	Segregación clara por evidencia de un gran halo de mortero $> 0,5$ pulg. ($> 10\text{mm}$) y/o un gran montón de agregado en el centro de la masa de concreto.



Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
 Ing. CIVIL CIP: 235012
 JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Ing. Uliánov Farfán Kehuarucho
 Asesor

Anexo 8. Resultados de rotura de testigos de concreto

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G4 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C **FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:** 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 10:00 AM
Dirección de carga: Carga Paralela
Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales
Temperatura ambiente: 28
Humedad relativa: 40%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	IP	2023-E 01	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	17/02/2023
Especimen N°2:	IP	2023-E 02	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	17/02/2023
Especimen N°3:	IP	2023-E 03	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	17/02/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	10/02/2023	10/02/2023	10/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	17/02/2023	17/02/2023	17/02/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	101.36	100.85	99.14	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	203.11	202.64	101.17	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	8068.27	7987.27	7718.70	-	-	-
Carga Máxima (kN):	159.3	166.3	158.9	-	-	-

Ing. Uliano Farfan Kehuaruch
INGENIERO CIVIL
CIP 8181

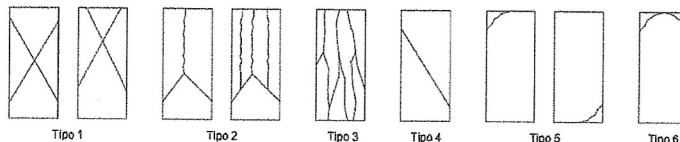
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA) (Kg/cm ²)	1	2	3	4	5	6
(MPA)	19.7	20.8	20.6	-	-	-
(Kg/cm ²)	201.3	212.3	209.9	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 4	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G5 **DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de LABORATORIO :** Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C **FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:** 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 10:00 AM
Dirección de carga: Carga Paralela
Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 29
Humedad relativa: 38%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	IP	2023-E 04	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	24/02/2023
Especimen N°2:	IP	2023-E 05	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	24/02/2023
Especimen N°3:	IP	2023-E 06	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	24/02/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	10/02/2023	10/02/2023	10/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	24/02/2023	24/02/2023	24/02/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D _{prom}) (mm):	101.54	101.36	102.11	-	-	-
Altura (H _{prom}) (mm):	202.75	202.78	203.28	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	8097.75	8069.06	8188.11	-	-	-
Carga Máxima (kN):	201.5	195.2	205.0	-	-	-

Ing. Ulises Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

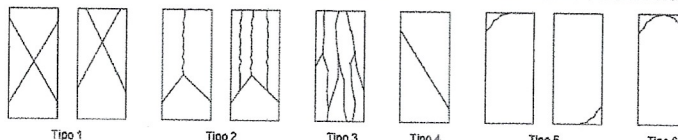
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPa)	24.9	24.2	25.0	-	-	-
(Kg/cm ²)	253.7	246.7	255.3	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G6 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Condiciones ambientales
Temperatura ambiente: 29
Humedad relativa: 38%

Hora inicio de ensayo: 10:00 AM
Dirección de carga: Carga Paralela
Ensayo realizado: TEC.ING-02

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	IP	2023-E 07	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	10/03/2023
Especimen N°2:	IP	2023-E 08	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	10/03/2023
Especimen N°3:	IP	2023-E 09	Cemento Yura Tipo IP + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	10/03/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

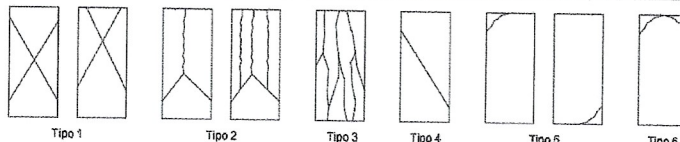
	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	10/02/2023	10/02/2023	10/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	10/03/2023	10/03/2023	10/03/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	100.60	99.14	100.56	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	204.10	198.99	203.87	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	7948.51	7719.47	7941.40	-	-	-
Carga Máxima (kN):	240	230.2	227.8	-	-	-

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPa)	30.2	29.8	28.7	-	-	-
(Kg/cm ²)	307.9	304.1	292.5	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G1 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Horario de inicio de ensayo: 10:00 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 28

Humedad relativa: 40%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE	2023-E 01	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	16/02/2023
Especimen N°2:	HE	2023-E 02	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	16/02/2023
Especimen N°3:	HE	2023-E 03	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	16/02/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código espécimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	09/02/2023	09/02/2023	09/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	16/02/2023	16/02/2023	16/02/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	101.19	101.36	99.53	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	203.74	203.41	151.00	-	-	-
Área del espécimen (mm²):	8041.22	8068.27	7779.55	-	-	-
Carga Máxima (kN):	180.4	163.8	176.5	-	-	-

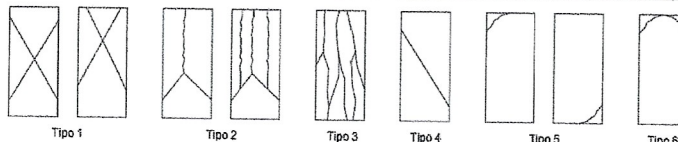
Ing. Uliandv Fafán Kehuarucha
INGENIERO CIVIL
CTP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA) (Kg/cm²)	1	2	3	4	5	6
	22.4	20.3	22.7	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1
Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G2 **DIRECCIÓN DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito LABORATORIO :** de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo Andréé Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C **FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:** 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 10:00 AM **Condiciones ambientales**
Dirección de carga: Carga Paralela **Temperatura ambiente:** 27
Ensayo realizado: TEC.ING-02 **Humedad relativa:** 40%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE	2023-E 04	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	23/02/2023
Especimen N°2:	HE	2023-E 05	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	23/02/2023
Especimen N°3:	HE	2023-E 06	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	23/02/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	09/02/2023	09/02/2023	09/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	23/02/2023	23/02/2023	23/02/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	101.70	102.05	102.42	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	202.45	203.75	202.86	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	8123.29	8178.49	8237.91	-	-	-
Carga Máxima (kN):	197.5	246.3	204.0	-	-	-

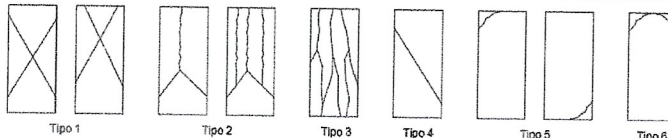
Ing. Ulijanov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA) (Kg/cm ²)	24.3	30.1	24.8	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G3 **DIRECCIÓN DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo Andreó Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C **FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:** 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 10:00 AM **Condiciones ambientales**

Dirección de carga: Carga Paralela **Temperatura ambiente:** 28

Ensayo realizado: TEC.ING-02 **Humedad relativa:** 40%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE	2023-E 07	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	09/03/2023
Especimen N°2:	HE	2023-E 08	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	09/03/2023
Especimen N°3:	HE	2023-E 09	Cemento Yura Tipo HE + A. G. T.M. 3/4" + A.F.	09/03/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código espécimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	09/02/2023	09/02/2023	09/02/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	09/03/2023	09/03/2023	09/03/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	99.64	100.17	100.44	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	199.58	203.34	203.17	-	-	-
Área del espécimen (mm²):	7797.53	7879.92	7922.46	-	-	-
Carga Máxima (kN):	287.4	273.9	284.3	-	-	-

Ing. Ulianny Farfan Kehuarcho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

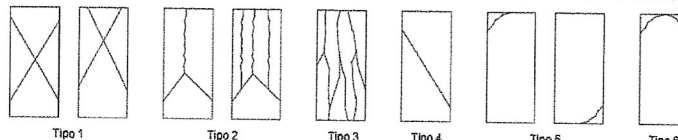
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	36.9	34.8	35.9	-	-	-
(Kg/cm²)	375.8	354.4	365.9	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235912
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 10:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aqui declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1
Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G7 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarraclín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Condiciones ambientales
Temperatura ambiente: 28
Humedad relativa: 40%

Hora inicio de ensayo: 11:30 AM
Dirección de carga: Carga Paralela
Ensayo realizado: TEC.ING-02

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	M.E.	2023-E 01	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	23/03/2023
Especimen N°2:	M.E.	2023-E 02	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	23/03/2023
Especimen N°3:	M.E.	2023-E 03	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	23/03/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	16/03/2023	16/03/2023	16/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	23/03/2023	23/03/2023	23/03/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	100.87	100.38	101.52	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	204.62	203.57	205.07	-	-	-
Área del especimen (mm²):	7991.24	7913.79	8094.56	-	-	-
Carga Máxima (kN):	152.8	153.4	149.7	-	-	-

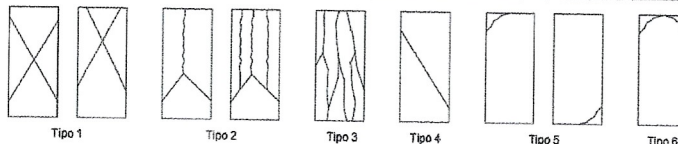
Ing. Uliano Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	19.1	19.4	18.5	-	-	-
(Kg/cm²)	195.0	197.7	188.6	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 4	Tipo 5	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 11:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproduccion parcial o total de este documento sin la autorizacion escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretacion de los resultados aqui declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°:	LSCP - 23 - G8	DIRECCION DE LABORATORIO :	Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna
PROYECTO (*):	Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.		
SOLICITANTE (*):	Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas Bach. Gustavo André Polo Luque		
DIRECCIÓN (*):	-		
UBICACIÓN (*):	Tacna - Tacna - Tacna		
MUESTRA (*):	Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²		
ENSAYADO EN :	Laboratorio de Ingeservicios S.A.C	FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:	15 de Mayo de 2023
Hora inicio de ensayo:	11:30 AM	Condiciones ambientales	
Dirección de carga:	Carga Paralela	Temperatura ambiente:	30
Ensayo realizado:	TEC.ING-02	Humedad relativa:	39%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	M.E.	2023-E 04	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	30/03/2023
Especimen N°2:	M.E.	2023-E 05	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	30/03/2023
Especimen N°3:	M.E.	2023-E 06	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	30/03/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	16/03/2023	16/03/2023	16/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	30/03/2023	30/03/2023	30/03/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D_{prom}) (mm):	101.47	101.42	99.22	-	-	-
Altura (H_{prom}) (mm):	205.28	205.25	200.70	-	-	-
Área del especimen (mm²):	8086.59	8078.62	7731.16	-	-	-
Carga Máxima (kN):	198.2	202.5	200.2	-	-	-

Ing. Ulivan Parfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

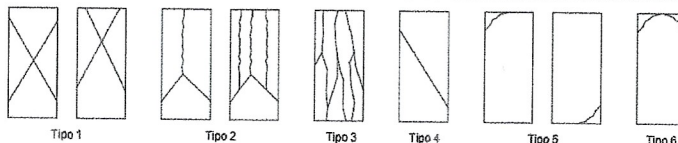
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA) (Kg/cm²)	24.5	25.1	25.9	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 4	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 11:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G9

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 11:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 28

Humedad relativa: 42%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	M.E.	2023-E 07	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	13/04/2023
Especimen N°2:	M.E.	2023-E 08	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	13/04/2023
Especimen N°3:	M.E.	2023-E 09	Cemento Yura Tipo IP + Master Ease 3900 (0.65%)	13/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	16/03/2023	16/03/2023	16/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	13/04/2023	13/04/2023	13/04/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D _{prom}) (mm):	101.64	100.74	101.30	-	-	-
Altura (H _{prom}) (mm):	205.18	205.11	204.76	-	-	-
Área del especimen (mm²):	8113.70	7970.65	8058.72	-	-	-
Carga Máxima (kN):	227.4	235.6	227.7	-	-	-

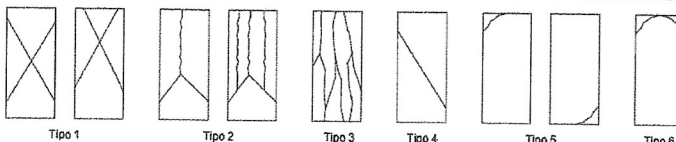
Ing. Ulihov Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	28.0	29.6	28.3	-	-	-
(Kg/cm²)	285.8	301.4	288.1	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 5	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 11:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G10

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 28

Humedad relativa: 42%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	MG	2023-E 01	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	07/04/2023
Especimen N°2:	MG	2023-E 02	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	07/04/2023
Especimen N°3:	MG	2023-E 03	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	07/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	31/03/2023	31/03/2023	31/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	07/04/2023	07/04/2023	07/04/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	107.48	108.76	107.34	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	201.91	203.43	203.16	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	9072.88	9290.27	9048.42	-	-	-
Carga Máxima (kN):	204	209	193.5	-	-	-

Ing. Uliano Farfan Kehuarucha
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

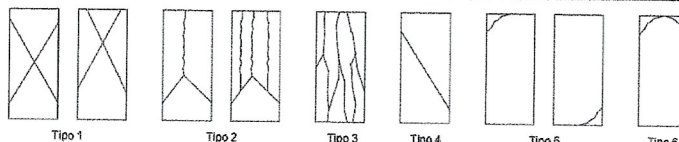
Resistencia a la Compresión (F'c) (MPa)	22.5	22.5	21.4	-	-	-
(Kg/cm ²)	229.3	229.4	218.1	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 4	Tipo 5	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.

(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio Cesar Carrion Gutierrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que corresponden.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1
Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G11

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo Andréé Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 29

Humedad relativa: 45%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de espécimen de Lab.	Descripción de espécimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	MG	2023-E 04	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	14/04/2023
Especimen N°2:	MG	2023-E 05	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	14/04/2023
Especimen N°3:	MG	2023-E 06	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	14/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código espécimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	31/03/2023	31/03/2023	31/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	14/04/2023	14/04/2023	14/04/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	107.20	108.28	108.76	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	202.64	203.17	202.29	-	-	-
Área del espécimen (mm²):	9024.83	9208.45	9290.27	-	-	-
Carga Máxima (kN):	262.6	255.8	267.4	-	-	-

Ing. Ulises Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

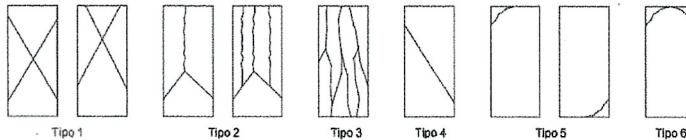
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	29.1	27.8	28.8	-	-	-
(Kg/cm²)	296.7	283.3	293.5	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 5	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
Ing. Julio César Carrion Gutierrez
ING. CIVIL, CIP-235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G12

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 29

Humedad relativa: 45%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	MG	2023-E 07	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	28/04/2023
Especimen N°2:	MG	2023-E 08	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	28/04/2023
Especimen N°3:	MG	2023-E 09	Cemento Yura Tipo IP + Masterglenium SCC 3800 (1.15%)	28/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	31/03/2023	31/03/2023	31/03/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	28/04/2023	28/04/2023	28/04/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	107.23	108.65	108.74	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	201.56	201.57	201.71	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	9029.88	9271.49	9286.85	-	-	-
Carga Máxima (kN):	319.6	322	310.9	-	-	-

Ing. Uliyanov Falfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

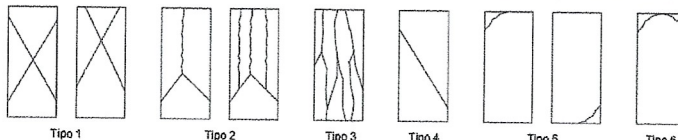
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	35.4	34.7	33.5	-	-	-
(Kg/cm ²)	360.9	354.1	341.4	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 4	Tipo 5	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G16

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 27.5

Humedad relativa: 48%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.MG	2023-E 01	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	19/04/2023
Especimen N°2:	HE.MG	2023-E 02	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	19/04/2023
Especimen N°3:	HE.MG	2023-E 03	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	19/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	12/04/2023	12/04/2023	12/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	19/04/2023	19/04/2023	19/04/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	108.26	108.51	107.21	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	202.27	203.88	201.54	-	-	-
Área del especimen (mm²):	9205.05	9247.61	9026.51	-	-	-
Carga Máxima (kN):	379.2	401.4	375.4	-	-	-

Ing. Ulivan Faján Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

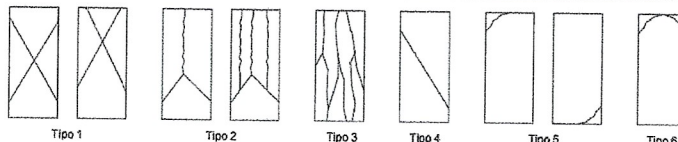
Resistencia a la (MPa)	41.2	43.4	41.6	-	-	-
Compresión (F'c) (Kg/cm²)	420.1	442.6	424.1	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.

(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G17

DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 28.3

Humedad relativa: 50%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.MG	2023-E 04	Cemento Yura tipo HE + Masterglennium SCC 3800 (1.40%)	26/04/2023
Especimen N°2:	HE.MG	2023-E 05	Cemento Yura tipo HE + Masterglennium SCC 3800 (1.40%)	26/04/2023
Especimen N°3:	HE.MG	2023-E 06	Cemento Yura tipo HE + Masterglennium SCC 3800 (1.40%)	26/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	12/04/2023	12/04/2023	12/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	26/04/2023	26/04/2023	26/04/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	109.10	106.77	108.87	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	203.19	202.86	202.57	-	-	-
Área del especimen (mm ²):	9348.45	8952.57	9309.07	-	-	-
Carga Máxima (kN):	417.4	408.1	436.6	-	-	-

Ing. Uliarow Farfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

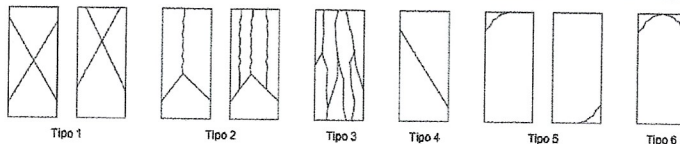
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la (MPA)	44.6	45.6	46.9	-	-	-
Compresión (F'c) (Kg/cm ²)	455.3	464.8	478.3	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservándonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G18

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 27.3

Humedad relativa: 48%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.MG	2023-E 07	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	10/05/2023
Especimen N°2:	HE.MG	2023-E 08	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	10/05/2023
Especimen N°3:	HE.MG	2023-E 09	Cemento Yura tipo HE + Masterglenium SCC 3800 (1.40%)	10/05/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	12/04/2023	12/04/2023	12/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	10/05/2023	10/05/2023	10/05/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	108.63	108.40	108.51	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	202.34	203.04	202.57	-	-	-
Área del especimen (mm²):	9268.07	9228.02	9246.76	-	-	-
Carga Máxima (kN):	482	494.8	491.7	-	-	-

Ing. Ulivanov Barfán Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

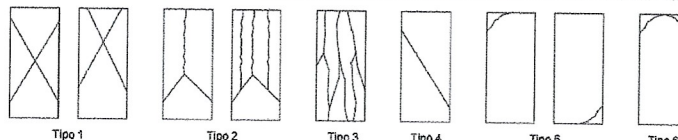
Resistencia a la (MPA)	52.0	53.6	53.2	-	-	-
Compresión (F'c) (Kg/cm²)	530.3	546.8	542.2	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 4	Tipo 3	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.

(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G13

DIRECCION DE Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 28
Humedad relativa: 48%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.M	2023-E 01	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	11/04/2023
Especimen N°2:	HE.M	2023-E 02	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	11/04/2023
Especimen N°3:	HE.M	2023-E 03	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	11/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 01	2023-E 02	2023-E 03	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	04/04/2023	04/04/2023	04/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	11/04/2023	11/04/2023	11/04/2023	-	-	-
Edad (días):	7	7	7	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	108.56	108.01	100.67	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	202.13	203.19	202.90	-	-	-
Área del especimen (mm²):	9256.13	9162.58	7958.79	-	-	-
Carga Máxima (kN):	310	305.2	313.9	-	-	-

Ing. Ulivanov Farrán Kehuarucha
INGENIERO CIVIL
C.P. 81811

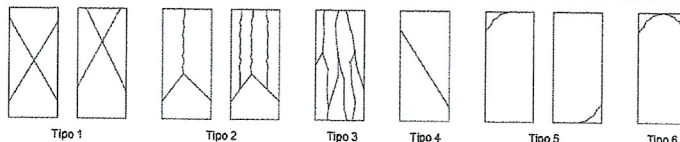
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la (MPA)	33.5	33.3	39.4	-	-	-
Compresión (F'c) (Kg/cm²)	341.5	339.7	402.2	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 5	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

IngeServicios
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Ing. Julio César Carrión Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1

Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G14

DIRECCION DE Av. Colpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de
LABORATORIO : Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN : Laboratorio de Ingeservicios S.A.C

FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM

Dirección de carga: Carga Paralela

Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: 27.5

Humedad relativa: 47%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.M	2023-E 04	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	18/04/2023
Especimen N°2:	HE.M	2023-E 05	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	18/04/2023
Especimen N°3:	HE.M	2023-E 06	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	18/04/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECIMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 04	2023-E 05	2023-E 06	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	04/04/2023	04/04/2023	04/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	18/04/2023	18/04/2023	18/04/2023	-	-	-
Edad (días):	14	14	14	-	-	-
Diámetro (D _{prom.}) (mm):	101.43	108.39	106.92	-	-	-
Altura (H _{prom.}) (mm):	203.50	202.40	202.10	-	-	-
Área del especimen (mm²):	8080.21	9227.17	8977.74	-	-	-
Carga Máxima (kN):	430	476.9	456.8	-	-	-

Ing. **Ulivanov Farfán Kehuarucho**
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

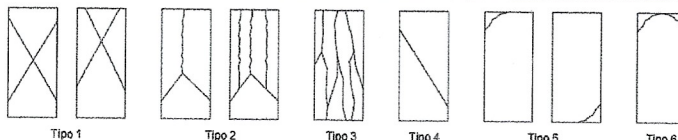
REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la (MPA)	53.2	51.7	50.9	-	-	-
Compresión (F'c) (Kg/cm²)	542.7	527.0	518.8	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 3	Tipo 4	-	-	-

Revisado y autorizado por:

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo están relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.

INFORME DE ENSAYO

Página: 1 de 1
Aprobado por: GT

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034:2021

INFORME N°: LSCP - 23 - G15 **DIRECCION DE LABORATORIO:** Av. Collpa N° 8, sector Pago Olanique Distrito de Gregorio Albarracín - Tacna

PROYECTO (*): Tesis: Análisis comparativo de costos directos y resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto autocompactable en el distrito de Tacna.

SOLICITANTE (*): Bach. Merly Giuliana Jiménez Salinas
Bach. Gustavo André Polo Luque

DIRECCIÓN (*): -

UBICACIÓN (*): Tacna - Tacna - Tacna

MUESTRA (*): Especímenes de concreto f'c: 280 kg/cm²

ENSAYADO EN: Laboratorio de Ingeservicios S.A.C **FECHA DE EMISIÓN DE INFORME:** 15 de Mayo de 2023

Hora inicio de ensayo: 9:30 AM
Dirección de carga: Carga Paralela
Ensayo realizado: TEC.ING-02

Condiciones ambientales
Temperatura ambiente: 28.6
Humedad relativa: 50%

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

	Código de cliente (*)	Código de especimen de Lab.	Descripción de especimen	Fecha de Recepción (**)
Especimen N°1:	HE.M	2023-E 07	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	02/05/2023
Especimen N°2:	HE.M	2023-E 08	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	02/05/2023
Especimen N°3:	HE.M	2023-E 09	Cemento Yura tipo HE + Master Ease 3900 (1.10%)	02/05/2023
Especimen N°4:	-	-	-	-
Especimen N°5:	-	-	-	-
Especimen N°6:	-	-	-	-

ESPECÍMENES N°

	1	2	3	4	5	6
Código especimen:	2023-E 07	2023-E 08	2023-E 09	-	-	-
Fecha de vaciado (*):	04/04/2023	04/04/2023	04/04/2023	-	-	-
Fecha de rotura (*):	02/05/2023	02/05/2023	02/05/2023	-	-	-
Edad (días):	28	28	28	-	-	-
Diámetro (D_{prom.}) (mm):	101.43	108.89	106.92	-	-	-
Altura (H_{prom.}) (mm):	203.50	202.40	202.10	-	-	-
Área del especimen (mm²):	8080.21	9312.49	8977.74	-	-	-
Carga Máxima (kN):	475.2	510	502.0	-	-	-

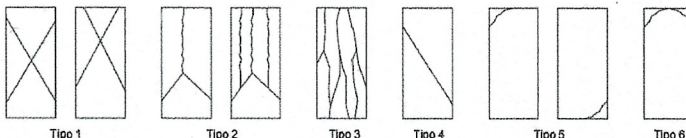
Ing. Ulanov Farfan Kehuarucho
INGENIERO CIVIL
CIP 81811

REPORTE DE RESULTADOS

Resistencia a la Compresión (F'c) (MPA)	58.8	54.8	55.9	-	-	-
(Kg/cm²)	599.7	558.4	570.2	-	-	-
Tipo de Fractura:	Tipo 5	Tipo 3	Tipo 4	-	-	-

Consideraciones

(*) Datos brindados por el cliente.
(**) Fecha en la que las muestras se internaron en el Laboratorio.



Patrones de Fractura

Revisado y autorizado por:

Ing. Julio César Carrón Gutiérrez
ING. CIVIL CIP: 235012
JEFE Y ESPECIALISTA DE CALIDAD

Observación:

- Las muestras fueron proporcionadas y puestas en laboratorio por el cliente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas
- Las muestras fueron recibidas en el laboratorio 9:00 Hrs
- Las muestras se ensayaron utilizando almohadillas de Neopreno como material de obturación.

- FIN DE INFORME -

- Esta prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de Ingeservicios S.A.C.
- El laboratorio no se hace responsable de la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
- Los resultados del informe de ensayo solo estan relacionados a la muestra ensayada, no debe de ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- Cualquier modificación, cambio y/o alteración presente invalida el documento, reservandonos el derecho de las acciones legales que correspondan.