

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Análisis comparativo de las ventajas económicas y técnicas del curado con aditivo y curado tradicional para concretos  $F'C=175$  KG/CM<sup>2</sup>, Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho - 2022**

Gamadiel Richard Mendez Apaico

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

## INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

**A** : Dr. Ing. Felipe Néstor Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Dra. Zadith Nancy Garrido Campaña  
Asesor de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 24 de Julio de 2023

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F’C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022”, perteneciente al/la/los/las estudiante(s) GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
  
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores SI  NO   
(Nº de palabras excluidas: 12 )
  
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Asesor de tesis

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD**

Yo, GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 72361253, de la E.A.P. de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS  $F'C=175$  KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022”, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

24 de Julio de 2023.



---

GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

DNI. No. 72361253

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>19%</b>	<b>19%</b>	<b>2%</b>	<b>%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>doku.pub</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.continental.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.upt.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.uns.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.urp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>qdoc.tips</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>

9	<a href="http://idoc.pub">idoc.pub</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
11	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1 %
12	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
13	<a href="http://repositorio.unj.edu.pe">repositorio.unj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://repositorio.utelesup.edu.pe">repositorio.utelesup.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://www.mincetur.gob.pe">www.mincetur.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

21	<a href="http://repositorio.ujcm.edu.pe">repositorio.ujcm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://conconcreto.com">conconcreto.com</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://www.dspace.unitru.edu.pe">www.dspace.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="http://repositorio.upla.edu.pe">repositorio.upla.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://baixardoc.com">baixardoc.com</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://inba.info">inba.info</a> Fuente de Internet	<1 %
31	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

33	<a href="http://repositorio.une.edu.pe">repositorio.une.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://tesis.unap.edu.pe">tesis.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://repositorio.uct.edu.pe">repositorio.uct.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="http://repositorio.ucp.edu.pe">repositorio.ucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
41	<a href="http://repositorio.unach.edu.pe">repositorio.unach.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.dspace.uce.edu.ec">www.dspace.uce.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://www.ptolomeo.unam.mx:8080">www.ptolomeo.unam.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %



45	"Proceedings of the 4th Brazilian Technology Symposium (BTSym'18)", Springer Science and Business Media LLC, 2019 Publicación	<1 %
46	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
47	vitela.javerianacali.edu.co Fuente de Internet	<1 %
48	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
49	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.icte.ejercito.mil.pe Fuente de Internet	<1 %
53	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
54	repositorio.unal.edu.co Fuente de Internet	<1 %
55	repositorio.uptc.edu.co Fuente de Internet	<1 %

56	<a href="http://kupdf.net">kupdf.net</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://repositorio.ulasamericas.edu.pe">repositorio.ulasamericas.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
58	JLA AMBIENTAL E.I.R.L. "Plan de Cierre del Proyecto de Explotación Minera Cantera Negro Africano-IGA0007113", R.D. N° 268-2015-PRODUCE/DVMYPE-I/DIGGAM, 2020 Publicación	<1 %
59	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
60	Luis Daniel Zambrano Navarrete, Ronnie Jefferson Alava Santos, Wilter Enrique Ruíz Párraga, Edgar Antonio Menéndez Menéndez. "Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón", Gaceta Técnica, 2022 Publicación	<1 %
61	<a href="http://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
62	Alonso Chicoma, Rosa Quiroz, Sócrates Muñoz, Luigi Villena. "Influence of the Physical and Mechanical Properties of Concrete by Adding Rubber Powder and Silica Fume", Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering, 2023 Publicación	<1 %

63

Excluir citas      Activo

Excluir coincidencias < 12 words

Excluir bibliografía      Activo

## **AGRADECIMIENTO**

A todos los profesionales, ingenieros y personas de la empresa donde se desarrolló la presente investigación, por sus consejos y orientaciones que se plasman en el presente informe.

A los docentes de la Universidad que forjaron en mí los conocimientos y habilidades humanas que han fortalecido mis capacidades en la ingeniería.

A la Universidad Continental, por el apoyo permanente en nuestra formación como profesionales.

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud, a la memoria de mi padre Eulogio que desde el cielo me sigue cuidando, a mi madre Aideé por su compañía en los buenos y malos tiempos, a mi familia que siempre me alientan a salir adelante.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO .....	xi
DEDICATORIA .....	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	xiii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
RESUMEN .....	xx
ABSTRACT.....	xxi
INTRODUCCIÓN .....	xxii
CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación, importancia .....	4
1.4.1. Justificación de la investigación .....	4
1.4.1.1. Justificación teórica .....	4
1.4.1.2. Justificación técnica .....	4
1.4.1.3. Justificación metodológica.....	4
1.4.2. Importancia .....	4
1.5. Delimitación y limitación de la investigación.....	5
1.5.1. Delimitación de la investigación.....	5
1.5.1.1. Delimitación geográfica.....	5
1.5.1.2. Delimitación temporal.....	5
1.5.1.3. Delimitación económica .....	5
1.5.2. Limitaciones de la investigación.....	5
1.5.2.1. Limitaciones económicas.....	5
1.5.2.2. Limitaciones técnicas.....	5
1.6. Hipótesis .....	5
1.6.1. Hipótesis General.....	5
1.6.2. Hipótesis Específica.....	5
1.7. Variables .....	6
1.7.1. Variable Independiente .....	6

1.7.2.	Variable Dependiente.....	6
1.7.3.	Operacionalización de las variables.....	6
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....		8
2.1.	Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1.	Antecedentes Internacionales.....	8
2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	10
2.1.3.	Antecedentes Locales.....	14
2.2.	Bases teóricas.....	14
2.2.1.	El concreto .....	14
2.2.2.	Clasificación de concretos .....	14
2.2.2.1.	Por su consistencia.....	15
2.2.2.2.	Por su aplicación.....	15
2.2.2.3.	Por su peso específico.....	16
2.2.2.4.	Por su resistencia a la comprensión .....	16
2.2.2.5.	Por su lugar de elaboración.....	17
2.2.3.	Propiedades del concreto .....	17
2.2.3.1.	Propiedades en estado fresco .....	17
2.2.3.2.	Propiedades en estado endurecido .....	22
2.2.4.	Materiales/ Componentes del concreto.....	27
2.2.4.1.	Cemento Portland.....	27
2.2.4.2.	Agua.....	33
2.2.4.3.	Agregados .....	35
2.2.4.4.	Aditivos.....	43
2.2.5.	Curado.....	44
2.2.5.1.	Factores para realizar un buen curado.....	45
2.2.5.2.	Clasificación de los métodos de curado.....	45
2.2.6.	Clima en la ciudad de Ayacucho.....	49
2.2.7.	Diseño de mezclas de concreto .....	53
2.2.7.1.	Método comité ACI 211 .....	53
2.2.7.2.	Método Walker .....	60
2.2.7.3.	Método Módulo de Finura .....	62
2.2.8.	Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP) .....	64
2.3.	Definición de términos básicos.....	64
CAPÍTULO III METODOLOGÍA .....		68
3.1.	Método, tipo de diseño y alcance de la investigación.....	68
3.1.1.	Método de la investigación .....	68
3.1.2.	Tipo de diseño de investigación.....	68

3.1.3.	Alcance de la investigación.....	68
3.2.	Materiales y métodos .....	68
3.2.1.	Materiales.....	68
3.2.1.1.	Ubicación de la investigación .....	69
3.2.1.2.	Población.....	69
3.2.1.3.	Muestra .....	69
3.2.1.4.	Equipos y materiales .....	69
3.2.1.5.	Recursos computacionales .....	70
3.2.2.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
3.2.3.	Procedimiento .....	71
3.2.3.1.	Adquisición de materiales.....	72
3.2.3.2.	Muestreo de materiales .....	72
3.2.3.3.	Peso unitario suelto seco .....	72
3.2.3.4.	Peso unitario compactado seco .....	72
3.2.3.5.	Peso específico.....	73
3.2.3.6.	Absorción.....	75
3.2.3.7.	Granulometría .....	75
3.2.3.8.	Contenido de humedad.....	76
3.2.3.9.	Diseño de mezcla de concreto.....	76
3.2.3.10.	Corrección por Asentamiento del concreto (Slump).....	76
3.2.3.11.	Elaboración de testigos de concreto.....	77
3.2.3.12.	Métodos de curados .....	77
3.2.3.13.	Resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos.....	78
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES .....		80
4.1.	Presentación de resultados .....	80
4.1.1.	Resultado de las características materiales del agregado.....	80
4.1.1.1.	Agregado fino – Arena gruesa .....	80
4.1.1.2.	Agregado Grueso – Piedra Chancada .....	81
4.1.1.3.	Agua de mezcla.....	82
4.1.1.4.	Cemento .....	82
4.1.2.	Diseño de mezcla .....	82
4.1.3.	Resultado de resistencia a la compresión de 7, 14, 21, 28 días.....	83
4.1.4.	Características de los aditivos curadores .....	89
4.1.5.	Resultados de análisis de costos unitarios de los diferentes métodos de curado .....	89
4.2.	Discusión de resultados .....	92
4.2.1.	Análisis de los materiales empleados para la elaboración de concreto.....	92
4.2.2.	Análisis comparativo por lote de los ensayos. ....	93



4.2.3.	Análisis comparativo del promedio de la resistencia a compresión.....	109
4.2.4.	Análisis de costos.....	114
4.2.5.	Análisis de los métodos del diseño de mezcla de concreto.....	116
4.2.6.	Verificación de hipótesis.....	116
4.2.6.1.	Verificación de hipótesis general.....	116
4.2.6.2.	Verificación de hipótesis específica.....	116
CONCLUSIONES .....		118
RECOMENDACIONES.....		119
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		120
ANEXOS .....		124
Anexo 1. Matriz de consistencia.....		125
Anexo 2. Diseño de mezcla de concreto.....		126
Anexo 3. Rotura de testigos de concreto.....		154
Anexo 4. Hoja técnica de cemento y aditivos.....		170
Anexo 5. Cronograma de elaboración de testigos.....		176
Anexo 6. Panel fotográfico .....		178

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables.....	7
Tabla 2. Clasificación del concreto por consistencia.....	15
Tabla 3. Clasificación del concreto por peso específico según autor.....	16
Tabla 4. Tipos de consistencia según su asentamiento.....	18
Tabla 5. Contenido de aire en mezclas de concreto.....	21
Tabla 6. Clasificación del concreto según la masa unitaria.....	26
Tabla 7. Requisitos de concretos con sulfatos.....	27
Tabla 8. Composición para el cemento portland.....	28
Tabla 9. Compuesto principal del cemento.....	29
Tabla 10. Valores típicos de los compuestos en cemento portland.....	29
Tabla 11. Fábricas de cemento en el Perú.....	33
Tabla 12. Requisitos de calidad.....	34
Tabla 13. Clasificación general de los agregados según su tamaño.....	36
Tabla 14. Clasificación de los agregados por densidad.....	37
Tabla 15. Límites de granulometría del agregado fino.....	39
Tabla 16. Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso.....	40
Tabla 17. Clasificación de las partículas según su forma.....	41
Tabla 18. Clasificación de la textura superficial - agregados.....	42
Tabla 19. Clasificación de los aditivos para concreto.....	44
Tabla 20. Clasificación de los métodos de curado.....	45
Tabla 21. Tiempo transcurrido para el curado.....	48
Tabla 22. Datos meteorológicos de la estación Wayllapampa del mes de marzo 2022.....	50
Tabla 23. Datos meteorológicos de la estación Wayllapampa del mes de abril 2022.....	52
Tabla 24. Información necesaria previo al diseño de mezcla.....	54
Tabla 25. Resistencia promedio a la compresión.....	55
Tabla 26. Asentamientos recomendados.....	55
Tabla 27. Asentamiento / Consistencia.....	55
Tabla 28. Volumen unitario de agua.....	56
Tabla 29. Contenido de aire atrapado.....	57
Tabla 30. Contenido de aire incorporado total.....	57
Tabla 31. Relación a/c por resistencia a la compresión.....	58
Tabla 32. Peso del agregado grueso - volumen de concreto.....	59
Tabla 33. Resistencia promedio a la compresión – Método Walker.....	60
Tabla 34. Volumen Unitario de Agua – Método Walker.....	61
Tabla 35. Porcentaje del Agregado Fino – Método Walker.....	62

Tabla 36. Módulo de fineza de la combinación de los agregados .....	63
Tabla 37. Cantidad de probetas realizadas.....	69
Tabla 38. Normas NTP empleadas .....	70
Tabla 39. Característica del agregado fino.....	80
Tabla 40. Característica del agregado grueso .....	81
Tabla 41. Características del cemento.....	82
Tabla 42. Diseño de mezcla - método del ACI.....	83
Tabla 43. Datos obtenidos - resistencia a compresión 7 días.....	83
Tabla 44. Datos obtenidos - resistencia a compresión 14 días.....	85
Tabla 45. Datos obtenidos - resistencia a compresión 21 días.....	86
Tabla 46. Datos obtenidos - resistencia a compresión 28 días.....	88
Tabla 47. Características de los aditivos curadores empleados .....	89
Tabla 48. Análisis de C.U del curado tradicional por inmersión .....	90
Tabla 49. Análisis de C.U del curado tradicional por dispersión discontinua .....	90
Tabla 50. Análisis de C.U del curado con aditivo Sika Antisol S .....	91
Tabla 51. Análisis de C.U del curado con aditivo Membranil Reforzado Chema.....	92
Tabla 52. Comparación de resultados Lote 01.....	93
Tabla 53. Comparación de resultados Lote 02.....	94
Tabla 54. Comparación de resultados Lote 03.....	95
Tabla 55. Comparación de resultados Lote 04.....	96
Tabla 56. Comparación de resultados Lote 05.....	97
Tabla 57. Comparación de resultados Lote 06.....	98
Tabla 58. Comparación de resultados Lote 07.....	99
Tabla 59. Comparación de resultados Lote 08.....	100
Tabla 60. Comparación de resultados Lote 09.....	101
Tabla 61. Comparación de resultados Lote 10.....	102
Tabla 62. Comparación de resultados Lote 11.....	103
Tabla 63. Comparación de resultados Lote 12.....	104
Tabla 64. Comparación de resultados Lote 13.....	105
Tabla 65. Comparación de resultados Lote 14.....	106
Tabla 66. Comparación de resultados Lote 15.....	107
Tabla 67. Comparación de resultados Lote 16.....	108
Tabla 68. Comparación de resultados promedios de resistencia a compresión .....	109
Tabla 69. Análisis económico total por métodos aplicados.....	114
Tabla 70. Dosificación - métodos de diseño de mezcla .....	116

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de cemento en el Perú.....	1
Figura 2. Esquema resistencia en relación a su edad. ....	2
Figura 3. Resistencia a compresión en función de la relación a/c. ....	23
Figura 4. Curva de resistencia a la compresión - tiempo. ....	25
Figura 5. Temperaturas del mes de marzo 2022 .....	51
Figura 6. Precipitaciones del mes de marzo 2022.....	51
Figura 7. Temperaturas del mes de abril 2022.....	53
Figura 8. Precipitaciones del mes de abril 2022 .....	53
Figura 9. Procedimiento empleado para la presente investigación.....	71
Figura 10. Curva granulométrica de agregado fino .....	81
Figura 11. Curva granulométrica de agregado grueso .....	82
Figura 12. Resistencia a compresión Lote 01 .....	93
Figura 13. Resistencia a compresión Lote 02 .....	94
Figura 14. Resistencia a compresión Lote 03 .....	95
Figura 15. Resistencia a compresión Lote 04 .....	96
Figura 16. Resistencia a compresión Lote 05 .....	97
Figura 17. Resistencia a compresión Lote 06 .....	98
Figura 18. Resistencia a compresión Lote 07 .....	99
Figura 19. Resistencia a compresión Lote 08 .....	100
Figura 20. Resistencia a compresión Lote 09 .....	101
Figura 21. Resistencia a compresión Lote 10 .....	102
Figura 22. Resistencia a compresión Lote 11 .....	103
Figura 23. Resistencia a compresión Lote 12 .....	104
Figura 24. Resistencia a compresión Lote 13 .....	105
Figura 25. Resistencia a compresión Lote 14 .....	106
Figura 26. Resistencia a compresión Lote 15 .....	107
Figura 27. Resistencia a compresión Lote 16 .....	108
Figura 28. Resistencia promedio de curado por inmersión.....	109
Figura 29. Resistencia promedio de curado por dispersión discontinua.....	110
Figura 30. Resistencia promedio de testigos sin curar.....	110
Figura 31. Resistencia promedio de curado con aditivo Sika Antisol S.....	111
Figura 32. Resistencia promedio de curado con aditivo Membranil Reforzado Chema.....	111
Figura 33. Comparación de resistencia promedio vs edad del concreto.....	112
Figura 34. Comparación de resistencias promedios a compresión .....	113
Figura 35. Comparación de costos totales por método de curado.....	115

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo generar un comparativo de las diferentes ventajas económicas y técnicas que ofrecen los métodos de curado tradicionales (inmersión y discontinua) con el curado con aditivo (Membranil Reforzado Chema y Sika Antisol S), determinando cuál de ellos es mejor para la fabricación de concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , empleando agregados provenientes de la Cantera Chillico siendo esta una de las más empleadas en la Región de Ayacucho.

Para la investigación se realizó ensayos de laboratorio con el propósito de determinar la calidad del agregado, se efectuó un análisis granulométrico, se elaboró el diseño de mezcla de concreto por los métodos Comité ACI 211, Agregado Global, Modulo de Finura y Walker, de ello se seleccionó el método Comité ACI 211; se realizó la rotura a compresión de testigos de forma cilíndrica a la edad de 7, 14, 21 y 28 días a un total de 80 testigos distribuidos de la siguiente manera, 16 sin curado alguno, 16 curados con método tradicional continua o inmersión, 16 con método tradicional aplicando agua de manera discontinua, 16 curados con aditivo Chema y 16 con Sika Antisol S.

Se llegó a la conclusión que el curado tradicional obtiene mayores ventajas económicas y técnicas en comparación al curado con aditivo; cabe señalar que según los resultados obtenidos ambos métodos superan la resistencia a la compresión del diseño de concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$ , de esta manera el curado tradicional por inmersión obtuvo  $313.62 \text{ kg/cm}^2$  siendo la mayor resistencia a compresión obtenida.

**Palabras Clave:** inmersión, resistencia a la compresión, curado tradicional y con aditivo.

## ABSTRACT

The objective of this research is to generate a comparative of the different economic and technical advantages offered by the traditional curing methods (immersion and discontinuous) with the curing with additive (Membranil Reforzado Chema and Sika Antisol S), determining which of them is better for the manufacture of concrete  $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ , using aggregates from the Chillico Quarry, one of the most used in the Ayacucho Region.

For the investigation, laboratory tests were carried out in order to determine the quality of the aggregate, a granulometric analysis was made, the concrete mix design was elaborated by the ACI 211 Committee, Global Aggregate, Fineness Modulus and Walker methods, from which the ACI 211 Committee method was selected; the compression fracture of cylindrical samples was performed at the age of 7, 14, 21 and 28 days to a total of 80 samples distributed as follows: 16 without any curing, 16 cured with traditional continuous or immersion method, 16 with traditional method applying water discontinuously, 16 cured with Chema admixture and 16 with Sika Antisol S.

It was concluded that the traditional curing obtained greater economic and technical advantages compared to the curing with admixture; it should be noted that according to the results obtained, both methods exceed the compressive strength of the concrete design of  $175 \text{ kg/cm}^2$ , in this way the traditional curing by immersion obtained  $313.62 \text{ kg/cm}^2$  being the highest compressive strength obtained.

**Keywords:** immersion, compressive strength, traditional curing and with additive.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la región de Ayacucho, la mayoría de las obras ejecutadas son realizadas con agregados de la cantera Chillico, siendo esta una de las principales proveedoras de la ciudad de Huamanga. Se puede observar que en la mayoría de las construcciones donde intervienen estos agregados no presentan ensayos que garanticen la calidad de estos, quedando en la incertidumbre de saber si contienen los requisitos mínimos para agregados. Otro aspecto que se observa en estas construcciones es relacionado con el tema del curado, al cual no se le da mucha importancia a pesar de ser uno de los factores primordiales que intervienen en la calidad y los resultados finales del concreto, debido al desconocimiento o falta de algún profesional relacionado con el tema.

El presente trabajo de investigación presenta un total de 5 capítulos, comenzado por el Capítulo I. Planteamiento del estudio donde se realizó la descripción del problema, los objetivos, hipótesis, justificación y definición de las variables en estudio, para el Capítulo II. Marco teórico se expone los elementos teóricos, al igual que se explica los conceptos básicos en que se apoya la investigación, el Capítulo III. Metodología explica cómo se realizó el estudio, las muestras y los métodos utilizados para recopilar, procesar y analizar los datos, el Capítulo IV. Resultados y discusiones presenta el análisis de los resultados obtenidos, comparando los diferentes métodos de curados empleados, por último, el Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones presentan en forma clara y concisa los objetivos logrados y el análisis de los resultados, de igual manera se aporta una serie de recomendaciones con referencia a los métodos de curado.

El curado consiste en mantener la humedad óptima del concreto durante varios días después de la colocación, permitiendo que el cemento y agua reaccionen químicamente y adquieran conjuntamente con los agregados las propiedades requeridas, manteniendo su temperatura y humedad (Rondón, 2018).

Según Fernández (2010), uno de los factores clave de la ejecución de estructuras de concreto es el curado, que tiene por objeto brindar al concreto las condiciones adecuadas de humedad y temperatura para el desarrollo de sus propiedades de diseño, acordes con su composición y características (p. 18).

De la revisión de la bibliografía podemos concluir el tiempo estimado de curado el cual asciende a 7 días, siendo este tiempo donde el concreto adquiere un mayor porcentaje de su resistencia, se recomienda curar 28 días con el fin de superar la resistencia a compresión de diseño.

Al día de hoy existen diferentes métodos para este proceso, en la presente investigación se brindará información acerca del curado con aditivo y curado tradicional, siendo los métodos

más conocidos y empleados, para lo cual se realizaron diferentes estudios previos como: granulometría de los agregados provenientes de cantera, cálculos de peso unitario y específico, humedad, absorción, diseño de mezcla, determinación de asentamiento, elaboración y rotura de testigos cilíndricos y análisis de costos unitarios todo ello con el fin de determinar los beneficios que presentan cada método de curado.

Para el curado tradicional se procedió de dos maneras, la primera por inmersión, se sumergió en un pozo los testigos para que estos se encuentren saturados las 24 horas al día, la segunda manera se empleó por dispersión aplicando el agua sobre la superficie de los testigos de manera discontinua o intervalos de tiempo “[...] teniendo en cuenta la regla empírica que, si el agua es apta para consumo humano es apta para el concreto” (Villegas y Corrales, 2012, p. 9).

Para el curado con aditivo se aplicó con dos marcas Membranil Reforzado Chema y Sika Antisol S, los cuales funcionan de manera similar, tienen el objetivo de evitar la evaporación del agua producto de la elaboración del concreto, estos se aplicaron sobre la superficie de los testigos un total de dos capas por aditivo.

Por último, se realizaron testigos los cuales no se les aplicó ningún método de curado, con el fin de determinar la relevancia del clima de la ciudad de Ayacucho entre los meses de marzo y abril como factor en la obtención de resistencia a compresión del concreto; luego todos los testigos fueron llevados a laboratorio para su rotura a los 7, 14, 21 y 28 días.

De acuerdo a los resultados se indica que al no emplear ningún método de curado expuestos solo al clima de la región de Ayacucho alcanza la resistencia de diseño requerido pero no cumple con el factor de seguridad o resistencia promedio que debe incluir cualquier diseño de mezcla, en el caso del método de curado tradicional por inmersión, supera la resistencia de diseño, obteniendo los mejores resultados en comparación con los otros métodos aplicados; para curado por dispersión discontinua con agua supera la resistencia de diseño requerida, con respecto a los curados con aditivos se observa que superan la resistencia requerida, dando a conocer que la variación es mínima entre las dos marcas de aditivo.

Se concluye que la hipótesis planteada es falsa, siendo el más ventajoso técnicamente y económicamente el curado tradicional ya sea por inmersión o dispersión discontinua al curado con aditivo, sustentada por los resultados de los diferentes ensayos y un análisis de costos de los procesos de curado.



# CAPÍTULO I

## PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

### 1.1. Planteamiento del problema

Durante el presente siglo, se ha incrementado el consumo del concreto por esa razón que se ha convertido en uno de los materiales más empleados en el campo de la construcción a nivel mundial. Todo gracias a las propiedades y cualidades que posee el concreto como la facilidad de moldearse, los diferentes usos tanto estructurales como no estructurales y en lo económico; con el adecuado proceso y los controles respectivos de calidad, los resultados finales hacen posible la competencia del concreto con construcciones de piedras, maderas y aceros, siendo en la gran mayoría una mejor alternativa que las anteriores (Sánchez, 2001).

En ciudad de Huamanga se puede apreciar el incremento demoFigura y económico, es por esta razón que se observa un incremento en las construcciones de obras de viviendas, hospitales, escuelas, pavimentos, centros comerciales, los cuales son esencialmente elaborados con concretos empleando agregados provenientes en su mayoría de la cantera Chillico originado por el Rio Cachi.

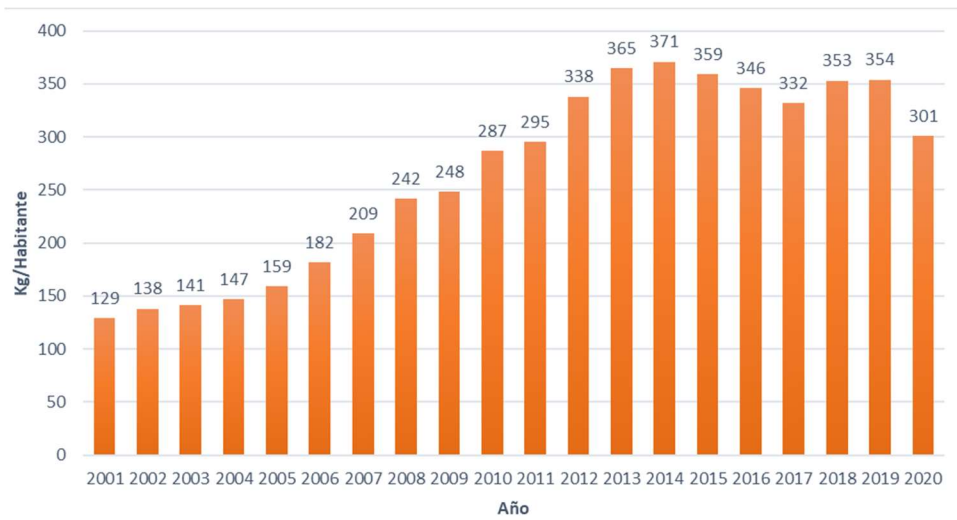


Figura 1. Consumo de cemento en el Perú.

Fuente: INEI

Para Abanto (2009 p. 11), “el concreto es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aire y agua en proporciones adecuadas para obtener ciertas propiedades prefijadas, especialmente la resistencia”. En ciertas ocasiones se agrega algún aditivo con el fin de modificar alguna propiedad del concreto.

Existen diferentes motivos que afectan al concreto, como el clima, el diseño de mezcla, la calidad de los agregados, la manera de colocar el concreto, la relación de a/c, la temperatura y el curado; todo lo anterior interviene en los resultados finales (Ortiz, 2020).

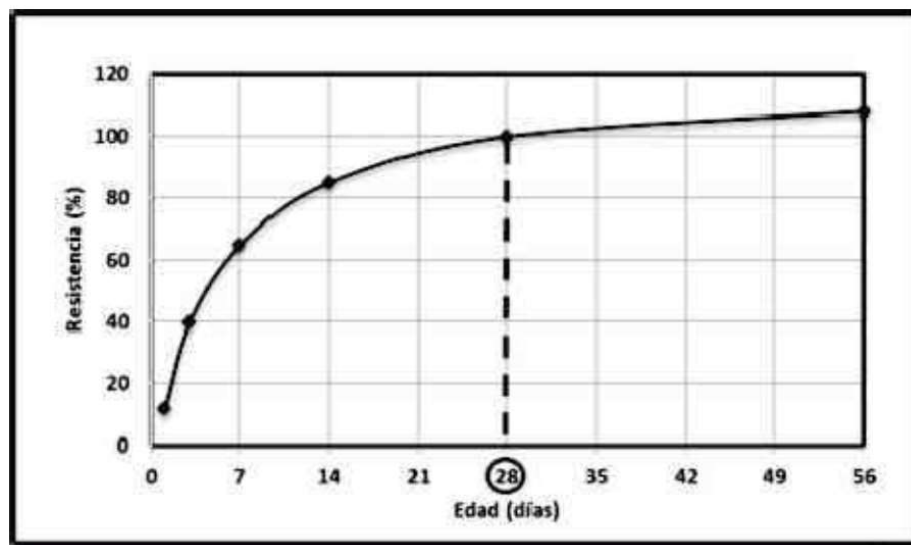
Según Choque (2015) manifiesta:

La práctica recomendada es un curado mínimo de 7 días para una temperatura ambiente por encima de los 4°C (50°F), o durante el tiempo necesario para obtener el 70% de la resistencia a la compresión o flexión especificado, cualquiera de los dos periodos que sea menor; lo que permitirá mejorar la calidad del concreto en las construcciones (p. 13).

De lo anterior podemos definir que el curado interviene y juega un rol importante, Un curado inadecuado puede reducir la resistencia del mejor concreto hasta en un 50%.

Según Contreras y Velazco (2018), indica al respecto:

Durante mucho tiempo se ha reconocido que un curado adecuado es esencial para obtener las propiedades deseadas, estructurales y de durabilidad del concreto. El curado adecuado del concreto es uno de los requisitos más importantes para un rendimiento óptimo en cualquier entorno o aplicación (p. 2).



*Figura 2. Esquema resistencia en relación a su edad.*

Fuente: “El concreto Fundamentos y nuevas tecnologías”, por Matallana, 2019, p. 50.

Una idónea hidratación del concreto mantiene la humedad óptima permitiendo la reacción de los componentes de este que ayudan al endurecimiento, pero no se le da la importancia que debería tener, generando patologías en las estructuras, comprometiendo la calidad, la resistencia del concreto, la vida útil y con ello la seguridad de las construcciones.

Entonces podemos indicar que el correcto curado en concretos nos permite obtener resultados óptimos en las diferentes propiedades como la resistencia, la durabilidad, además asegura una mejor calidad y garantiza la vida útil de este.

Actualmente existen una variedad de maneras de curar el concreto, entre las cuales podemos encontrar el curado con aditivo el cual consiste en mantener la humedad del concreto, mediante una membrana impidiendo la evaporación del agua de la mezcla, otro método de curado es el tradicional el cual consiste en el empleo de agua, mediante la inmersión o saturación en pozo

y la aplicación directamente de agua mediante dispersión sobre la superficie del concreto o usando materiales como mantas, mallas geo textiles, alfombras, yute, etc.

Según Loya (2018) indica:

Si bien han sido propuestos muchos métodos para mejorar el curado del concreto en obra, métodos que consisten en tratamientos húmedos y otros en tratamientos para evitar la excesiva pérdida de humedad en la superficie del concreto, en la mayoría de las obras no se utilizan, ya sea por costos, dificultad de uso, tiempo de aplicación, o simplemente por desconocimiento de profesionales y trabajadores de obra (p. 11).

Al existir diferentes maneras de realizar el curado cabe la necesidad de saber cuál de estos métodos es el más ventajoso tanto en el aspecto económico indicando los costos, y el aspecto técnico indicando que curado beneficia y alcanza las propiedades de diseño requeridas, por esta razón se realizó un análisis comparativo entre estos métodos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Qué relación existe al comparar las ventajas económicas y técnicas del curado tradicional y curado con aditivo para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho – 2022?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Cuál es la relación que se encuentra al comparar la resistencia a compresión entre el curado tradicional y curado con aditivo para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho entre los meses marzo y abril del 2022?
- ¿Cuál es la relación que existe al comparar los costos de aplicación y adquisición entre el curado tradicional y curado con aditivo para concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022?
- ¿Cuál es el efecto de emplear agregado grueso y fino de la cantera Chillico, para la elaboración del diseño de mezcla para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la relación que existe mediante un análisis comparativo de las ventajas económicas y técnicas del curado con aditivo y curado tradicional para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  en el distrito de Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho – 2022.

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la relación existente comparando la resistencia a compresión obtenida empleando el curado tradicional y curado con aditivo para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho entre los meses de marzo y abril 2022.
- Determinar la relación que existe al comparar los costos de aplicación y adquisición del curado tradicional y curado con aditivo para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022.
- Determinar el efecto del empleo de agregado grueso y fino provenientes de la cantera Chillico, para la elaboración de concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  mediante diseño de mezcla, Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022.

#### **1.4. Justificación, importancia**

##### **1.4.1. Justificación de la investigación**

###### **1.4.1.1. Justificación teórica**

Actualmente el tema del curado es conocido, pero no le dan la importancia que amerita, la presente investigación aportara conocimientos acerca de cuán importante es el curado y se incorporara a los conocimientos existentes de la ingeniería.

###### **1.4.1.2. Justificación técnica**

Actualmente los profesionales responsables de los proyectos no toman en cuenta el proceso de curado, o bien lo realizan mal es por ello que esta investigación brindara conocimientos acerca de la relevancia que tiene dicho proceso, con el objetivo de dar a conocer que el concreto con una humedad y temperatura constante a edades iniciales adquiere las propiedades requeridas en las especificaciones para los diferentes trabajos.

“[...] Muchas veces se piensa que lo tradicional es lo mejor porque se piensa que ha funcionado” (Chapoñan, 2019, p. 14). Por esta razón la investigación pretende determinar si el uso del aditivo curador logra mejores resultados que lo tradicional, en las cualidades del concreto, siendo la resistencia una de las principales.

###### **1.4.1.3. Justificación metodológica**

La presente investigación servirá como base para posteriores investigaciones, por ser un estudio de carácter científico, en el cual se pretende determinar cuál de los métodos de curado tiene mayores ventajas económicas y técnicas, previamente con un análisis de los materiales utilizados para en cuanto se refiere a elaboración de concretos, aditivos y el correcto proceso de curado.

##### **1.4.2. Importancia**

Tomando como referencia la investigación se podrá determinar el método de curado con más beneficios, se incorporará en la bibliografía de la rama de ingeniería, aumentará los conocimientos acerca del curado en obras de construcción y servirá como base para futuras investigaciones.

## **1.5. Delimitación y limitación de la investigación**

### **1.5.1. Delimitación de la investigación**

#### **1.5.1.1. Delimitación geográfica**

- Región : Ayacucho
- Provincia : Huamanga
- Distrito : Carmen Alto

#### **1.5.1.2. Delimitación temporal**

La presente investigación tendrá un plazo de elaboración de 12 meses a partir del mes de enero del 2022 al mes de diciembre del 2022. En donde se revisó la bibliografía existente, se procedió a la elaboración del marco teórico y los ensayos de laboratorio.

#### **1.5.1.3. Delimitación económica**

La investigación se realizó con financiamiento propio, no se cuenta con recursos externos. Situación que limita en la cantidad de los ensayos.

### **1.5.2. Limitaciones de la investigación**

#### **1.5.2.1. Limitaciones económicas**

No se podrá realizar más probetas de concreto de las planteadas, por cuestiones económicas. El total de testigos fue de 80 los cuales son base para las discusiones de los resultados.

#### **1.5.2.2. Limitaciones técnicas**

La presente investigación, no se aplicó en obras, los resultados obtenidos tienen como base a los ensayos realizados a los diferentes testigos de concreto en laboratorio.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

Existe una diferencia entre el curado tradicional y curado con aditivo, esta última obtiene mejores ventajas técnicas y menores ventajas económicas para concreto  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> elaborados en la región de Ayacucho 2022.

### **1.6.2. Hipótesis Específica**

- El método de curado con aditivo presenta mejores resultados en la obtención de la resistencia a compresión en comparación con el curado tradicional para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  elaborados entre los meses de marzo y abril del 2022, en la región de Ayacucho.
- Existe una diferencia entre el curado con aditivo y curado tradicional siendo este último el método de menor costo y mayor facilidad de adquisición para la elaboración de concreto  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$  en la región de Ayacucho 2022.
- El agregado grueso y fino proveniente de la cantera Chillico, cumple con los requisitos mínimos establecidos por las normas vigentes para realizar el diseño de mezcla para concretos  $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ , en la región de Ayacucho.

## **1.7. Variables**

### **1.7.1. Variable Independiente**

La variable independiente de la investigación es el curado con aditivo y el curado tradicional.

### **1.7.2. Variable Dependiente**

La variable dependiente de la investigación será ventajas económicas y técnicas.

### **1.7.3. Operacionalización de las variables**

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable Independiente CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL	CURADO CON ADITIVO	Análisis comparativo	Ventajas y desventajas de los diferentes procesos de curado	Resultado de los ensayos
	Es un tratamiento para evitar la evaporación de agua del concreto.	Disponibilidad	Facilidad de obtener para la investigación	Guía de disponibilidad
	CURADO TRADICIONAL	Diseño de mezcla de concreto	Determinación de cantidades de material para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	Proceso de ensayos en laboratorio
	Es la continua hidratación del concreto suministrando agua periódicamente	Probetas de concreto	Ruptura de testigos de concreto	Moldes de testigos de concreto
Variable Dependiente VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS	Son aquellos beneficios que resaltan tanto económicamente y técnicamente	Ventajas económicas	Costos de procesos de curado	Ficha de costo de elaboración
		Ventajas Técnicas	Mayor resistencia a la compresión a los 07, 14, 21 y 28 días	Ficha de resultados de ensayos

Fuente: Elaboración Propia

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

MANOBANDA, L. C. (2013) En la tesis “El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales”, El objetivo es analizar diferentes métodos de curado del concreto, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la ciudad de Ambato. El estudio actual se basa en un enfoque cuantitativo y prioriza el uso de datos numéricos, en el cual realizo el estudio en testigos de concreto aplicando diferentes métodos de curado, indicando la influencia que tienen estos en sus propiedades finales, la hipótesis que se intentó demostrar es que el curado afecta las propiedades mecánicas del concreto el cual es verdadero de acuerdo a los resultados obtenidos, ya que se nota en un concreto sin curar no tiene las mismas propiedades que los concretos con diferentes métodos de curado. Finalmente, se concluye que cualquier método de curado se obtiene las resistencias adecuadas del concreto.

BOLAÑOS, V. M. (2011) La tesis de título “Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión” tiene como propósito general evaluar la calidad de curado del concreto y una relación de agua- cemento de 0.55, mediante medición de la resistencia a la compresión y de la calidad del agua evaporada, para el proceso de experimentación se realizó un diseño de mezcla de relación agua/cemento 0,55 y  $f'c=28$  MPa. Posteriormente se realizó probetas prismáticas de 15x12x5 cm con el fin de determinar la cantidad de agua evaporada, de igual manera se realizaron testigos cilíndricos de 10x20 cm para ensayos de rotura, se empleó curado a través de productos Eucocurador y Curaseal Blanco, producto con nanotecnología Zycosil y sin tratamiento de curado; se contó con un total de 36 testigos cilíndricos de los cuales se realizó la rotura a compresión a los 14, 28 y 56 días. Se concluye que el producto Zycosil retiene mayor cantidad de agua, además los resultados obtenidos de resistencia no contienen grandes diferencias con los productos Eucocurador, Curaseal Blanco y Zycosil pero los testigos sin tratamiento de curado presentan resultados menores.

FERNÁNDEZ, L. (2010) El artículo científico de título “Propuesta de indicadores de la eficacia del curado en obra” expone las consecuencias generadas por un secado prematuro del concreto, presentando alternativas para evaluar la eficacia del curado comprometiendo así la calidad del concreto. Se concluye que los métodos utilizados que miden el transporte de fluidos ofrecen mejores resultados en comparación a los métodos que miden la resistencia del efecto de secado prematuro del concreto.



STALIN, W; MIELES Y; PAVÓN C; SOLÓRZANO E; y PALACIOS, L. (2020) El artículo científico titulado “Influencia del curado en obra sobre la resistencia a la compresión del concreto”, publica los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión sometidas a varios tipos de curado tales como inmersión, compuesto formador de membrana, celofán plástico, hidratación por aspersión e intemperie para ello se elaboró probetas cilíndricas de 10x20 cm, con la respectiva rotura a los 7,14 y 28 días de edad; una vez realizado los ensayos correspondientes se concluye que la resistencia a compresión de mayor valor obtenido pertenece al método de curado por inmersión y la hidratación periódica.

TEJADA, L. y CÓRDOBA, J. (2023) El artículo científico que lleva por título “Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó” tiene el objetivo de presentar la resistencia a compresión del concreto los cuales fueron curados por los métodos de inmersión, con papel film y curados a la intemperie sin cobertura, las muestras fueron curadas por los métodos mencionados y llevadas a sus roturas correspondientes de 3,7,14,28,56 y 91 días.

Se elaboraron 42 testigos cilíndricos de 30 x 15 cm, procedido los ensayos, discusión de resultados, concluyendo el método de curado por inmersión posee un comportamiento típico y presenta los mejores resultados, debido a que su resistencia está relacionada directamente proporcional al tiempo, para el método de curado con empleo de papel film y los testigos expuestos al clima e intemperie se concluye de acuerdo a los resultados, pasado los 56 días de edad tienden a disminuir la resistencia obtenida.

BONAVETTI, V; MENÉNDEZ, G; y IRASSAR E. (2005) El artículo científico titulado “Influencia del curado inicial sobre las propiedades de hormigones con cementos compuestos” da a conocer la influencia del curado en concretos añadiendo material calcáreo y escoria granulada de alto horno, obteniendo de esta manera el tiempo mínimo de curado para concretos de este tipo.

Se elaboraron cuatro diseños para concretos de 350 kg/cm<sup>2</sup> los cuales contenían diferentes proporciones de material calcáreo y escoria, de igual modo se empleó 4 métodos de curado por inmersión los cuales varían en los plazos de las muestras sumergidas en agua; una vez realizado obtenido los resultados se concluyó que para cementos normales y cementos compuestos de tipo calcáreo y escoria el tiempo de curado mínimo es de 7 días.

ALAVA, R; ZAMBRANO, L; RUÍZ, W; y MENÉNDEZ E. (2022) El artículo científico de título “Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón” determina que método de curado es mejor entre el curado continuo por dispersión, con cubierta húmeda y empleando láminas de polietileno; para la investigación se determinó la resistencia a la compresión a la edad de 7,14 y 28 días, de esta manera se obtuvo que los tres métodos de curados empleados en la presente investigación son factibles debido a que todos superan la resistencia de diseño, de igual manera se obtuvo como mayor resultado el método

de curado con cubierta húmeda debido a que este método mantiene al concreto por mayor tiempo hidratado en comparación a los otros métodos.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

AGUILAR, J. E. (2019), En la tesis de título “Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019” tiene como objetivo determinación del efecto de la inmersión de los aditivos y curado con agua en la resistencia, aplicada por la realización de rotura a los 3, 7 y 28 días con el fin de determinar el mejor proceso de curado. Se inició el proceso experimentación con la adquisición de materiales para sus respectivos ensayos, determinando así sus propiedades; con estos resultados se procedió a elaborar un diseño de mezcla de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, seguidamente con la elaboración de probetas, pasando al curado y realizar los ensayos de rotura a los 3, 7 y 28 días. Determinando cual obtiene mejores resultados en la resistencia y permeabilidad.

El resultado obtenido fue que las probetas sumergidas en agua de 28 días de edad, obtuvieron mejores resultados, concluyendo que la hipótesis planteada no es verdadera, siendo que los mayores resultados de resistencia obtenidos son por curado por inmersión en agua y no con el curado con aditivo como indica la hipótesis.

CHAPONÁN, E. (2019) La investigación “Evaluación económica y técnica de los tipos de curado de concreto en losas de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  $e=0.15$  en la ciudad de Lambayeque”, tiene como objetivo conocer los cambios en la resistencia a compresión del concreto debido al método de endurecimiento de losa  $e = 15$  cm. El diseño de investigación fue experimental, aplicativo, la población tomada son las probetas de concreto extraídas con diamantina según norma ASTM C31. Se elaboró 4 losas de  $e=0.15$  m de concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup>, los cuales fueron curado durante 28 días, aplicando 4 métodos de curado para luego extraer muestras de diamantina de cada una de las losas a los 7, 14 y 28 días. Los métodos de curado empleado fueron con arena esparcida humedecida, arrocera llenas de agua, bolsas de papel, curado con aditivo. El total de muestras que se emplearon para la investigación fueron 24 probetas de concreto. De los resultados obtenidos se puede indicar que el método de arrocera obtuvo una resistencia mínima de 207.52 kg/cm<sup>2</sup> y máxima de 221.85 kg/cm<sup>2</sup>, para el método de arena esparcida se obtuvo 213.96 kg/cm<sup>2</sup>, para método con bolsas de papel alcanzo 177.99 kg/cm<sup>2</sup>, con el método de empleo de aditivo Sika se obtuvo un resultado de 196.77 kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo a un análisis de costos se determinó como el más económico el curado con arrocera, por esta razón se concluye que el más económico y a la vez el método que genera mejores resultados en la resistencia es el curado con arrocera.

CONTRERAS, S. R. y VELAZCO, C.A. (2018) La tesis que lleva por título “Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando

condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa” la cual tiene como objetivo simular la influencia del curado en las construcciones de la ciudad de Arequipa, mediante un comparativo de la resistencia de losas de concreto. La investigación se realizó muestras de 60x60x15 cm con resistencias de 210 kg/cm<sup>2</sup> y 280 kg/cm<sup>2</sup>, conjuntamente con testigos de 4" y 8", se extrajo testigos de diamantina, de edad de 14 y 28 días para su evaluación. De los resultados se puede indicar que la mayor resistencia que se obtuvo fue por el método de curado por riego continuo.

GUTIÉRREZ, L. E. (2018) La tesis titulada “Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales” lleva por objetivo averiguar si aumentado el aditivo superplastificante Rheobuild 1000, se obtiene ventajas.

Se empleó el método experimental, mediante concreto elaborado en laboratorio, el proceso empleado inicia con la adquisición de insumos, para determinar sus propiedades y verificar si cumplen con los requisitos de las normas, seguidamente se pasó a la formulación de diseño de mezcla de slump de 6" a 7", procediendo la elaboración del concreto seguido de sus ensayos correspondientes de temperatura, slump, peso unitario, contenido de aire, todos ellos en estado fresco, además de elaboración de testigos de 6" y 12" para su rotura a los 3, 7 y 28 días.

Se concluye que el consumo de cemento se reduce con la aplicación de aditivo superplastificante Rheobuild 1000, dicho aditivo no modifica la resistencia a la compresión.

CHOQUE, V. V. (2015) La tesis titulada “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua, curado con aditivo Sika Antisol y sin curado en la ciudad de Juliaca octubre - diciembre 2015” su objetivo fue averiguar la influencia de los diferentes tipos de curado en la ciudad de Juliaca en los meses de octubre a diciembre del 2015. El diseño de investigación es descriptivo-comparativo, el tipo se enmarca dentro del enfoque cuantitativo, el método es lógico-inductivo incompleto, por iniciar el proceso en un caso particular y no poder ser estudiados en su totalidad, la muestra para la investigación consta en un total de 32 muestras tomadas de 4 edificaciones aplicando los 4 métodos de curado, primeramente se procedió a tomar las muestras de concreto fresco en el lugar de las edificaciones procediendo al curado con el fin de mantenerlo saturado, los métodos aplicados para este proceso fueron curados con agua y protegida con arpillera, curado con agua, con aditivo Sika y sin tipo de curado. Posteriormente, se llevó al laboratorio para sus ensayos de rotura para la resistencia siendo la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

Se concluye que el curado con agua y/o arpillera es mayor a la resistencia de diseño requerido, el curado con agua alcanza un resultado menor a la resistencia de diseño con una diferencia de 6.76 kg/cm<sup>2</sup>, el curado con aditivo Sika no supera al diseño con diferencia de 9.02 kg/cm<sup>2</sup> y las muestras sin curar indican que no alcanza a la resistencia de diseño con una diferencia de 29.83

kg/cm<sup>2</sup>. Con respecto a la hipótesis se demuestra su veracidad, por obtener diferentes resistencias con la aplicación de los diferentes curados.

ZORRILLA, C. E. (2018), La tesis que lleva por título “Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ” lleva por El objetivo general es determinar el efecto del endurecimiento por aceleración sobre el hormigón a  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , el tipo de investigación fue experimental, de nivel descriptivo, con el uso del método inductivo-deductivo, la muestra consiste en 90 especímenes de concreto, para los cuales se formaron 3 grupos de 30 especímenes.

El procedimiento a seguir fue el siguiente, se adquirió agregados de la cantera Chillico, se realizó estudios para conocer las características físicas y mecánicas de los agregados, se elaboró diseño de mezcla, se procedió a preparar la mezcla para la elaboración de especímenes, procediendo al curado de concreto con agua por método B de curado acelerado según NTP 339.213, seguido de ensayos a compresión con duración de curado de 3 horas, 30 minutos, 7 horas y 12 horas en concretos con curado acelerado, además se realizó ensayos de compresión con edades de 7, 14, 28 días con curado estándar.

Se concluye de la investigación, que los especímenes curados con el método estándar alcanzan el 81.06%, 95.81% y 112.38% de la resistencia de diseño a los 7, 14, 28 días respectivamente; curados con el método acelerado de 3 y 5 horas alcanza el 75%, de 7 horas alcanza el 80.62%, de 12 horas alcanza el 111.14% de la resistencia de diseño. De ello se afirma que las resistencias obtenidas por curado con el método B de la NTP 339.213 son equivalentes a las resistencias del curado con el método estándar verificando así la veracidad de la hipótesis.

VILLEGAS, Z. R. y CORRALES, P. M. (2012) En el trabajo de investigación titulado “Ventajas comparativas del curado de concreto con agua vs curado de concreto con productos químicos en la ciudad de Huaraz-2012”, el cual tiene como objetivo es aplicar productos químicos y agua para curar el concreto determinando la resistencia. La investigación, tuvo el tipo de estudio aplicada experimental por usar ensayos de laboratorio, se iniciará por la obtención de agregados en el río Santa-sector Taclán-Huaraz para determinar el diseño de mezcla para concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  por ACI, de ello la mitad de muestras de concreto son curados con agua y la otra mitad con producto químico Antisol S. Los resultados obtenidos indican que el curado con agua es más efectivo que el curado con producto químico Antisol S. Además, el curado con producto químico es de mayor costo en comparación al curado aplicando agua.

ORTIZ, H. F. (2020) En la tesis titulada “Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con antisol en la resistencia del concreto”, tiene como meta la comparación de curado con los métodos de aditivo antisol y el curado convencional en la resistencia del concreto. Se utilizó como método de investigación general el científico y el tipo de investigación fue aplicativo de diseño experimental, y nivel descriptivo, comparativo y

correlacional, se tomó un total de 80 probetas de concreto las cuales fueron mandadas al laboratorio para los diferentes ensayos, la hipótesis por verificar fue que el empleo del aditivo antisol supera en resistencia al curado convencional. De ello los resultados indicaron que el curado con agua a los 28 días sobrepasa la resistencia del diseño, y el curado con aditivo Sika esta relaciona al número de capas que se le aplica, cuanta más capas más resistencia adquiere. Se puede concluir que la hipótesis es falsa, ya que el curado con agua presenta mejores resultados a los 28 días, además este último es más rentable económicamente en comparación al curado con aditivo Sika.

RONDÓN, R. P. (2018) En la tesis titulada “Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa”, tuvo como objetivo probar mediante la comparación de los diferentes procesos de curado al momento de la fabricación de concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Arequipa. Para la investigación se tomó muestras de agregado grueso y agregado fino, para elaborar 2 diseños de concreto por método ACI y Modulo de fineza, con tres tipos de cemento, después de la elaboración del concreto se procedió a sacar los testigos para ser sometidos a diferentes métodos de curado, la hipótesis a verificar fue que el método de curado más favorable es la inmersión o anegación. Se tuvo como resultado el curado sumergiendo en agua alcanzo la resistencia requerida por diseño, se puede concluir que el curado es esencial para la hidratación en las estructuras de concreto llegando así a las especificaciones que se requieran.

JÁCOBO, A. A. (2019) En la tesis titulada “Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto” cuyo objetivo fue determinar el efecto del endurecimiento por agua y el endurecimiento artificial sobre la resistencia a la compresión del hormigón. El método de investigación es cuantitativo y cualitativo, se utilizó agregados de la cantera “El milagro” con ello se realizaron diferentes ensayos que determinen el diseño de mezcla, se usó la norma NTP 339.033 para los testigos. En total fueron 48 testigos, 16 de ellos fueron curados al ser sumergidas en baldes con agua y cal, 32 de ellas fueron curadas con productos químicos como el Sikacem curador y Curador Membranil Vista. Se llevaron al laboratorio para su respectivo ensayo de ruptura de concreto; se obtuvo como resultado que el curado con agua logro una mayor resistencia frente a los otros procesos de curado con aditivo a los 28 días.

LOYA, O. L. (2018) En la tesis titulada “Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017”, cuyo objetivo es verificar y conocer las diferencias de las resistencias a la compresión del concreto con curados en obra y laboratorio en la ciudad de Yanacancha del 2017. El tipo de investigación es aplicativa-experimental, por resolver el problema entorno a lo práctico; para la obtención de resultado el diseño que se siguió fue por objetivos primeramente se realizó la planificación de los trabajos de la investigación, luego la revisión bibliográfica, seguido de los estudios

experimentales, pasando por el gabinete para el análisis de resultados, culminando con la evaluación de los resultados generando conclusiones y recomendaciones, la hipótesis a verificar fue que si afecta en donde se elabore el concreto (obra o laboratorio) a la resistencia a compresión. Los resultados obtenidos indican, que las probetas curadas con aditivo son menos efectivas que las probetas curadas con agua; además se observa que las probetas curadas en laboratorio obtienen mayores resistencias que las probetas curadas en obra, se concluye que la hipótesis es verdadera, porque en efecto el curado en obra y laboratorio influyen en la resistencia del concreto.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

HUAMANI, H. E. y JORGE, Y. V. (2021) En la tesis titulada “Efecto del aditivo Chema en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Anexo Simpapata Distrito de Ayacucho-Huamanga-Ayacucho” cuyo objetivo es comprobar el efecto de los aditivos Chema en la firmeza al aplastamiento del concreto. El tipo y diseño de investigación fue descriptivo – cuantitativo, experimental respectivamente. La investigación se llevó a cabo en el Anexo de Simpapata, utilizando los agregados que proporciona la chancadora La Moderna – Rio Cachi entre los meses de noviembre del 2020 a febrero del 2021. Iniciando la adquisición de agregados, muestreo para el diseño de mezcla, la adquisición de cemento portland tipo I y aditivo Chema, producción de testigos de concreto para realizar los ensayos de rotura de concreto a los 3, 7, 14, 28 días. Los resultados indican que las muestras con aditivo plastificante (Chema plast) supera el 100% de la resistencia requerida en diseño al igual que las muestras con (Chema Plast y Chema Estruct).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El concreto**

El concreto es un material heterogéneo formado principalmente por cemento, agua, árido fino y árido grueso el cual contiene una pequeña cantidad de aire atrapado, que también puede quedar atrapado deliberadamente mediante el uso de aditivos (Rivva,1992).

El concreto se puede considerar como una roca artificial fabricada por la mano del hombre, presentando en su estado fresco el grado de manejabilidad permitiendo darle una forma deseada, y en el estado endurecido aprovechando sus propiedades de resistencia y durabilidad frente a ciertas acciones (Matallana, 2019).

Por estas razones el concreto se emplea en las construcciones a nivel de Perú y del mundo, el cual con una adecuada dosificación obtienen propiedades que se requieren para diferentes trabajos.

### **2.2.2. Clasificación de concretos**

### 2.2.2.1. Por su consistencia

Matallana (2019) manifiesta que, la consistencia en la mezcla, está influida directamente por la relación a/c todo ello determina el grado de trabajabilidad que tendrá el concreto.

*Tabla 2. Clasificación del concreto por consistencia*

Asentamiento (cm)	Consistencia	Grado de trabajabilidad
0 a 2,0	Muy seca	Muy bajo
2,0 a 3,5	Seca	Bajo
3,5 a 5,0	Semi-seca	Bajo
5,0 a 10,0	Media	Media
10,0 a 15,0	Húmeda	Alto

Fuente: Matallana, 2019, p. 29.

### 2.2.2.2. Por su aplicación

#### Concreto Simple

Es una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua, el agregado grueso debe recubrirse con una pasta en la mezcla y el agregado fino que se usa para rellenar vacíos no contiene refuerzo y tiene buena resistencia, utilizado para superficies duras de calles, puentes, pisos, aceras, bordillos, etc. (Abanto, 2009; Loya, 2018).

#### Concreto Armado

Para Abanto (2009) indica:

“Se denomina así al concreto simple cuando éste lleva armaduras de acero como refuerzo y que está diseñado bajo la hipótesis de que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura para soportar los esfuerzos [...]” (p. 13).

#### Concreto Estructural

“Se denominado así al concreto simple, cuando este es dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a las especificaciones precisas, que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada” (Abanto, 2009, p. 13).

#### Concreto Pretensado

Se emplean elementos estructurales de concreto sometidos a esfuerzos de compresión antes de ponerlos en funcionamiento mediante alambres o cables de acero los cuales son colocados al concreto, los beneficios que presentan son eficientes, esbeltos, disminuye el costo de la obra al aplicar en elementos correspondientes, un mejor comportamiento frente a las cargas de servicio (Godoy, 2017).

## Concreto Postensado

Según Matallana (2019) aclara:

Concreto postensado son aquellos elementos estructurales sometidos a esfuerzos de compresión, previos a la puesta en servicio, mediante cables o barras de acero (torones) que son tensados luego de la colocación del concreto y una vez ha alcanzado su resistencia característica (p. 30).

## Concreto Ciclópeo

Es el concreto simple al cual se le añade piedras de TM de 10 pulgadas, el cual puede estar presente en un 30%. La ubicación para la colocación de cada piedra debe estar rodeada de concreto simple, previamente las piedras deben estar seleccionadas y lavadas (Abanto, 2009).

### 2.2.2.3. Por su peso específico

La clasificación del concreto por medio de los pesos específicos varía según el autor, en la siguiente tabla observamos estas variaciones.

*Tabla 3. Clasificación del concreto por peso específico según autor*

Clasificación	Concreto de peso liviano o ligero	Concreto de peso normal	Concreto de peso pesado
Según Abanto (2009)	400 a 1700 kg/m <sup>3</sup>	2300 a 2500 kg/m <sup>3</sup>	2800 a 6000 kg/m <sup>3</sup>
Según Loya (2018)	1200 a 2000 kg/m <sup>3</sup>	2000 a 2800 kg/m <sup>3</sup>	> 2800 kg/m <sup>3</sup>
Según Matallana (2019)	1440 a 1840 kg/m <sup>3</sup>	2000 a 2600 kg/m <sup>3</sup>	> 2600 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Actualmente se considera el peso del concreto sin refuerzo 2300 kg/m<sup>3</sup>, y 2400 kg/m<sup>3</sup> para concretos con refuerzo (Matallana, 2019).

### 2.2.2.4. Por su resistencia a la compresión

- Concreto de baja resistencia: Son aquellos con resistencia a la compresión menores a 150 kg/cm<sup>2</sup>
- Concreto de resistencia moderada: Concreto de resistencia entre 150 a 250 kg/cm<sup>2</sup>.
- Concreto de resistencia normal: Aquellos concretos de resistencia entre 250 a 420 kg/cm<sup>2</sup>.



- Concreto de muy alta resistencia: Concreto de resistencia entre 420 y 800 kg/cm<sup>2</sup>.
- Concreto de alta resistencia temprana: Concreto que garantizan el 80% de su resistencia de diseño en 1 o 3 días de edad.

#### **2.2.2.5. Por su lugar de elaboración**

Concreto premezclado

Abanto (2009, p.14) explica que “[...] es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra”. En relación a esto es aquel concreto elaborado en planta mediante un proceso de mezclado controlado del cemento, agregados, agua y aditivo si se requiere, cumpliendo las normas NTP, RNE, ASTM, ACI, AASHTO.

Concreto prefabricado

Abanto (2009, p. 14) manifiesta que son “[...] elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura”. Son elaborados en plantas de forma industrial, moldeando sus piezas y son transportadas para su colocación, estas pueden ser elementos estructurales de contención, barreras para uso de obras viales, canales, cunetas, buzones, etc.

### **2.2.3. Propiedades del concreto**

Las propiedades que poseen los concretos son diferentes de acuerdo al estado en el que se encuentra. Estas pueden ser:

#### **2.2.3.1. Propiedades en estado fresco**

##### **2.2.3.1.1 Trabajabilidad o manejabilidad**

Para Abanto (2009), indica que la trabajabilidad “es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones” (p. 47).

Los factores principales que afectan la trabajabilidad son el contenido agua del diseño de mezcla, la duración de transporte, el tipo de cemento, contenido de aire, calidad de los agregados, la relación agua/cemento, relación pasta/agregados, aditivos y las condiciones climáticas (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004; Niño, 2010).

##### **2.2.3.1.2 Consistencia**

La consistencia es la capacidad que tiene el concreto en deformarse producto del contenido de agua que se vertió al momento de preparar la mezcla.

Este factor determina el contenido de humedad de la mezcla; se sabe que cuanto más húmeda, más fácil es que el concreto fluya cuando se coloca (Rivva, 1992).

La consistencia está relacionada con la usabilidad, pero no es sinónimo de ella, la trabajabilidad es la propiedad de ser manipulado y la consistencia se refiere a lo fluido que puede ser el concreto, la consistencia puede ser seca, plástica o fluida (Sánchez, 2001).

Existe un ensayo para determinar la consistencia del concreto, elaborado por Duft Abrams, la cual fue adoptada por la ASTM, el cual consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde en forma de cono, para luego medir el asentamiento que se obtiene al retirar el molde (Abanto, 2009).

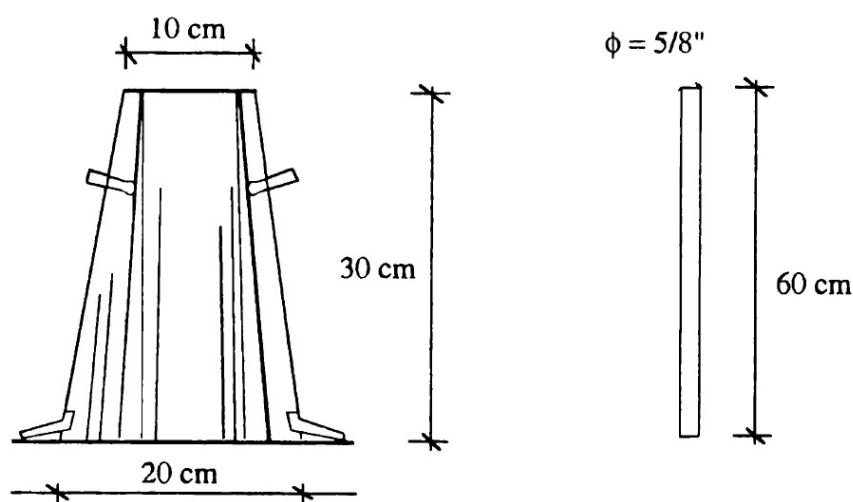


Figura 1. Cono de Abrams y varilla de 5/8”.

Fuente: “Tecnología del concreto (teoría y problemas)”, por Abanto, 2009, p. 48.

Tabla 4. Tipos de consistencia según su asentamiento

Consistencia	Slump	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	0 mm a 50 mm	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3" a 4"	75 mm a 100 mm	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	> 125 mm	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Adaptada de Abanto, 2009, p. 49.

#### **2.2.3.1.3 Estabilidad**

La estabilidad se define como el desplazamiento que posee el concreto sin la aplicación de alguna fuerza externa, esta propiedad permite obtener un concreto homogéneo y uniforme, está relacionada con otras propiedades como la exudación y segregación con las cuales se cuantifica, los cuales deben ser mínimos para una correcta mezcla (Ortiz, 2020).

#### **2.2.3.1.4 Segregación**

La segregación es la separación de las partículas gruesas del agregado de las partículas finas, haciendo que pierda uniformidad y homogeneidad, produciendo cangrejeras y capas arenosas, por esta razón es indispensable evitar la segregación para mantener la calidad del concreto (Abanto, 2009; Matallana, 2019).

Entre las posibles causas que producen la segregación se encuentran, la diferencia de tamaño de los agregados, variación en sus densidades, tiempo prolongado más de lo necesario durante la elaboración de la mezcla, mayor tiempo de acarreo, la forma de colocación y sobre vibración al concreto; generando así dos maneras de segregación, la separación de las partículas gruesas y la separación de la pasta de la mezcla (Sánchez, 2001).

Para evitar y disminuir la segregación se recomienda, dosificar los materiales de acuerdo al diseño de mezcla, realizar una inspección visual a la mezcla, reducir el tiempo de traslado, evitar la colocación de concreto de alturas mayores a 1 metro, no vibrar más del tiempo necesario, no usar agregados con demasiada diferencia de densidades (Niño, 2010).

#### **2.2.3.1.5 Exudación o sangrado**

Para Matallana (2019, p. 27) el sangrado o exudación “[...] aparece cuando una parte del agua que hay en la mezcla, tiende a colocarse en la superficie del concreto recién vaciado o durante el fraguado”.

La exudación se produce a la sedimentación del cemento y agregados, esta propiedad es normal la cual no debe influir en la calidad del concreto, de lo contrario el sangrado controlado sirve para el control de fisuras, facilidad en los acabados, pero un excesivo aumento en relación de agua-cemento genera que la zona sea débil en comparación con el resto del concreto (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004).

“La exudación está dada por la cantidad de material fino en los agregados y la finura del cemento, por lo que cuanto más fina es la trituración de este y mayor es la participación de material menor que la malla N° 100, la exudación será menor pues se retiene el agua de mezcla” (Ortiz, 2020, p. 34).

Existen dos métodos planteados en las normas NTC 1294 y ASTM C 232, los cuales sirven para cuantificar la exudación cuando el concreto se encuentra en estado fresco, el primer método se realiza por apisonamiento y el otro se realiza por vibración con el fin de obtener tanto la cantidad y la velocidad que llega el agua a la superficie. (Niño, 2010).

#### **2.2.3.1.6 Plasticidad**

La plasticidad se define como tener una consistencia de concreto que es fácilmente moldeable, permitiendo que el concreto fresco cambie de forma lentamente cuando se retira del suelo. Por este motivo, una mezcla que no sea ni demasiado seca ni demasiado líquida puede considerarse una mezcla plástica (Sánchez, 2001).

#### **2.2.3.1.7 Temperatura**

La temperatura presente en el concreto en estado fresco depende de varios factores, estos pueden ser el aporte calorífico de cada material al igual que sus masas, el calor liberado por la hidratación del cemento, el calor absorbido o entregado por el medio ambiente, la energía añadida durante la elaboración de la mezcla, etc. Según las normas indican una temperatura óptima entre los rangos de 10 a 29 °C en climas cálidos, siendo 32 °C la máxima temperatura evitando así una hidratación y fraguado acelerado, para cuantificar la temperatura basta con el uso de un termómetro de bolsillo previamente homogeneizado (Sánchez, 2001).

#### **2.2.3.1.8 Contracción y retracción**

Según Gutiérrez (2018, p. 13) indica “la contracción o retracción es el acortamiento dimensional que experimenta el concreto durante el proceso de secado”.

Se puede decir que la contracción del concreto es producida por la disminución de su humedad o pérdida por evaporación excesiva de agua del diseño de mezcla, estas pueden ser de 3 tipos.

- Contracción intrínseca o espontánea: producto de la hidratación del cemento.
- Contracción por secado: producido por la pérdida de agua por los poros de la pasta
- Contracción por carbonatación: producido en ambientes ricos en dióxido de carbono

#### **2.2.3.1.9 Contenido de aire**

Este elemento está en todo concreto donde reside en los poros no saturados del agregado y forma bolsas de aire entre los componentes del concreto cuando queda atrapado durante la mezcla o se incorpora intencionalmente usando agentes de arrastre. como cemento o agente inclusor de aire (Niño, 2010).

Tabla 5. Contenido de aire en mezclas de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de aire	
mm.	pulg.	Contenido de aire naturalmente atrapado (promedio) %	Contenido de aire total recomendable (atrapado + incorporado) %
9.51	03-ago	3	4.5 – 7.5
12.5	½	2.5	4.0 – 7.0
19.1	¾	2	3.5 – 6.0
25.4	1	1.5	3.0 – 6.0
38.1	1 ½	0.5	2.5 – 5.5
50.8	2	0.3	2.0 – 5.0
76.1	3	0.3	1.5 – 4.5
152	6	0.2	1.0 – 4.0

Fuente: adaptado de Sánchez, 2001, p. 121.

#### 2.2.3.1.10 Contenido de agua

El contenido de agua debe ser óptimo el cual permita la hidratación del concreto, la manejabilidad y la consistencia requerida en estado fresco al igual que la resistencia, durabilidad del diseño de mezcla. Una variación en la cantidad de agua puede generar problemas en la calidad del concreto. El agua del concreto se relaciona con la cantidad de cemento para su reacción.

Según Rivva (1992) indica lo siguiente:

[...] Se refiere a la cantidad de agua que interviene en la mezcla cuando el agregado está en condición de saturado superficialmente seco, es decir que no toma ni aporta agua. La relación agua-cemento efectiva se refiere a la cantidad de agua de la mezcla cuando se tiene en consideración la condición real de humedad del agregado (p. 87).

### **2.2.3.1.11 Fraguado del concreto**

El fraguado es la propiedad el cual posee tiempo de fraguado inicial y final, el primero comienza agregando agua al cemento formando la pasta, hasta que el concreto pierde la trabajabilidad en el colocado y compactado, ocurre entre 2 a 4 horas. El segundo se refiere desde el momento que el concreto adquiere una resistencia significativa, hasta pasar a un estado endurecido, volviéndose rígida, ocurre entre 4 a 8 horas, este tiempo puede estar afectado por diferentes factores como el tipo de cemento, la temperatura y el empleo de aditivos en el concreto.

Se debe tener en cuenta que el concreto debe contener el grado de trabajabilidad que se requiere, además es esencial vibrar el concreto al momento de la colocación evitando de esta manera la segregación, se pueden clasificar en concretos de fraguado lento, normal y rápido (Niño, 2010).

- Fraguado lento: Se emplean aditivos retardantes los cuales permiten un mayor tiempo de manejabilidad demorando más en endurecer o adquirir rigidez.
- Fraguado normal: Son los concretos que fraguan al tiempo promedio de acuerdo al clima de la zona en la que se realice los trabajos.
- Fraguado rápido: Se adicionan aditivos acelerantes de fragua permitiendo que la mezcla del concreto adquiera el estado endurecido en menor tiempo, permitiendo el desencofrado de moldes para utilizarlos más veces en un día.

El fraguado falso es el endurecimiento prematuro, que se hace presente en los inicios después de añadir agua al cemento debido a la deshidratación parcial o total del yeso, la solución es prologar el tiempo de mezclado.

### **2.2.3.2. Propiedades en estado endurecido**

#### **2.2.3.2.1 Resistencia**

En referencia, Rivva (1992) explica:

La resistencia del concreto es definida como el máximo esfuerzo que puede ser soportado por dicho material sin romperse. Dado que el concreto está destinado principalmente a tomar esfuerzos de compresión, es la medida de su resistencia a dichos esfuerzos la que se utiliza como índice de su calidad (p. 36).

Según Niño (2010) manifiesta:

Es una habilidad para resistir esfuerzos y de allí que se pueda considerar de cuatro maneras: compresión, tracción, flexión y corte. El concreto presenta una alta resistencia a los esfuerzos de compresión y muy poca a los de tracción, razón por la cual, la resistencia a la compresión simple es la propiedad a la que se le da mayor importancia (p. 119).

La resistencia de los agregados está determinada por sus propiedades, la resistencia de la pasta hidratada, es la combinación del cemento y agua que con el tiempo va adquiriendo resistencia,

la interacción de estos dos elementos producen fenómenos físicos y químicos la cual recibe el nombre de interfase matriz - agregado (Niño, 2010).

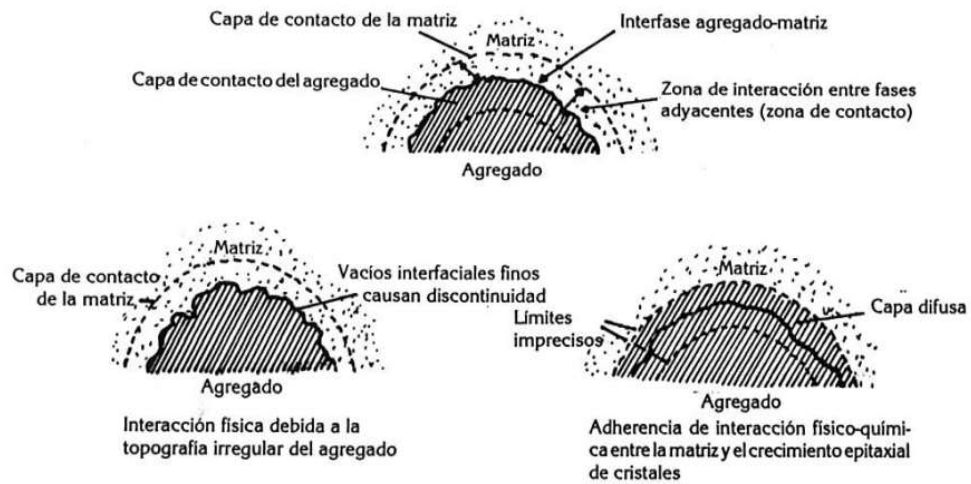


Figura 2. Representación de la interacción entre la matriz y agregados.

Fuente: "Tecnología del concreto y del mortero", por Sánchez, 2001, p. 130.

Existen diferentes factores que perjudican la resistencia del concreto los cuales son:

- La relación agua-cemento ( $a/c$ ): el incremento de  $a/c$ , hace que al momento de evaporarse el agua la pasta será más porosa y la resistencia disminuya; caso contrario al disminuir la relación  $a/c$ , el concreto se hace menos trabajable el cual requiere vibrador o compactación manual para obtiene una mayor resistencia (Niño, 2010).

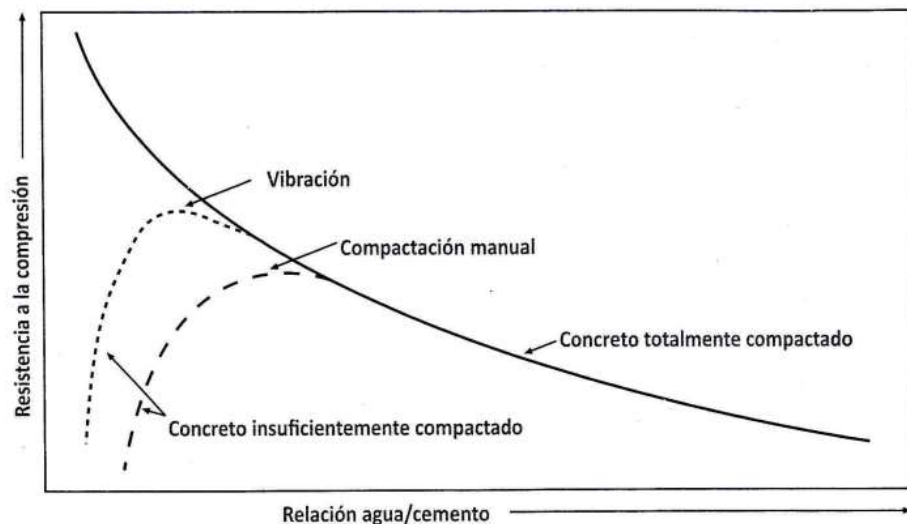


Figura 3. Resistencia a compresión en función de la relación  $a/c$ .

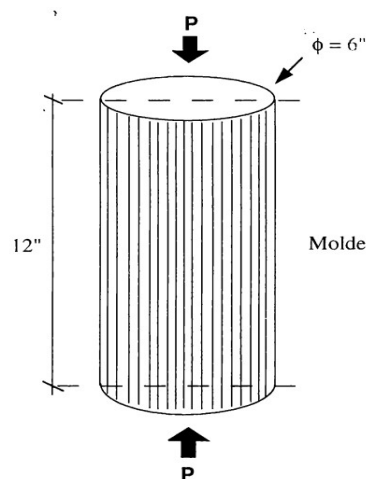
Fuente: "Tecnología del concreto tomo I materiales, propiedades y diseños de mezcla", por Niño, 2010, p. 121.

- El contenido de cemento: La resistencia es directamente proporcional a la cantidad de cemento, es decir, si se reduce la cantidad de cemento, la resistencia disminuye.
- El tipo de cemento: la existencia de diferentes cementos hace posible el cambio de tiempo para la adquisición de la resistencia deseada del concreto.
- Características de los agregados: tanto la granulometría, la resistencia del agregado fino y grueso, la textura y forma intervienen en los resultados que se desea obtener en la resistencia del concreto.
- Las condiciones de curado: interviene el control en el proceso de curado del concreto por los diferentes métodos que existen, los cuales mantienen a este hidratado.

Para Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, Tanesi (2004) y Niño (2010), indican la existencia de diferentes tipos de resistencia al concreto los cuales son:

- Resistencia a la compresión: es usada para los diferentes cálculos en las obras de puentes, edificios, pavimentos rígidos y otras estructuras.
- Resistencia a la flexión: es una medida de la resistencia a la tracción del concreto.
- Resistencia a la tensión: o llamada resistencia a la tracción, en el concreto esta resistencia es débil y no se toma en cuenta para las estructuras normales.
- Resistencia a cortante: es importante en el diseño de vigas y zapatas.

El ensayo que se realiza para medir la resistencia a la compresión es mediante la rotura de testigos de concreto aplicando carga sobre la superficie mediante una prensa, determinando así la carga máxima por unidad de área que soporta antes de fallar por compresión (Abanto, 2009).



*Figura 3. Molde para testigos de concreto y aplicación de carga P.*

Fuente: "Tecnología del concreto (teoría y problemas)", por Abanto, 2009, p. 51.



Se pueden usar otros grupos de edad para las pruebas; teniendo en cuenta que es importante conocer la relación entre el esfuerzo a los 28 días de edad y el esfuerzo en otros grupos de edad. La fuerza de 7 días generalmente se clasifica como el 75% de la fuerza de 28 días.

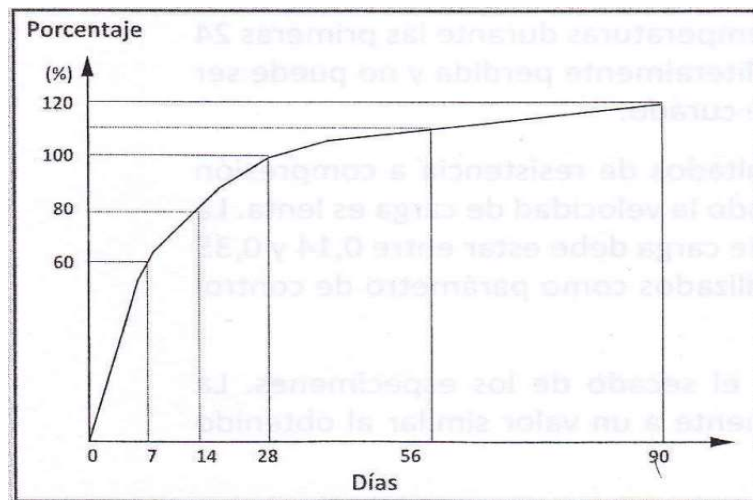


Figura 4. Curva de resistencia a la compresión - tiempo.

Fuente: “Tecnología del concreto tomo I materiales, propiedades y diseños de mezcla”, por Niño, 2010, p. 127.

#### 2.2.3.2.2 Elasticidad

Ortiz (2020, p. 35-36) nos explica que es una “propiedad mecánica, que genera deformaciones reversibles accionadas por fuerzas externas. Por lo tanto, es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener distorsión permanente”.

En relación al tema Rivva (1992) opina lo siguiente:

El concreto no es un material completamente elástico y la relación esfuerzo-deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Generalmente se conoce como Modulo de Elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparta de la recta y comienza a ser curva (p. 42).

#### 2.2.3.2.3 Impermeabilidad

Para Abanto (2009) indica lo siguiente:

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y, si están interconectadas, el agua puede penetrar o atravesar el concreto. La inclusión de aire (burbujas diminutas) así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad (p. 58).

#### 2.2.3.2.4 Masa unitaria

La unidad de masa de concreto endurecido es igual a la masa de concreto recientemente mezclado disminuyendo la cantidad de agua evaporada. El líquido que queda en el concreto es un aglutinante químico del cemento y el líquido no es volátil en condiciones normales, por lo que se mantiene sellado en poros y capilares (Niño 2010).

Tabla 6. Clasificación del concreto según la masa unitaria

Masa unitaria (kg/m <sup>3</sup> )	Descripción
500 – 2000	Concreto ligero
2000 – 2500	Concreto normal (convencional)
2600 - 5600	Concreto pesado

Fuente: Niño, 2010, p. 135.

#### 2.2.3.2.5 Durabilidad

Acerca del tema Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi (2004) explican lo siguiente:

La durabilidad del concreto se puede definir como la habilidad del concreto en resistir a la acción del ambiente, al ataque químico y a la abrasión, manteniendo sus propiedades de ingeniería. Los diferentes tipos de concreto necesitan de diferentes durabilidades, dependiendo de la exposición del ambiente y de las propiedades deseables. Los componentes del concreto, la proporción de éstos, la interacción entre los mismos y los métodos de colocación y curado determinan la durabilidad final y la vida útil del concreto (p. 13).

Según Sánchez (2001) y Niño (2010), las causas del deterioro del concreto pueden ser:

- Humedecimiento y secado, se centra en estructuras hidráulicas, por la presencia de los niveles de agua, se produce expansiones y contracciones creando agrietamientos en el concreto.
- Congelamiento y deshielo, el concreto saturado al momento de congelarse tiende a aumentar de volumen, produciendo esfuerzos internos de tensión generando fallas porque la resistencia a tensión en el concreto es baja.
- Abrasión, se ocasiona por el movimiento de fluidos creando fricción y generando desgaste sobre la superficie del concreto.
- Fuego, el concreto tiene una alta resistencia, el problema es cuando el refuerzo de acero está expuesto al fuego, este introduce temperaturas que generan la separación en el interior del concreto.

- Meteorización, es producida por la dilatación y contracción del concreto por el cambio de temperatura por acción del medio ambiente.
- Sustancias químicas, el concreto actúa bien frente a sustancias químicas siempre que no pasen el mínimo de concentración. El concreto es susceptible a los ataques por ácidos y sulfatos.
- Eflorescencias, este efecto se produce por metales alcalinos (sodio o potasio) y sales de calcio (carbonatos y sulfatos), los cuales por acción capilar se presenta en la superficie.

*Tabla 7. Requisitos de concretos con sulfatos*

Exposición al sulfato	Sulfatos solubles en agua, en suelos, porcentaje en peso	Sulfatos, en el agua, en partes por millón	Tipo de cemento	Relación agua – cemento máxima por peso	Resistencia mínima a la compresión f'c, en kg/cm2
Despreciable	0.00 a 0.10	0 a 150	-	-	-
Moderado	0.10 a 0.20	150 a 1500	II	0.5	280
Severo	0.20 a 2.00	1500 a 10000	V	0.45	320
Muy severo	Más de 2.00	Más de 10000	V con puzolanas	0.45	320

Fuente: adaptado de Sánchez, 2010, p. 156.

## **2.2.4. Materiales/ Componentes del concreto**

El concreto está compuesto por el cemento y agua estos reaccionan formando una pasta que trabaja conjuntamente con los agregados, en ciertas ocasiones se usa aditivos.

### **2.2.4.1. Cemento Portland**

El proceso de producción de clínker comienza combinando cal (como la piedra caliza), sílice y alúmina (como la arcilla) y óxido de hierro (como el hierro). La mezcla de materias primas se muele finamente en dosis apropiadas y luego se calienta con temperatura alrededor de 1500 grados centígrados, para que ocurra una reacción entre los componentes del cemento, a esto se le llama clínker de cemento Portland que después de enfriar, se agrega aprox. Sulfato de calcio al 6% (yeso) para combinar con el clinkers y obtener cemento portland (Rivva, 2000).

Matallana (2019, p. 31) explica que “[...] el cemento puede definirse como un material con propiedades adhesivas y cohesivas, que le permiten unir los fragmentos minerales (agregados), para formar un material compacto con resistencia y durabilidad propia (concreto)”.

En relación a ello se puede decir que el Clínter es un polvo finamente molido, al cual se le añade yeso, generando así el cemento, este último actúa en presencia de agua, forma una pasta que con el tiempo va endureciendo y adquiriendo propiedades como la resistencia y durabilidad.

### 2.2.4.1.1 Compuestos del cemento portland

“El cemento está compuesto por dos materias primas básicas: calizas y arcillas. Las primeras suministran calcio y las segundas sílice y alúmina. Además, contiene pequeñas cantidades de óxido de hierro, óxido de magnesio, álcalis y anhídrido sulfúrico” (Matallana, 2019, p. 31).

Tabla 8. Composición para el cemento portland

Componente	Fórmula	Procedencia	Abreviatura	Porcentaje
Ca, óxido de calcio	CaO	Rocas Calizas	C	60% - 67%
Sílice, óxido de silicio	SiO <sub>2</sub>	Areniscas	S	17% - 25%
Alúmina, óxido de aluminio	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Arcillas	A	3% - 8%
Oxido de hierro, férrico	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Arcillas, Pirita	F	0.5% - 6%
Magnesita, óxido de magnesio	MgO	Minerales varios	M	0.5% - 4%
Óxido de potasio Óxido de sodio	K <sub>2</sub> O, Na <sub>2</sub> O	Minerales varios	N, K	0.3% - 1.2%
Anhídrido sulfúrico	SO <sub>3</sub>	Minerales varios		2% - 3.5%

Fuente: Adaptado de Matallana, 2019, p. 32.

Estos componentes al combinarse forman compuestos químicos los cuales constituyen el 90 a 95% del cemento los cuales son:

Tabla 9. Compuesto principal del cemento

Designación	Formula	Abreviatura	Porcentaje
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	30% a 50%
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	15% a 30%
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	4% a 12%
Alumino ferrita tricálcica	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$	8% a 13%

Fuente: adaptado de Niño, 2010, p. 29.

- Silicato tricálcico ( $\text{C}_3\text{S}$ ), conocido como alita, se encarga de liberar gran cantidad de calor cuando reacciona con agua produciendo una alta resistencia inicial (Abanto, 2009).
- Silicato dicálcico ( $\text{C}_2\text{S}$ ), conocido como belita, el  $\text{C}_2\text{S}$  reacciona con el agua liberando poco calor, desarrollando resistencia a los siete días (Niño, 2010).
- Aluminato tricálcico ( $\text{C}_3\text{A}$ ), se encarga de producir un fraguado rápido, una resistencia mecánica liberando mucho calor de hidratación (Niño, 2010)
- Alumino ferrita tricálcica ( $\text{C}_4\text{AF}$ ), se hidrata rápidamente, pero desarrolla baja resistencia (Abanto, 2009).

Tabla 10. Valores típicos de los compuestos en cemento portland

Cemento	Composición química en %			
	$\text{C}_3\text{S}$	$\text{C}_2\text{S}$	$\text{C}_3\text{A}$	$\text{C}_4\text{AF}$
Portland				
Tipo I	48	27	12	8
Tipo II	40	35	5	13
Tipo III	62	13	9	8
Tipo IV	25	50	5	12
Tipo V	38	37	4	9

Fuente: Niño, 2010, p. 31.

#### 2.2.4.1.2 Tipos de cemento

La clasificación de los cementos está basada en las especificaciones que pide las normas:

- La norma ASTM C 150 establece especificaciones para cementos portland.
- La norma ASTM C 595 establece especificaciones para cementos adicionales o mezclados.
- La norma ASTM C 1157, establece especificaciones para el desempeño de cementos hidráulico.

Cementos Portland

Se encuentran 5 tipos de cemento que cumplen las normas ASTM C 150

- Cemento Portland tipo I: se emplean para obras en general, donde el concreto no necesita propiedades especiales.
- Cemento Portland tipo II: “es el cemento destinado a obras de concreto en general y obras expuestas a la acción moderada de sulfatos o donde se requiere moderado calor de hidratación” (Abanto, 2009, p. 17).
- Cemento Portland tipo III: desarrolla una alta resistencia de 3 a 7 días, se emplea para desencofrar más rápido los moldes, y no se recomienda trabajos masivos de concreto.
- Cemento Portland tipo IV: se emplea para trabajo de grandes volúmenes, presenta bajo calor de hidratación lo que genera más tiempo de manipulación del concreto.
- Cemento Portland tipo V: “es el cemento del cual se requiere alta resistencia a la acción de los sulfatos. Las aplicaciones típicas comprenden las estructuras hidráulicas expuestas a agua con alto contenido de álcalis y estructuras expuestas al agua de mar” (Abanto, 2009, p. 17).

#### Cementos adicionales o mezclados

- Cemento Portland de escoria tipo IS: cemento añadido entre 25 % a 70 % en peso de escoria.
- Cemento Portland de escoria modificado tipo I (SM): este cemento contiene de 25% a menos de escoria.
- Cemento Portland puzolánico tipo IP: cemento añadido entre 15% a 40% en peso de puzolana.
- Cemento Portland puzolánico modificado tipo I (PM): cemento añadido menos de 15% en peso de puzolana.
- Cemento Portland compuesto tipo I (Co): se le añade al cemento material calizo menos del 30% del peso.

#### Cementos adicionales especiales: cementos con propiedades específicas.

- GU: general, se emplea en situaciones que no se requiere algún atributo especial.
- HH: de alta resistencia inicial.
- MS: presenta una resistencia los sulfatos moderados.
- HS: presenta una resistencia los sulfatos alta.
- MH: presenta en cuando a calor de hidratación nivel moderado.
- LH: presenta en cuando a calor de hidratación nivel bajo.

En el Perú se fabrican los cementos Portland Tipo I, II, V, IP y IPM; los cuales se emplean para elaborar concretos de acuerdo a las especificaciones que se requieran en obra.

### 2.2.4.1.3 Propiedades del cemento

El cemento presenta una serie de propiedades de carácter químico, físico, mecánico, estas propiedades actúan en diferentes etapas aportando cualidades en la elaboración del concreto.

#### Propiedades Químicas

El clinker es formado a partir de materiales primas como la cal, sílice, alúmina y otros extrayendo óxidos los cuales al juntarse forman los compuestos que contiene el cemento  $C_3S$ ,  $C_2S$ ,  $C_3A$  y  $C_4AF$ , para cada tipo de cemento portland varía el porcentaje de los 4 compuestos, permitiendo diferentes propiedades.

- Hidratación del cemento: el cemento al entrar en contacto con el agua reacciona químicamente desarrollando sus propiedades aglomerantes, convirtiéndose en un agente de enlace, el cemento se hidrata con el agua formando una pasta manejable que con el tiempo va adquiriendo rigidez y dureza (Matallana, 2019 y Niño, 2010).
- Calor de hidratación: “durante el proceso de hidratación se efectúan reacciones químicas exotérmicas, es decir, reacciones que liberan calor, haciendo que los concretos aumenten su temperatura al fraguar y endurecer” (Niño, 2010, p. 34).

#### Propiedades físicas y mecánicas

- Densidad o peso específico: Es la relación que existe entre la masa y el volumen que está ocupando, para cementos portland el valor aproximado de su densidad esta entre 3.10 a 3,15 g/cm<sup>3</sup>, para cementos adicionales es de 2.90 g/cm<sup>3</sup> aproximadamente (Niño, 2010).
- Superficie específica o finura: La finura de la molienda, está ligado a su valor hidráulico es decir una molienda más fina genera cementos que endurecen más rápido al igual que desarrolla su resistencia rápidamente, sin embargo, una molienda más fina genera mayores gastos en la fabricación del cemento. (Sánchez, 2001).
- Consistencia normal: La consistencia normal indica la fluidez normal de la pasta al momento de agregar una cantidad determinada de agua, esta cantidad puede variar dependiendo de la finura del cemento (Niño, 2010).
- Tiempo de fraguado: Es el plazo en el cual la pasta cambia de estado fresco a endurecido. El fraguado inicial comienza desde el momento que se produce la mezcla del cemento y agua formando una pasta fluida, hasta el momento que pierde su viscosidad. El fraguado final inicia del momento en que la pasta no se deforma al aplicarle una carga mínima, hasta que la pasta se endurece y adquiere resistencia (Niño, 2010).

- Falso fraguado: Se refiere cuando la pasta adquiere una rigidez prematura en los primeros minutos de su preparación, la solución es mezclar de nuevo sin adicionar agua para que recupere su fluidez y plasticidad.

#### **2.2.4.1.4 Fabricación del cemento**

Se fabrica con dos materiales; material calcáreo los cuales pueden ser piedra caliza, greda o marga, conchas y material arcilloso como la arcilla o pizarra; en algunas ocasiones estos dos materiales se encuentran combinados es por ello que se debe tener siempre presente la dosificación de estos. Se procede a moler las materias primas y se calienta alrededor de 1500 °C en hornos giratorios, el material resultante que sale de los hornos se les llama Clinker, el cual al enfriarse y ser molido en polvo fino añadiendo de 3 a 4 % de yeso se produce lo que se conoce como Cemento Portland (Choque, 2015).

#### **2.2.4.1.5. Fábricas de cemento en el Perú**

En los últimos años, el incremento en las construcciones generó el crecimiento de las fábricas de cemento, algunas de las más importantes son:



Tabla 11. Fábricas de cemento en el Perú

Cementera	Descripción	Producto
Cemento Andino S.A.	Empresa fundada el 21 de abril del año 1952 con el nombre de Perú Central S.A.; no es hasta el 20 de enero de 1956 que se llama Cemento Andino S.A., actualmente pertenece a la UNACEM (unión de Cemento Andino y Cemento Lima)	Cemento Portland Tipo I, II, V, Puzolánico Tipo I (PM)
Cementos Lima S.A.	Es una de las empresas más grandes del Perú, sus inicios se remontan al año 1916, actualmente pertenece a la UNACEM	Cemento Portland Tipo I "SoF", IP "Super Cemento Atlas"
Cemento Pacasmayo S.A.	Es la empresa con más versatilidad e innovación, produciendo una gran cantidad de cementos para las diferentes necesidades constructivas del país.	Cemento Portland Tipo I, II, V, Puzolánico IP, Compuesto ICo, MS, Extraforte, Extradurable
Yura S.A.	Empresa que opera desde el año 1966 en la Región Sur del Perú, produce cementos adicionados con puzolana natural.	Cemento Portland Tipo I, IP, IPM
Cemento Sur S.A.	Empresa subsidiaria de la empresa Yura S.A. ubicado en el distrito de Caracoto, region Puno.	Cemento Portland Tipo I "Rumi", Puzolánico IPM "Inti", II, V
Cementos Inka S.A.	Es una de las empresas más jóvenes del Perú, pero tiene una gran aceptación, fundada en el año 2007, produciendo una gran variedad gracias a su planta con tecnología de punta.	Cemento Portland Tipo I, ICo "Ultra resistente", HS "Antisulfre", Albañilería

Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.4.2. Agua

El agua al mezclarse con el cemento genera una pasta hidratada, generando reacciones para luego trabajar con los agregados, produciendo así el concreto, se recomienda trabajar con agua potable aquella que no tiene sabor, olor o color. De igual manera se puede trabajar con agua no potables que cumplan con los requisitos de calidad. Según Ortiz (2020, p. 39) explica que "el agua empleada para concretos y morteros debe cumplir con características de agua 100% cristalina, claras, liberadoras de azúcares, ácidos, álcalis, materias orgánicas y de aceites, sobre todo debe ser agua potable".

El agua potable generalmente es segura, pero el agua no potable también puede ser adecuada para hacer concreto. Generalmente es útil el agua con un pH de 6 a 8, que no sea un color oscuro o un olor específico no siempre indica la presencia de sustancias nocivas (Contreras y Velazco, 2018).

El empleo de agua es esencial porque permite la trabajabilidad y consistencia del concreto de igual manera genera espacios permitiendo que la pasta al momento de hidratarse puede desarrollarse con normalidad (Rondón, 2018).

#### 2.2.4.2.1 Requisitos de calidad

Rivva (1992) y Abanto (2009) determina que el agua debe estar limpia y libre de aceites, ácidos, bases, sales y sustancias orgánicas que puedan ser dañinas para el hormigón o el acero, por lo que se requieren análisis de laboratorio para determinar la calidad del agua. Los valores de la siguiente tabla indican los requisitos que no deben superar las sustancias presentes en el agua.

*Tabla 12. Requisitos de calidad*

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Abanto, 2009, p. 21.

#### 2.2.4.2.2 Aguas prohibidas

Podemos encontrar todo tipo de agua que no cumple con los requisitos de calidad, son: agua ácida, agua calcárea (como agua mineral, agua carbonatada), agua de mina, agua que contiene residuos industriales, contenido de cloruro de sodio superior al 3% o sulfúrica sal ácida superior al 1%, agua con materia orgánica, agua con humus o ácidos orgánicos, agua con alto contenido de sales disueltas de sodio o potasio (Choque, 2015).

#### 2.2.4.2.3 Impurezas en el agua de mezclado

Se cree que el agua que es apta para beber, es apta para la fabricación del concreto, pero eso no es del todo cierto, porque pueden contener sustancias que perjudiquen al concreto o al acero; algunas de las impurezas más comunes que podemos encontrar en el agua son las siguientes:

- Carbonatos y bicarbonatos alcalinos: la cantidad de carbonatos y bicarbonatos pueden causar fraguados más rápidos o lentos.

- Cloruros y sulfatos: los cloruros generan corrosión al acero y los sulfatos atacan al concreto produciendo fisuras generando compuestos expansivos.
- Sales inorgánicas: sales como manganeso, estaño, zinc, cobre y plomo en cantidades mayores generan problemas en el concreto.
- Partículas en suspensión: La cantidad de arcillas y limos que superan el 2000 ppm pueden generar el empleo de más cantidad de agua en la mezcla o produciendo eflorescencias.

### **2.2.4.3. Agregados**

Matallana (2019, p. 63) indica que “los agregados para concretos pueden definirse como una masa de materiales, generalmente inertes, constituida por una combinación de agregados naturales o producidos al triturar rocas de mayor tamaño, y que usados con la pasta de cemento forman el concreto”.

Los agregados son materiales inertes razón de ello no poseen reacciones químicas que se genera al producir el concreto, forman el 75 % del volumen de la mezcla aproximadamente y estas pueden ser del desprendimiento de las canteras, sus dimensiones están establecidas según la NTP 400.011, se recomienda que, para un mejor enlace con la pasta, la superficie del agregado debe estar libre de impurezas como el barro, limo y material orgánico. (Abanto, 2009).

#### **2.2.4.3.1 Clasificación de los agregados**

Clasificación según su procedencia

Agregado natural

Matallana (2019, p. 64) manifiesta que “los agregados naturales proceden de rocas ígneas, metamórficas o sedimentarias; como producto de la intemperie, la erosión y por el arrastre del agua o glaciares, que dan origen a partículas de piedra, gravas, arenas, limos y arcillas”.

Niño (2010, p. 59) indica que “[...] los agregados naturales se obtienen de la explotación de depósitos de arrastres fluviales (arena y gravas de río), o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales”.

Estos agregados pueden ser usados con su gradación natural al momento de su extracción.

Agregado artificial

Sánchez (2001, p. 70) expresa que “estos agregados se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros. Por lo general estos agregados son más ligeros o pesados que los ordinarios”.

Clasificación por su gradación

Se refiere a la clasificación por el tamaño de partículas de un agregado, estas pueden ser agregados finos y agregados gruesos.

Tabla 13. Clasificación general de los agregados según su tamaño

Tamaño de las partículas en mm (pulg.)	Denominación más corriente	Clasificación por gradación	Clasificación como agregado
Inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	Material no recomendable
Entre 0.002 – 0.074 (N° 200)	Limo		
Entre 0.074 – 9.50 (N° 200) – (3/8")	Arena	Agregado fino	Material apto para producir concreto
Entre 9.50 – 19.1 (3/8") – (3/4")	Gravilla	Agregado grueso	
Entre 19.1 – 50.8 (3/4") – (2")	Grava		
Entre 50.8 – 152.4 (2) – (6")	Piedra		
Superiores a 152.4 (6")	Rajón, piedra bola		

Fuente: adaptada de Sánchez, 2001, p. 70.

#### Agregado fino

Se considera como agregado fino a la arena o la descomposición natural de las rocas, cuyo tamaño de sus partículas están comprendidos no menores a 0.074 mm (N° 200) y no mayores de 9.50 mm (3/8"), para algunos autores el agregado fino posee como tamaño máximo de 4.76 mm (N° 4).

El agregado fino debe estar dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037.

#### Agregado Grueso

El material retenido en el tamiz NTP 4,75 mm (N° 4) se define como agregado grueso y cumple la norma NTP 400.037.

Entre los agregados gruesos que podemos emplear para la elaboración del concreto tenemos a la grava o también llamado canto rodado, provienen de la desintegración natural de las rocas encontrándose en los lechos de ríos en depósitos naturales; piedra chancada o partida, es producto de la trituración artificial de rocas o grava, debido a la manipulación se puede fabricar de diferentes tamaños de partículas de acuerdo a la necesidad que se requiera, algunos ensayos indican que los concretos con piedra chancada adquieren un poco más resistencia que los concreto con canto rodado (Abanto, 2009).

#### Clasificación por su densidad

La densidad es la relación que existe entre la masa por unidad de volumen; podemos clasificar a los agregados en 3 grupos.

Tabla 14. Clasificación de los agregados por densidad

Clasificación del agregado	Masa Unitaria aproximada (kg/m <sup>3</sup> )		Variedades más comunes de agregado	Ejemplo de uso
	Del agregado	Del concreto		
Liviano	480 - 1300	13 – 100	Pizarras expandidas esquistos, escoria, arcilla	Concretos livianos estructurales
		500 - 1350		
Normal	1300 - 2000	2000 - 2500	Arena, grava, piedra triturada, clinker, escoria de fundición	Obras en concreto en general arena, grava, piedra
Pesado	2000 – 5600	> 2500	Barrita, limonita, magnetita, limadura de acero hematita	Concreto para macizos de anclaje, para protección contra radiaciones, etc.

Fuente: Niño, 2010, p. 60.

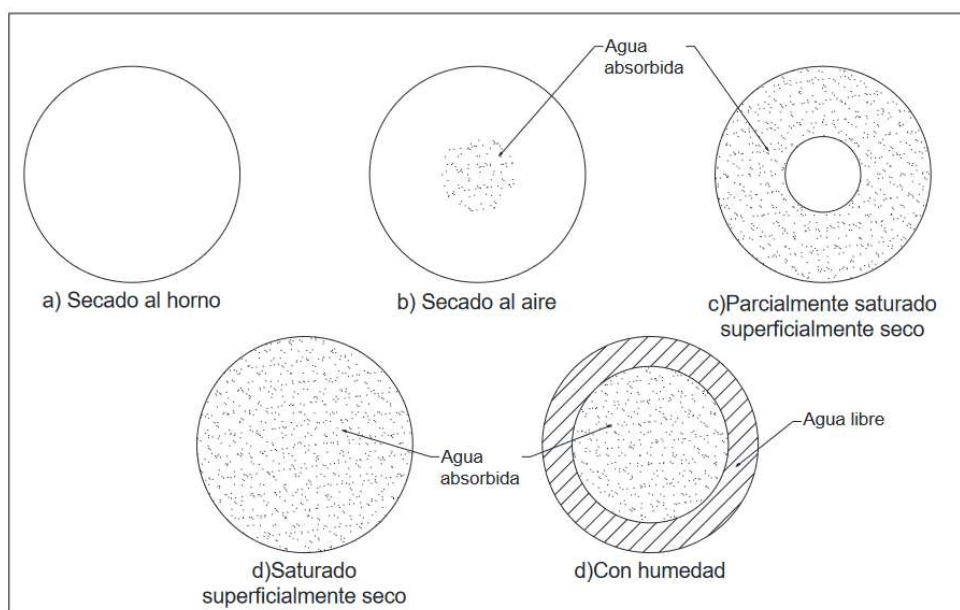
#### 2.2.4.3.2 Propiedades de los agregados

##### Propiedades Físicas

Debido a la gran demanda para el uso de los agregados en el concreto, estas deben ser idóneas y acordes a la necesidad que se requiere, algunas de las propiedades físicas más importantes son las siguientes:

##### Saturación

Existen diferentes estados de saturación del agregado los cuales se debe tener en cuenta al momento de realizar una mezcla de concreto, esto determinara si se aumenta o disminuye la cantidad del agua a emplear.



*Figura 4. Estados de saturación del agregado.*

Fuente: “Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa”, por Contreras y Velasco, 2018, p. 14.

#### Peso específico

La densidad es la relación entre la masa y el volumen. En el caso de los agregados existen diferentes pesos específicos de acuerdo al estado de saturación que sus partículas se encuentran.

#### Peso unitario

Se conoce también como peso volumétrico, esta es la relación que existe entre el peso y el volumen que ocupa una determina muestra.

Se determina el PUSC y PUSL, los cuales tiene un procedimiento similar, el cual consisten en llenar el agregado en un recipiente en tres capas de igual espesor, la diferencia radica en que se apisona con una varilla 25 golpes por cada capa en el peso unitario seco compactado y el suelto se trabaja con los vacíos.

#### Absorción y porosidad

Un agregado con partículas porosas es menos duro que con partículas duras, esto afecta a la resistencia y durabilidad por congelamiento y deshielo, además está ligado a la cantidad de absorción de agua generando así los estados de saturación. Para determinar la capacidad de absorción basta con determinar los pesos de una muestra saturada y seca, expresadas en porcentaje.

#### Humedad

La humedad se refiere al contenido de agua que posee el agregado en un determinado tiempo, este contenido de agua se tomara en cuenta por que influye en la dosificación de la mezcla del concreto.

## Granulometría

La granulometría es la distribución en el tamaño de las partículas de un agregado mediante el empleo de tamices que dividen las partículas de las cuales se procederán a pesar.

### Granulometría para agregado fino

Rivva (1992, p. 19) indica que “la granulometría seleccionada deberá ser preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, y N° 100 de la serie Tyler”.

Se recomienda que el agregado fino se encuentre de los límites en concordancia con las normas.

*Tabla 15. Límites de granulometría del agregado fino*

Malla	Abertura mm	Porcentaje que pasa (acumulativo)
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 um	25 a 60
N° 50	300 um	10 a 30
N° 100	150 um	2 a 10

Fuente: Abanto, 2009, p. 24.

### Granulometría para agregado grueso

Al igual que el agregado fino, se recomienda que el agregado grueso se encuentre de los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o la Norma ASTM C 33.

Tabla 16. Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso

Huso	Tamaño Máximo Nominal		Porcentaje que pasa por los Tamices Normalizados (ASTM C 33, NTP 400.037)													
			100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 um
	mm	pulg	4 pulg	3 ½ pulg	3 pulg	2 ½ pulg	2 pulg	1 ½ pulg	1 pulg	¾ pulg	½ pulg	3/8 pulg	Nº 4	Nº 8	Nº 16	Nº 50
1	90 mm a 37,5 mm	3 ½ pulg a 1 ½ pulg	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm	2 ½ pulg a 1 ½ pulg	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm	2 pulg a 1 pulg	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 15	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm	2 pulg a Nº 4	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 19 mm	1 ½ pulg a ¾ pulg	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm	1 ½ pulg a Nº 4	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm	1 pulg a ½ pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm	1 pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm	1 pulg a Nº 4	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm	¾ pulg a 3/8 pulg	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm	¾ pulg a Nº 4	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12,5 mm a 4.75 mm	½ pulg a Nº 4	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.36 mm	3/8 pulg a Nº 8	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm	3/8 pulg a Nº 16	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm	Nº 4 a Nº 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: Adaptado de NTP 400.037



### Módulo de finura

Es un índice que permite identificar si un material es fino o grueso; si el valor se aproxima a cero indica que es un agregado fino y cuando se aleja indica que es un agregado grueso. Para hallar el módulo de finura de un agregado se suman los porcentajes acumulados retenidos de la serie de tamices dividiendo entre 100 (Abanto, 2009).

El MF del agregado fino se debe estar en los límites de 2.35 y 3.15 según las normas, en caso no se encuentre en el rango se recomienda mezclar con otro agregado fino.

### Tamaño máximo y tamaño máximo nominal

El tamaño máximo de un agregado se mide de acuerdo a la abertura del menor tamiz por donde pasa el 100% del material.

El TMN se define como el tamiz superior a aquel porcentaje retenido acumulado de 15% o más.

Para el caso de agregados gruesos de debe tener en cuenta el TM y TMN para los diferentes trabajos de concreto armado permitiendo la colocación con facilidad entre los encofrados y las armaduras de acero (Abanto, 2009).

### Forma de las partículas

La forma de las partículas del agregado depende mucho de la procedencia u origen del tipo de roca las cuales pueden ser ígneas, sedimentarias y metamórficas; en un material se puede encontrar partículas geométricas variables entre las cuales podemos resaltar:

*Tabla 17. Clasificación de las partículas según su forma*

Clasificación	Descripción
Redondeada frotamiento	Totalmente desgastada por el agua o completamente limada por frotamiento
Irregular	Irregularidad natural, o parcialmente limada por frotamiento y con caras redondeadas
Angular	Posee caras bien definidas que se forman en la intersección de caras más o menos planas.
Escamosa (laminar)	Material en el cual el espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones.
Elongada	Material normalmente angular, en el cual la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones.
Escamosa y elongada	Material cuya longitud es considerablemente mayor que el ancho y esta considerablemente mayor que el espesor.

Fuente: adaptada de Sánchez, 2001, p. 93.

La forma de las partículas está ligado a las propiedades del concreto, es por ello que se debe minimizar la cantidad de partículas alargadas, planas y escamosas siendo estas perjudiciales para el concreto (Niño, 2010).

### Textura

Es la propiedad del agregado que indica que tan lisa o áspera es la superficie de sus partículas. Se recomienda tener agregados con superficie áspera para tener una mejor adherencia con la pasta.

Tabla 18. Clasificación de la textura superficial - agregados

Grupo	Textura Superficial	Características
1	Vítrea	Fractura coloidal
2	Lisa	Desgaste por el agua, o losa debido a la fractura de la roca laminada o de grano fino
3	Granular	Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados.
4	Áspera	Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen partículas cristalinas no fácilmente visibles.
5	Cristalina	Contienen partículas cristalinas fácilmente visibles.
6	Apanalada	Con poros y cavidades visibles.

Fuente: Sánchez, 2001, p. 94.

#### Propiedades químicas

##### Epitaxia

La epitaxia es una reacción química que poseen los agregados calizos al momento de adherirse con la pasta, es la única reacción favorable conocida en la actualidad (Niño, 2010).

##### Relación agregado - álcali

Algunos agregados presentan sílice activa estos reaccionan al contacto con el álcali del cemento generando expansiones produciendo la destrucción de la masa y pérdida de la resistencia del concreto, existen ensayos químicos para detectar la sílice activa en agregados (Niño, 2010).

#### Propiedades mecánicas

##### Resistencia de las partículas

Al momento de seleccionar un agregado, en especial el agregado grueso se debe tener en cuenta la resistencia de sus partículas, estas deben ser sometidos a ensayos de trituración, asegurando de esta manera que no fallen antes que el concreto endurezca.

##### Tenacidad

Para Niño (2010) indica en relación al tema:

La tenacidad o resistencia a la falla por impacto es una propiedad que depende de la roca de origen y se debe tener en cuenta ya que tiene mucho que ver con el manejo de los agregados, porque si estos son débiles ante las cargas de impacto, se puede alterar su granulometría y también disminuir la calidad del concreto que con ellos se elabore (p. 83).

##### Adherencia

Se conoce como adherencia a la fuerza de origen químico - físico que permite la unión de las partículas del agregado con la pasta, esta depende en su mayoría de la pasta y la forma y textura del agregado, entre más adherencia se encuentre en el concreto mayor será la resistencia (Sánchez, 2001).

##### Dureza

Depende de las propiedades, estructura y origen de la composición mineral del relleno. Cuando se prepara concreto que está sujeto a un alto desgaste debido a la fricción o la abrasión, como en aplicaciones de pavimentación o revestimiento de canales, la dureza del agregado grueso es una característica importante en la selección del material (Niño, 2010).

#### Sustancias perjudiciales

Existen sustancias perjudiciales en los agregados que afectan directamente al concreto, entre las más conocidas tenemos los siguientes:

- Contenido de arcilla: una gran cantidad de partículas pequeñas en el agregado afectan al fraguado y la resistencia del concreto.
- Sales solubles: el agregado puede presentar grandes cantidades de sulfatos o cloruros, estos afectan directamente a la durabilidad del concreto y la corrosión del acero respectivamente.
- Material orgánico: afectan en la hidratación del concreto aquel material orgánico descompuesto de vegetales, hojas, tallos impregnados en la superficie de los agregados.

#### **2.2.4.4. Aditivos**

Respecto al tema, Rivva (1992) explica lo siguiente:

Se define a un aditivo como un material distinto de agua, del agregado, o del cemento, el cual es utilizado como un componente del concreto y que se añade a éste antes o durante el mezclado a fin de modificar una o algunas de sus propiedades (p. 26).

##### **2.2.4.4.1 Criterios para el empleo de aditivos**

El empleo para el uso de los aditivos depende de qué características se necesita modificar para los trabajos requeridos, entre estas características podemos encontrar:

- Mejora la trabajabilidad sin cambiar el contenido de humedad.
- Reduzca o acelere el tiempo de fraguado
- Acelera la formación de resistencias en la primera edad.
- Variar la tasa de producción de calor de hidratación.
- Reduce la exudación y el sangrado.
- Mayor durabilidad o resistencia a condiciones de exposición severa.
- Reducción de la permeabilidad a los fluidos.
- Reducir la segregación.
- Reducir la contracción.
- Aumenta la adherencia entre el concreto viejo y el nuevo.
- Mejorar la unión entre concreto y barras de acero.

#### 2.2.4.4.2 Clasificación de aditivos

Los aditivos se clasifican de la siguiente manera:

*Tabla 19. Clasificación de los aditivos para concreto*

Tipo de Aditivo		Efectos deseado
Aditivos convencionales	Plastificantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12%.
	Retardantes	Retardar el tiempo de fraguado.
	Acelerantes	Acelerar el fraguado y el desarrollo de la resistencia a edades tempranas.
	Plastificantes retardantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y retardar el fraguado.
	Plastificantes acelerantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y acelerar el fraguado.
	Superplastificantes	Superplastificar o reducir agua entre el 12% y el 30% y retardar el tiempo de fraguado.
Inclusores de Aire		Aumentar la impermeabilidad y mejorar la trabajabilidad.
Aditivos Minerales	Cementantes	Aumentar propiedades cementantes. Sustituir parcialmente el cemento.
	Puzolanas	Mejorar la trabajabilidad, la plasticidad, la resistencia a los sulfatos.
		Reducir la reacción álcali-agregado, la permeabilidad y el calor de hidratación.
		Sustituir parcialmente el cemento y rellenar.
Inertes	Mejorar la trabajabilidad y rellenar	
Aditivos Misceláneos	Formadores de gas	Provocar expansión antes del fraguado
	Impermeabilizantes	Disminuir la permeabilidad
	Ayudas de Bombeo	Mejorar la capacidad de bombeo
	Inhibidores de corrosión	Reducir el avance de la corrosión en ambientes con cloruros
	Colorantes	Colorear concreto

Fuente: Adaptada de Niño, 2010, p. 91.

#### 2.2.5. Curado

Es el proceso donde el concreto hidráulico adquiere propiedades en estado endurecido como la resistencia por el contenido de humedad, permitiendo una adecuada hidratación (ACI 308, 1992).

Respecto al tema, Loya (2018) indica:

Se entiende por curado del concreto mantener un adecuado contenido de humedad y temperatura a edades tempranas de manera que el concreto pueda desarrollar las propiedades con las cuales fue diseñada la mezcla, es importante comenzar a curar el concreto inmediatamente después del fraguado (p. 64).

Abanto (2009, p. 235) explica que “el curado es un proceso que consiste en mantener húmedo al concreto por varios días después de su colocación, con el fin de permitir la reacción química entre el cemento y el agua (hidratación del cemento)”.

Parra Harmsen (2017) indica que:

El curado es el proceso por el cual se busca mantener, en el concreto, la temperatura y el contenido de humedad adecuados por un período de tiempo especificado, que empieza inmediatamente después de su colocación (vaciado) para que se desarrollen las propiedades mecánicas necesarias en el concreto (p. 106).

El concreto adquiere el 70% a 75% aproximadamente de su resistencia a los primeros 7 días del vaciado por ello es necesario mantener húmedo todo el tiempo posible; inicialmente la mezcla de concreto contiene más agua de la necesaria para la reacción con el cemento, por esta razón al momento que el concreto adquiere rigidez y dureza se debe controlar la pérdida por secado o evaporación por agentes climáticos como el viento o sol.

#### **2.2.5.1. Factores para realizar un buen curado**

- Contenido adecuado de humedad: controlar la cantidad de evaporación de agua de la mezcla, la pérdida de agua excesiva genera agrietamientos.
- Temperatura apropiada: la temperatura afecta el tiempo de curado, si la temperatura es alta genera una hidratación más rápida, permitiendo alcanzar un alto porcentaje de resistencia con un adecuado curado en los primeros días de edad del concreto.
- Tipo de cemento: El tiempo de curado está relacionado con el cemento empleado, si este es tipo I, II y IV será necesario curar como mínimo 7 días a partir del colocado de concreto; si se emplea cemento tipo IP o IPM, el tiempo de curado es de 10 días (Contreras y Velazco, 2018).

#### **2.2.5.2. Clasificación de los métodos de curado**

Existen diferentes métodos de curado, estos se pueden clasificar en curado tradicional y el curado por aditivos.

*Tabla 20. Clasificación de los métodos de curado*

Método	Descripción	Se encuentran
Curado Tradicional	Por aplicación del agua suministrándola a la superficie	Anegamiento o inmersión
		Dispersión discontinua
		Rociado de niebla o aspersión
		Costales
		Curado con tierra
		Arena y aserrín
		Paja o heno
		Curado con material absorbente
Curado con Aditivo	Por tratamiento para la pérdida de humedad	Películas plásticas
		Membranas de curado
		Papel impermeable

Fuente: Elaboración propia

Anegamiento o inmersión

Según Matallana (2019) manifiesta lo siguiente:

Este método es tal vez el más completo, pero a la vez, el menos utilizado por la dificultad que presenta al ejecutarse en algunas estructuras. Consiste en la inmersión total en agua de la estructura terminada; es ideal para piezas pequeñas prefabricadas, en losas, alcantarillas, pavimentos y techos horizontales, entre otros (p. 241).

Este método tradicional es el más empleado en el curado en laboratorio, siendo esta una problemática por el hecho que este método es difícil de realizar en campo.

Dispersión discontinua

Este método de curado tradicional consiste en la aplicación de agua dispersándola sobre la superficie del concreto en diferentes intervalos de tiempo del día, de manera no continua, este método es el más empleado en obras donde facilita el control y la supervisión del curado, estableciendo un horario para su aplicación, se recomienda que los intervalos de tiempo para la aplicación no sean largos por que se corre el riesgo que se seque la superficie del concreto, para ello se debe tener en cuenta los agentes ambientales.

En referencia a los métodos tradicionales de curado por inmersión y dispersión discontinua con agua se puede mencionar que en múltiples proyectos de construcción existe una falencia al momento de representar una muestra mediante un testigo por falta de conocimiento de los profesionales o trabajadores un ejemplo claro es la aplicación del método de dispersión discontinua en las estructuras elaboradas por concreto, estas poseen testigos elaborados para representarlas las cuales no están sometidas al mismo método de curado, siendo en su mayoría están saturadas las 24 horas al día en pozos

o cilindros llenos de agua (curado por inmersión), es por ello que se concluye que estos testigos de muestra no representan a las estructuras de concreto por tener métodos diferentes de curado.

#### Rociado de niebla o aspersión

En relación al tema Abanto (2009) indica:

El rociado de niebla o aspersión mediante boquillas o aspersores proporciona un curado excelente, cuando la temperatura es bastante superior a la de congelación. Los aspersores de jardín son efectivos cuando no hay que preocuparse por el consumo de agua. La aspersión o rociado intermitentes no son recomendables si permiten que se seque la superficie del concreto (p. 237).

#### Curado con tierra

Para Rondón (2018) indica:

En este método se utiliza tierra sobre las estructuras de concreto recién elaboradas, la cual se riega periódicamente con agua para retener la humedad, como precaución en este método es necesario revisar que la tierra usada no contenga partículas con tamaños mayores a 25 mm y que no contengan materias orgánicas que reaccionen con el concreto (p. 16-17).

#### Arena y aserrín

El curado con arena o aserrín se trabaja de la misma forma que el curado con tierra, se debe tener cuidado que el aserrín no presente cantidades excesivas de ácido tánico, el cual produce deterioro en las superficies del concreto (Matallana, 2019).

#### Curado con material absorbente

Se emplean materiales que retengan la humedad como los sacos, arpilleras, mantas de algodón, alfombras y toda cubierta que tenga la capacidad de absorber y retener agua, se conoce que mientras más pesado sea el material empleado para el curado requerirá mayor cantidad de agua, pero se reducirá la cantidad de veces que se debe estar remojando (Abanto, 2009; Loya, 2018).

#### Películas plásticas

Las películas plásticas poseen un peso liviano y podemos encontrar en dos colores blancas y negras, las blancas se emplean en climas cálidos, las negras se usan en climas fríos además dichas películas deben cumplir con la norma ASTM C 171 con un espesor mínimo de 0.10 mm. Se aplican sobre la superficie del concreto en el momento que adquiere cierta resistencia y no pierde su forma al aplicarle una carga, se debe cubrir totalmente evitando dejar partes expuestas (Abanto, 2009).

#### Membranas de curado

Abanto (2009, p. 239) explica “estos compuestos consisten esencialmente en ceras, resinas naturales o sintéticas, así como solventes de volatilidad elevada a la temperatura atmosféricas y deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM C 309”.

Estos compuestos se aplican sobre la superficie formando una capa o membrana que evita la evaporación del agua, este compuesto debe aplicarse uniformemente de tal manera que la membrana no presente poros o espacios vacíos, algunos de estos compuestos son aditivos curadores.

Sika Antisol S: Es un producto químico en líquido listo para usar, que evita la disminución de humedad de las superficies de concreto recién aplicadas. Forma un sello que reduce la evaporación del agua de la mezcla de concreto.

Ventajas

- En general, mejora la apariencia de la superficie.
- Reducir el agrietamiento o dirigirlo.
- Ayudarlo a obtener resistencia al concreto.
- Reducir la contracción.
- Mantener la hidratación del cemento
- Reducir otros costosos métodos de curado y tiempo
- La adherencia del acabado a la superficie del concreto no se ve afectada.
- El color del líquido de aditivo es transparente

Membranil Reforzado Chema: es un aditivo de película líquida para hormigón fresco para formar un revestimiento evitando la evaporación del agua, este es flexible y duradero a la corrosión que evita la evaporación del agua de amasado y asegura una adecuada humectación del hormigón. Este procedimiento reemplaza la conservación tradicional de 7 días con agua.

Ventajas

- La membrana retiene agua en la mezcla.
- Reemplaza el tratamiento de agua tradicional de 7 días en una sola aplicación.
- Prolonga el tiempo de hidratación del concreto, previene el agrietamiento por secado prematuro.
- Apto para todo clima.
- Sin necesidad de mano de obra especializada, fácil aplicación con mochila.
- El color del líquido del aditivo es blanco lechoso

Papel impermeable

Loya (2018, p. 72) indica que “es utilizado como las láminas plásticas, pero no mancha la superficie. Este papel consiste generalmente en dos capas de papel kraft cementadas justas y reforzadas con fibras. El papel deberá estar conforme a la ASTM C171”.

### 2.2.10.3. Inicio de curado

El curado del concreto se debe iniciar lo más antes posible, previniendo que no se maltrate la superficie donde se aplicara, se recomienda el tiempo de curado después del vaciado en la siguiente tabla.

*Tabla 21. Tiempo transcurrido para el curado*



Clima	Tiempo Después Del Vaciado
Calurosos y secos	1 a 3 horas
Templados	2 ½ a 5 horas
Fríos	4 ½ a 7 horas

Fuente: adaptada de Abanto, 2009, p. 239.

### 2.2.6. Clima en la ciudad de Ayacucho

El clima en la región de Ayacucho es templado, con lluvias moderadas, es por esta razón que generalmente se emplean cementos portland tipo I para las diferentes obras de construcción.

Para la obtención de los resultados de la rotura de testigos elaborados a los cuales no se les aplicó ningún método de curado solamente se encontraban expuestos al clima de la ciudad de Ayacucho es necesario la recopilación de información de datos meteorológicos de los meses de marzo y abril del 2022, siendo este tiempo en donde se elaboró los testigos cilíndricos de concreto y fueron expuestos al clima.

Tabla 22. Datos meteorológicos de la estación Wayllapampa del mes de marzo 2022

Estación Wayllapampa				
Departamento	Ayacucho		Provincia	Huamanga
Latitud	13°4'35.4"		Longitud	74°12'59.4"
Tipo	CO - Meteorológica		Altitud	2470 msnm.
Día/Mes/Año	Temperatura		Humedad Relativa	Precipitación
	Máxima	Mínima		
01/03/2022	23.4	12.5	81.3	2.8
02/03/2022	25.2	9.7	78.6	0.7
03/03/2022	25.6	8.7	76.1	11.2
04/03/2022	25.5	13.3	77.9	3.1
05/03/2022	22.6	12.9	82.3	2.2
06/03/2022	26.4	13.5	77.4	22.7
07/03/2022	24.2	12.1	82.1	1.9
08/03/2022	26.3	9.6	75.8	3.2
09/03/2022	24.8	13.2	87.4	2.1
10/03/2022	26.6	13.4	74.3	0.4
11/03/2022	25.4	13	77	0.2
12/03/2022	25.7	12.9	76.7	3.7
13/03/2022	23.5	13.4	74.3	0.2
14/03/2022	24	10	74.3	14.1
15/03/2022	24.4	12.6	76.6	2.9
16/03/2022	26.6	10.3	65.6	0
17/03/2022	26.9	7	70	0
18/03/2022	26.3	6.8	71.8	0
19/03/2022	27.5	7.1	68.9	0
20/03/2022	25.9	9.4	75.3	4.1
21/03/2022	25.1	12.5	81.2	0
22/03/2022	25.7	12.1	77.3	0
23/03/2022	25.5	9.5	64.9	0
24/03/2022	27.6	8.8	70.4	1.6
25/03/2022	26.7	10.5	76.2	4.4
26/03/2022	25.5	11.7	77.3	6
27/03/2022	25.7	11.4	76.1	2.3
28/03/2022	25.4	12.8	77.1	4.6
29/03/2022	26.3	12	78.4	23.5
30/03/2022	24.8	12	79.7	1
31/03/2022	26.4	10	74.9	0

Fuente: adaptada de SENAMHI, 2022.

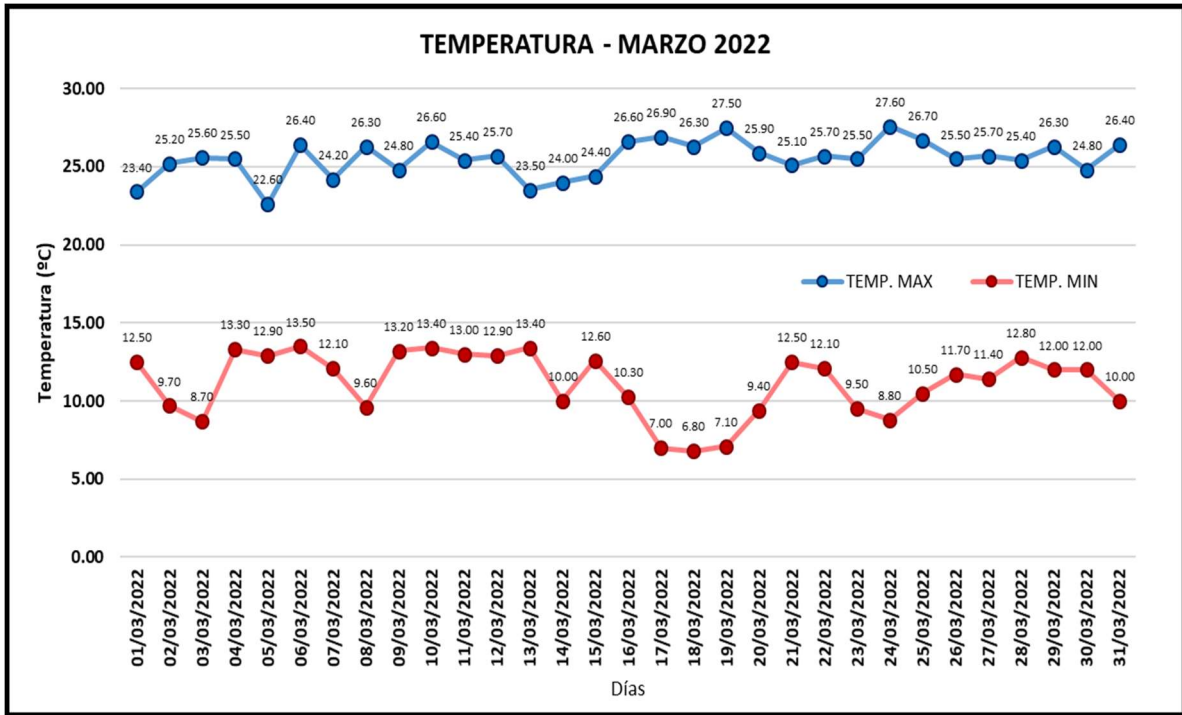


Figura 5. Temperaturas del mes de marzo 2022, adaptado de SENAMHI, 2022, recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

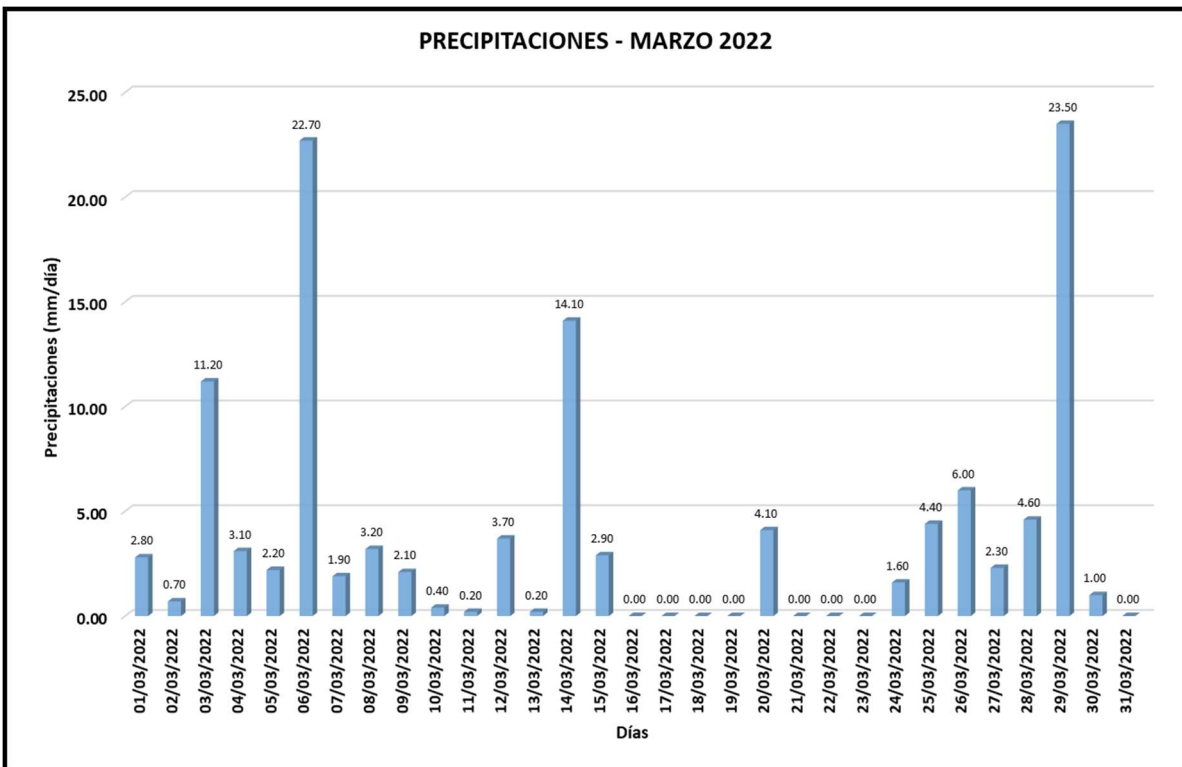


Figura 6. Precipitaciones del mes de marzo 2022, adaptado de SENAMHI, 2022, recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

Tabla 23. Datos meteorológicos de la estación Wayllapampa del mes de abril 2022

Estación Wayllapampa				
Departamento	Ayacucho		Provincia	Huamanga
Latitud	13°4'35.4"		Longitud	74°12'59.4"
Tipo	CO - Meteorológica		Altitud	2470 msnm.
Día/Mes/Año	Temperatura		Humedad Relativa	Precipitación
	Máxima	Mínima		
01/04/2022	25.2	13.6	75.6	0
02/04/2022	24.4	13.5	75.8	11.8
03/04/2022	25.1	12.1	75.4	4.5
04/04/2022	24.7	13.2	88.9	4
05/04/2022	25.4	10.2	78.7	0
06/04/2022	25.7	6.4	76.1	0
07/04/2022	24.7	8.2	78.8	0
08/04/2022	25.3	8.4	73.6	0
09/04/2022	25.8	8.3	64.9	9.4
10/04/2022	26.3	8.6	71.8	0
11/04/2022	27.6	6.7	66.9	0
12/04/2022	28.5	5.5	72.1	0
13/04/2022	28.6	3	68.5	0
14/04/2022	28.7	3.3	73.6	0
15/04/2022	28.5	5.4	71.6	0
16/04/2022	29	6.1	71.9	0
17/04/2022	29.5	6.4	68	0
18/04/2022	29.6	7.8	71.2	0
19/04/2022	28.8	7.6	69.7	0
20/04/2022	28.3	6.2	70.7	0
21/04/2022	27.4	4.3	66.5	0
22/04/2022	30.2	3.6	68	0
23/04/2022	29.6	3.6	70.1	0
24/04/2022	29.4	4.4	71.5	1.5
25/04/2022	26.5	10.4	77.1	0
26/04/2022	27.7	6.4	70.8	0
27/04/2022	28.3	7	72.5	0
28/04/2022	27.8	7.1	68.5	0
29/04/2022	27.2	6.6	68.1	0
30/04/2022	26	8.6	70.7	0

Fuente: adaptada de SENAMHI, 2022.

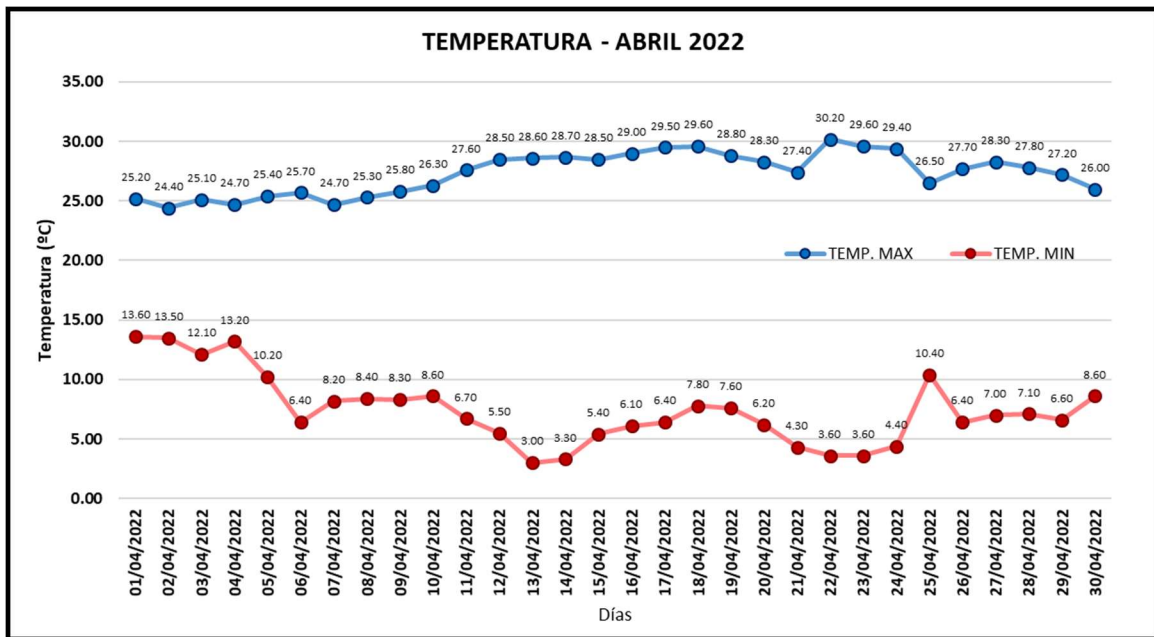


Figura 7. Temperaturas del mes de abril 2022

Fuente: adaptado de SENAMHI, 2022, recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

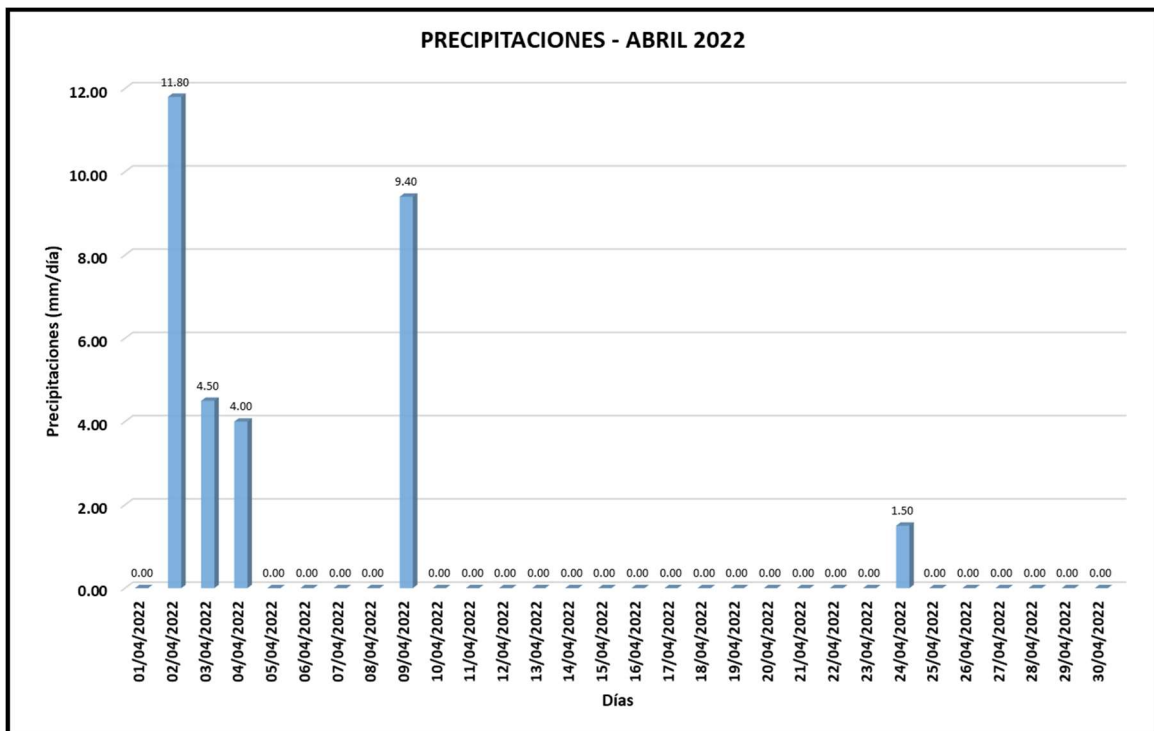


Figura 8. Precipitaciones del mes de abril 2022

Fuente: adaptado de SENAMHI, 2022, recuperado de <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>

## 2.2.7. Diseño de mezclas de concreto

### 2.2.7.1. Método comité ACI 211

Un diseño de mezcla elaborado correctamente, asegura las propiedades y cualidades necesarias para un trabajo específico del concreto, el cual consiste en un estudio para determinar las cantidades de los

materiales que intervienen en el concreto como el cemento, agregados, agua y aditivos, según el método ACI 211 recomienda seguir los siguientes pasos:

A. Para elaborar el diseño por este método se necesita datos de los materiales los cuales se obtiene mediante ensayos previos.

*Tabla 24. Información necesaria previo al diseño de mezcla*

Material	Datos necesarios
Cemento	Tipo y marca
	Peso específico
	Superficie específica
Agregado	Perfil y textura superficial
	Análisis granulométrico
	Peso específico de masa
	Peso unitario seco y compactado
	Absorción y contenido de humedad
	Materia orgánica
Agua	En caso de usar agua potable no se requiere ensayos
Aditivo	Tipo y marca de aditivos
	Fecha de vencimiento
	Efectos sobre las propiedades del concreto

Fuente: elaboración propia

B. Se selecciona las características que se desea obtener en el concreto, como la resistencia a la compresión, el asentamiento, el aire incorporado y demás propiedades necesarias para realizar los trabajos.

C. Determinar la resistencia promedio a la compresión, mediante fórmulas, la elección de la formula dependerá si existen datos o no para establecer la desviación estándar ( $S_s$ ) de la muestra.

Tabla 25. Resistencia promedio a la compresión

Situación de datos	Resistencia específica a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )
Si hay datos disponibles	$f_c \leq 350$	Usar el mayor valor obtenido de:
		$f_{cr} = f_c + 1.34 S_s$
		$f_{cr} = f_c + 2.33 S_s - 3.5$
	$f_c > 350$	Usar el mayor valor obtenido de:
		$f_{cr} = f_c + 1.34 S_s$
		$f_{cr} = 0.90 f_c + 2.33 S_s$
No hay datos disponibles	$f_c \leq 210$	$f_{cr} = f_c + 70$
	$210 \leq f_c \leq 350$	$f_{cr} = f_c + 85$
	$f_c > 350$	$f_{cr} = 1.1 f_c + 50$

Fuente: adaptada de NTE E.060 Concreto Armado, 2009, p. 29-30.

D. De los datos previos obtenidos tomar el TMN, y realizar la elección del asentamiento.

Tabla 26. Asentamientos recomendados

Tipos de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de concreto reforzado	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras	3"	1"
Vigas y muros de concreto reforzado	4"	1"
Columnas	4"	1"
Pavimentos y losas	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Adaptada de Rivva, 1992, p. 73.

Tabla 27. Asentamiento / Consistencia

Asentamiento	Consistencia
0" a 2"	Seco
3" a 4"	Plástico
≥ 5"	Fluido

Fuente: elaboración propia

E. Se procede a la selección del contenido de agua, se tiene en cuenta el asentamiento y TMN del agregado grueso.

Tabla 28. Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en lt/m <sup>3</sup> para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	....
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	....

Fuente: Comité 211 del ACI.

F. El siguiente paso es determinar el contenido de aire; en toda mezcla de concreto se encuentra una cantidad de aire atrapado generado por el tamaño de sus partículas del agregado. En la tabla 29 Se puede observar cuando no se desea incorporar aire intencionalmente, mientras que la tabla 30 se usa en concreto con aire incorporado.



Tabla 29. Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Rivva, 1992, p. 85.

Tabla 30. Contenido de aire incorporado total

Tamaño máximo nominal	Contenido de aire total, en %		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6	7.5
1/2"	4	5.5	7
3/4"	3.5	5	6
1"	3	4.5	6
1 1/2"	2.5	4.5	5.5
2"	2	4	5
3"	1.5	3.5	4.5
6"	1	3	4

Fuente: Rivva, 1992, p. 86.

G. Se procede a determinar la relación a/c, la cual influirá directamente en la resistencia, durabilidad, trabajabilidad y consistencia del concreto.

Tabla 31. Relación a/c por resistencia a la compresión

Resistencia promedio a la compresión $f_{cr}$ (28 días)	Relación agua – cemento de diseño en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Comité ACI 211

H. Se procede a determinar el factor cemento o contenido de cemento empleando el volumen unitario seleccionado en la tabla 28 y la relación agua cemento de la tabla 31.

$$R = \frac{v_{ua}}{C} \text{ (Formula N° 01)}$$

Donde:

- R = Factor de relación agua – cemento
- $v_{ua}$  = Volumen unitario de agua
- C = Cantidad de cemento

I. Se determina la cantidad del agregado grueso basado en su TMN y MF del agregado fino, por ello se emplea la tabla 32 donde se determinará el volumen del agregado, este al multiplicar con su peso unitario compactado seco obtenemos el peso total del agregado grueso.

Tabla 32. Peso del agregado grueso - volumen de concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de fineza del agregado fino.			
	Módulo de fineza del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Comité ACI 211

J. Se procede a calcular los volúmenes absolutos del agregado grueso, cemento y agua con el fin de determinar el volumen del agregado fino.

$$Vol\ abs = \frac{P}{Pe*1000} \text{ (Formula N° 02)}$$

Donde:

- Vol abs = Volumen absoluto del agregado grueso o cemento
- P = Peso seco del agregado grueso o cemento
- Pe = Peso específico del agregado grueso o cemento

Para el caso de agua, se emplea el dato obtenido en la tabla 28 del volumen unitario de agua expresado en m<sup>3</sup>, de igual manera al contenido de aire se divide entre 100 con el fin de convertir a m<sup>3</sup>.

K. Se determina el volumen y peso del agregado fino.

$$Vol\ AF = 1 - \sum (\text{volumenes absolutos (AG, cemento, agua y aire)})$$

$$Vol\ AF = \frac{P}{Pe*1000} \text{ (Formula N° 03)}$$

Donde:

- Vol AF = Volumen del agregado fino
- P = Peso seco del agregado fino
- Pe = Peso específico del agregado fino

L. Se realiza la corrección por humedad del agregado fino y grueso.

$$AF\ o\ AG = P * \left( \frac{\%H}{100} + 1 \right) \text{ (Formula N° 04)}$$

Donde:

- AG o AF = Corrección del agregado grueso o fino

- P = Peso seco del agregado grueso o fino
- %H = Humedad del agregado grueso o fino

M. Se procede a determinar la cantidad de agua efectiva mediante la corrección por absorción, la suma de los resultados del agregado grueso y fino se llama agua libre la cual se suman a la cantidad de volumen unitario de agua, determinando así el agua efectiva.

$$AG \text{ o } AF = P * \left( \frac{\%Abs - \%H}{100} \right) \text{ (Formula N}^\circ \text{ 05)}$$

Luego

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - \text{Agua libre} \text{ (Formula N}^\circ \text{ 06)}$$

N. Por último se realiza las proporciones de los resultados obtenidos en peso y volumen para la preparación del concreto, según las especificaciones que se requieren.

### 2.2.7.2. Método Walker

Para el diseño de mezcla empleando el Método Walker, se procedió a seguir los siguientes pasos

A. De igual manera que el método anterior de diseño de mezcla es indispensable realizar los ensayos a los materiales (agregado fino, grueso, cemento y agua) con el fin de determinar sus características las cuales serán necesarias en los siguientes pasos.

B. Se determina la Resistencia Promedio, aplicando la siguiente tabla:

*Tabla 33. Resistencia promedio a la compresión – Método Walker*

Situación	Resistencia promedio a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	
Con registros de ensayos anteriores	$f'_{cr} = f'_{c} + 1.34 S$	
	$f'_{cr} = f'_{c} + 2.33 S - 35$	
No hay registro de ensayos	$f'_{c} < 210$	$f'_{cr} = f'_{c} + 70$
	$210 \leq f'_{c} < 350$	$f'_{cr} = f'_{c} + 84$
	$f'_{c} \geq 350$	$f'_{cr} = f'_{c} + 98$

Fuente: Método Walker

C. Se extrae de los ensayos el TMN del agregado grueso.

D. Se selecciona el asentamiento el cual se empleará para el diseño de mezcla, se emplea la tabla 27 como referencia para la elección de la consistencia de la mezcla.

E. Lo siguiente es obtener el contenido de agua, para ello se empleará el asentamiento y el TMN en la siguiente tabla:

Tabla 34. Volumen Unitario de Agua – Método Walker

TMN del AG	Volumen Unitario de Agua expresado en lt/m3 para los asentamientos y					
	1" a 2"		3" a 4"		5" a 6"	
	Redondeado	Angular	Redondeado	Angular	Redondeado	Angular
3/8 "	185	212	201	227	230	250
1/2 "	182	201	197	216	219	238
3/4 "	170	189	185	204	208	227
1 "	163	182	178	197	197	216
1 1/2 "	155	170	170	185	185	204
2 "	148	163	163	178	178	197
3 "	136	151	151	167	163	182

Fuente: Método Walker

F. Como siguiente paso, se determinar el contenido de aire atrapado y si se desea adicional por cuestiones de diseño por durabilidad debido al congelamiento, se empleará la tabla 29 y 30.

G. Se determina la relación de agua/cemento utilizando el dato de la resistencia promedio y el contenido de aire, los cuales se emplean en la tabla 31, de encontrarse las resistencias promedias se procede a interpolar entre las resistencias más cercanas.

H. Una vez determinada la relación a/c se procede a determinar el factor cemento

$$\text{Factor Cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Relación Agua Cemento}} \text{ (Fórmula N° 07)}$$

I. Se procede a calcular el Volumen Absoluto de la Pasta, empleando las siguientes fórmulas

$$\text{Vol Cemento} = \frac{\text{Factor Cemento}}{\text{Peso Especifico del cemento}} \text{ (Fórmula N° 08)}$$

$$\text{Vol Agua} = \frac{\text{Volumen Unitario de Agua}}{\text{Peso Especifico del agua}} \text{ (Fórmula N° 09)}$$

$$\text{Vol Aire} = \frac{\% \text{ de contenido de Aire}}{100} \text{ (Fórmula N° 10)}$$

$$\text{Vol Pasta} = \text{Vol Cemento} + \text{Vol Agua} + \text{Vol Aire} \text{ (Fórmula N° 11)}$$

J. Se realiza el cálculo del volumen absoluto del agregado

$$\text{Vol Abs del Agregado} = 1 \text{ m}^3 - \text{Vol pasta} \text{ (Fórmula N° 12)}$$

K. Para el siguiente paso se calcula mediante tabla, se determina el porcentaje del agregado fino y de esta manera también el restante se toma como el porcentaje del agregado grueso.

Tabla 35. Porcentaje del Agregado Fino – Método Walker

Tamaño Máximo Nominal	Agregado Redondeado				Agregado Angular			
	Factor cemento expresado en bl/m3				Factor cemento expresado en bl/m3			
	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.3 A 2.4								
3/8"	60.00	57.00	54.00	51.00	69.00	65.00	61.00	58.00
1/2"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
3/4"	41.00	38.00	35.00	33.00	48.00	45.00	43.00	41.00
1"	40.00	37.00	34.00	32.00	47.00	44.00	42.00	40.00
1 1/2"	37.00	34.00	32.00	30.00	44.00	41.00	39.00	37.00
2"	36.00	33.00	31.00	29.00	43.00	40.00	38.00	36.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.6 A 2.7								
3/8"	66.00	62.00	59.00	56.00	75.00	71.00	67.00	64.00
1/2"	53.00	50.00	47.00	44.00	61.00	58.00	55.00	53.00
3/4"	44.00	41.00	38.00	36.00	51.00	48.00	46.00	44.00
1"	42.00	39.00	37.00	35.00	49.00	46.00	44.00	42.00
1 1/2"	40.00	37.00	35.00	33.00	47.00	44.00	42.00	40.00
2"	37.00	35.00	33.00	32.00	45.00	42.00	40.00	38.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 3.0 A 3.1								
3/8"	74.00	70.00	66.00	62.00	84.00	80.00	76.00	73.00
1/2"	59.00	56.00	55.00	50.00	70.00	66.00	62.00	59.00
3/4"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
1"	47.00	44.00	41.00	38.00	55.00	52.00	49.00	46.00
1 1/2"	44.00	41.00	38.00	36.00	52.00	49.00	46.00	44.00
2"	42.00	38.00	36.00	34.00	49.00	46.00	44.00	42.00

Fuente: Método Walker

Se procede a interpolar con el fin de determinar el porcentaje correcto del agregado fino, culminado este paso se procede a determinar el porcentaje del agregado grueso con la siguiente fórmula.

$$\% \text{ del AG} = 100 \% - \% \text{ del AF} \text{ (Fórmula N}^\circ 13)$$

L. Se procede a calcular los Volúmenes Absolutos del agregado de la siguiente manera

$$\text{Vol Abs del AF ó AG} = \% \text{ AF ó AG} * \text{Vol Abs del Agregado} \text{ (Fórmula N}^\circ 14)$$

M. Como siguiente paso se calcula el peso seco de los agregados

$$\text{Peso Seco del AF ó AG} = \text{Vol Abs del AF ó AG} * \text{Peso Especifico del AF ó AG} \text{ (Fórmula N}^\circ 15)$$

N. Se procede a realizar la corrección por humedad del agregado, se emplea las siguientes formulas

$$\text{Peso Humedo del AF ó AG} = \text{Peso Seco del AF ó AG} * \left(1 + \frac{\% \text{Humedad AF ó AG}}{100}\right) \text{ (Fórmula N}^\circ 16)$$

Ñ. Como uno de los últimos pasos, se procede a corregir el contenido de agua (Agua efectiva) en relación a la humedad y absorción de los agregados, empleando la fórmula N° 05 y 06.

De esta manera se determinan los pesos de los materiales ya corregidos, los cuales serán empleados en las mezclas que se prepararán.

### 2.2.7.3. Método Módulo de Finura

El diseño de mezcla de concreto por el método módulo de finura, consta de varios pasos los cuales se detallan a continuación.

A. Al igual que los anteriores métodos es indispensable realizar los ensayos respectivos a los agregados para determinar las características que poseen.

B. Se procede a determinar la resistencia promedio a partir de la resistencia de diseño, con la tabla 33.

C. A continuación, se procede a tomar datos del ensayo de granulometría del agregado grueso en donde obtenemos el TMN, de igual manera se procede a seleccionar el asentamiento y la consistencia del concreto el cual se elaborará, para este último emplearemos la tabla 27.

D. Se determina si se empleará concretos con aire incorporado o no, se utiliza las tablas 29 y 30.

E. Del resultado del paso anterior se calcula el Volumen Unitario de Agua empleando la tabla 28, el cual está relacionado con el asentamiento, TMN del agregado grueso y el contenido de aire.

F. Se calcula la relación a/c empleando la tabla 31, en la cual se aprecia la resistencia promedio a la compresión y el contenido de aire, se recomienda interpolar por el hecho que la mayoría de las veces los datos no coinciden con establecidos en la tabla.

G. Para el factor cemento, se emplea la fórmula N° 07, e igual que el método Walker se procede a calcular el volumen absoluto de pasta empleando las fórmulas N° 08, N° 09, N° 10 y N° 11.

H. Para el cálculo del Volumen Absoluto Global se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen Absoluto Global} = 1 \text{ m}^3 - \text{Volumen de la Pasta} \text{ (Fórmula N° 17)}$$

I. La diferencia más notable del método módulo de finura es calcular el Valor M y grado de incidencia de los agregados, se emplea la siguiente tabla.

Tabla 36. Módulo de fineza de la combinación de los agregados

Módulo de fineza de la combinación de los agregados				
Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Módulo de finura de la combinación de agregado, el cual de las mejores condiciones de trabajabilidad para los contenidos de cemento en saco por metro cubico indicados			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

Fuente: método módulo de finura

Se procede a calcular el Grado de Incidencia de los agregados empleando la siguiente fórmula

$$\text{Grado de Incidencia AF } (r_f) = \frac{\text{Modulo de Fineza AG} - \text{Valor M}}{\text{Modulo de Fineza AG} - \text{Modulo de Fineza AF}} * 100 \text{ (Fórmula N° 18)}$$

$$\text{Grado de Incidencia AG } (r_g) = 100\% - \text{Grado de Incidencia AF} \text{ (Fórmula N° 19)}$$

J. Con el paso anterior, obtenido el grado de incidencia de los agregados, se calcula el volumen absoluto de los agregados.

$$\text{Vol Abs AF ó AG} = (r_f \text{ ó } r_g) * \text{Vol Abs Global} \text{ (Fórmula N° 20)}$$

L. Empleando la fórmula N° 15, se calcula el Peso seco de los agregados a partir del volumen absoluto de los agregados, de esta manera para la corrección por humedad se emplea fórmula N° 16.

M. Se determina el agua efectiva, para ello se emplea las fórmulas N° 05 y 06, obteniendo de esta manera las cantidades de los materiales que intervienen en la elaboración del concreto, cabe señalar que los métodos empleados para el diseño de mezcla son similares con variaciones en algunos pasos.

#### 2.2.7.4. Método Agregado Global

- A. Para el empleo por este método, se debe tener las características del agregado fino y grueso, de igual modo el peso específico del cemento, el primer paso consta de seleccionar con que resistencia de compresión se diseñara la mezcla.
- B. Se calcula la resistencia promedio, para este paso se empleará la tabla 25.
- C. Se selecciona el asentamiento y la consistencia deseada, esta puede ser seca, plástica o fluida cual sea el caso, la tabla 26 nos sirve como guía para la selección del asentamiento para el tipo de construcción.
- D. A continuación, se determina si se incorpora aire o no, para estos datos nos apoyamos con las tablas 29 y 30.
- E. El siguiente paso es determinar el volumen unitario de agua, para obtener este dato se empleará la tabla 28.
- F. De igual manera que el Método ACI 211, se usa la tabla 31 con el fin de determinar la relación a/c.
- G. Se procede a emplear la metodología del agregado global, con referencia a los porcentajes de cada agregado, se recomienda colocar 50 % de cada tipo de agregado.
- H. Para este paso se calcula el volumen absoluto de la pasta empleando las fórmulas N° 08,09,10 y 11; seguidamente se procede a calcular el volumen absoluto del agregado mediante la formula N° 12.
- I. Con la formula N° 14 se procede a calcular el volumen absoluto del agregado fino y grueso; de igual manera que los anteriores métodos culminado este paso se procede a calcular el peso seco de los agregados empleando la formula N° 15.
- J. Hace la corrección por humedad, absorción empleando la formula N° 16 y 05, con referencia al agua efectiva se empleará la formula N° 06, de esta manera se obtiene todos los datos necesarios para la dosificación del concreto.

#### 2.2.8. Ensayo de asentamiento del concreto (SLUMP)

Este ensayo de consistencia, llamada también Ensayo de Revestimiento, de Asentamiento o Slump test, consiste en compactar una muestra de concreto fresco en un molde tronco-cónico, midiendo el asiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo.

El comportamiento del concreto en la prueba indica su consistencia, es decir, su capacidad para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

### 2.3. Definición de términos básicos

#### **Aditivos**

Es un material utilizado en la elaboración del concreto y que se añade a este antes, durante o después del mezclado a fin de modificar una o alguna de sus propiedades (Rivva, 1992).

#### **Agregado**



Materiales inorgánicos de origen natural o artificial, que se utilizan como material para la elaboración de concreto, además ocupan un mayor porcentaje en el diseño de mezcla (Rondón, 2018).

#### **Agregado fino**

Se refiere al agregado cuyas partículas pasan el tamiz 3/8" y son retenidas en el tamiz N° 200, estas pueden ser arenas las cuales sirven como relleno de los espacios en el concreto.

#### **Agregado grueso**

El agregado grueso es aquel material cuyas partículas son mayores al tamiz N° 04, ocupa la mayor cantidad de porcentaje en volumen en el concreto aproximadamente del 70 a 80 %, provienen de la desintegración de las rocas, estas pueden ser piedra chanda o grava.

#### **Análisis granulométrico**

Se refiere a la medición de los tamaños de las partículas dividiéndolas y separándolas por una serie de tamices, con el fin de determinar su origen y sus propiedades mecánicas, a la vez se genera las curvas granulométricas con el fin de seleccionar el material idóneo de acuerdo a las normas.

#### **Calor de hidratación**

El calor de hidratación es generado por la reacción del cemento en contacto con el agua, el cual es importante para el proceso de fraguado del concreto, depende del tipo de cemento en especial del compuesto C3S conocido como el silicato tricálcico.

#### **Cemento Portland**

Es un conglomerante que reacciona con el agua, conjuntamente con los agregados; una bolsa de cemento pesa 42.5 kg, y está sujeta a normas que regulan su calidad, se emplea en la fabricación del concreto.

#### **Cloruros**

Se debe tener cuidado con el agua que se emplea para la mezcla del concreto armado, si la cantidad de cloruro es más de la cantidad admisible esta afecta a la armadura de acero provocando su corrosión produciendo así la falla de la estructura.

#### **Concreto**

Es una mezcla heterogénea de materiales como el cemento, agregados, agua para obtener ciertas propiedades para diferentes trabajos que se requieren (Rivva, 1992).

#### **Congelamiento y deshielo**

El concreto presenta un deterioro al congelamiento y deshielo, principalmente porque el agua presenta en la mezcla procede a congelarse expandiéndose generando esfuerzos de tracción.

#### **Curado por inmersión**

Se refiere al curado del concreto el cual está saturado por 24 horas al día, se realiza colocando los especímenes en posos llenos de agua, se emplea mayormente en laboratorio por su dificultad de aplicación.

#### **Curado por dispersión discontinua**

Es el curado mediante la aplicación de agua sobre la superficie del concreto periódicamente, manteniendo una cierta cantidad de humedad, es el método más empleado en las construcciones.

#### **Curado con aditivo**

Se emplea mediante el uso de aditivo generando una membrana que impide la evaporación de agua empleada en la mezcla, actualmente existe diferentes marcas de aditivo curador entre las cuales podemos resaltar el Sika Antisol S y Membranil Reforzado Chema.

#### **Diseño de mezcla**

Es el método empleado para determinar una adecuada dosificación del concreto de acuerdo a las necesidades que se requiera en los diferentes trabajos, determina el volumen de los materiales por ello un adecuado diseño garantiza la calidad del producto.

#### **Dosificación de concreto**

Después de un ensayo para determinar qué características debe tener un concreto, se cuantifican la cantidad de cemento, agregados, agua e incluso aditivos, este proceso se denomina dosificación.

#### **Edad del concreto**

Comprende los días que posee el concreto contados a partir de la colocación del concreto, principalmente se tiene en cuenta los 7, 14 y 28 días de edad siendo estos plazos donde adquirirá los porcentajes de su resistencia de diseño.

#### **Fraguado**

El fraguado es el proceso en donde el concreto pierde su plasticidad procediendo a endurecer y adquirir resistencia inicial.

#### **Grava**

La grava se define como las rocas empleadas en la construcción, estas pueden ser producidas por la naturaleza o la intervención de la mano del hombre.

#### **Manejabilidad**

Se refiere a la propiedad que posee el concreto para ser manipulación y facilitar la colocación del concreto, se debe tener en cuenta que aun mayor grado de fluidez permite mayor trabajabilidad, pero reduce la resistencia, por ello se emplea aditivos que empleen mayor manejabilidad del concreto.

#### **Pasta de cemento**

Comprende la combinación del cemento y una cierta cantidad de agua, produciendo reacciones las cuales al mezclar con los agregados producen el concreto.

#### **Piedra chancada**

Es un tipo de agregado grueso, de consistencia dura y difícil de romper, es producido de forma artificial mediante la trituración de las rocas, se produce de diferentes tamaños de acuerdo a la necesidad de los trabajos.

#### **Resistencia de diseño**

Se denomina a la resistencia que se emplea para el diseño de mezcla, esta debe ser de acuerdo a los trabajos que empleara el concreto.

### **Resistencia requerida**

“Es la resistencia establecida luego de un cálculo estructural, para que una estructura soporte las cargas para la que fue diseñada de acuerdo a norma” (Ortiz, 2020, p. 56).

### **Resistencia promedio**

En el diseño de mezcla se requiere una resistencia promedio la cual varía de acuerdo a la resistencia de diseño, por factores de seguridad se diseña la mezcla en una resistencia mayor conocida como resistencia promedio.

### **Solidos suspendidos**

Son pequeñas partículas sólidas que se encuentran suspendidas en el agua, la cantidad de solidos suspendidos que posee el agua es un indicador de su calidad, para su eliminación se realiza mediante la sedimentación o filtros de agua.

### **Sulfatos**

Los sulfatos son sales generados por el ácido sulfúrico, estos son perjudiciales al concreto formando compuestos expansivos provocando fisuras, para la solución del problema se emplea diferentes tipos de cemento los cuales tendrán resistencia a los sulfatos.

### **Slump**

Se define como el ensayo que determina el asentamiento del concreto medido con el Cono de Abrams.

### **Tamaño máximo**

Se define como el mayor tamaño que se puede encontrar en sus diferentes partículas de un determinado agregado empleado tamices los cuales nos indicaran el tamaño de las partículas, por ello el tamaño máximo es el tamiz menor por donde pasa toda la muestra.

### **Tamaño máximo nominal**

Se refiere al tamaño de las partículas retenidas en un 15 % o más de la muestra, esta es proveniente de un análisis granulométrico.

### **Ventajas económicas**

Las ventajas económicas, son aquellas características sobresalientes al momento de comparar dos o más métodos en el aspecto financiero como el precio de adquisición, traslado, aplicación, cuidado, etc.

### **Ventajas técnicas**

Las ventajas técnicas, son las características sobresalientes al momento de comparar el método de curado con aditivo y curado tradicional, en los beneficios que generan en el concreto, el tiempo de aplicación, la calidad que genera cada método, etc.

## CAPÍTULO III METODOLOGÍA

### **3.1. Método, tipo de diseño y alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método de la investigación**

El método de investigación fue inductivo; la determinación de las ventajas técnicas del curado se realiza para concreto de 175 kg/cm<sup>2</sup> y una vez obtenido los resultados se puede emplear concretos de diferentes resistencias.

La característica distintiva de este enfoque es que saca conclusiones basadas en un razonamiento basado en hechos específicos y se considera válido para sacar conclusiones de aplicación general.

#### **3.1.2. Tipo de diseño de investigación**

El tipo de investigación por su naturaleza es de tipo experimental – aplicada, porque la variable independiente fue manipulada y sometida a ensayos en laboratorio además se realizó pruebas para enriquecer y obtener un resultado con el fin de decidir el método de curado más beneficioso económica y técnicamente en la región de Ayacucho.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indica que, el diseño experimental se define como decidir si se realizará una determinada acción y luego tener en cuenta las consecuencias, es decir, es necesario utilizar la acción deliberadamente para evaluar las posibles consecuencias.

#### **3.1.3. Alcance de la investigación**

El alcance de la investigación es descriptivo – correlacional, por el hecho que se realizó la descripción de los materiales que producen el concreto; de igual manera se describen los ensayos realizados culminando con la comparación de los resultados obtenidos y la elección correcta acerca del método de curado más ventajoso para concretos 175 kg/cm<sup>2</sup> los cuales son empleados para veredas, sardineles, y algunos trabajos de arte.

Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 92) indica que el alcance descriptivo “busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se somete a un análisis”.

Del mismo modo Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 93) manifiesta que el alcance correlacional “tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular”.

### **3.2. Materiales y métodos**

#### **3.2.1. Materiales**

### 3.2.1.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se realizó en la ciudad de Ayacucho, distrito de Carmen Alto, Provincia Huamanga, Región Ayacucho.

### 3.2.1.2. Población

La población estará conformada por los concretos rígidos elaborados y curados en laboratorio, empleando agregados de la cantera Chillico con Slump de 3” a 4” y de resistencia a la compresión de diseño 175 kg/cm<sup>2</sup> en la región de Ayacucho.

Según Carrasco (2006, p. 236-237) la población “es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación”.

### 3.2.1.3. Muestra

La muestra estará representada por los testigos de concreto de resistencia 175 kg/cm<sup>2</sup>, los cuales serán una cantidad de 80 testigos, los cuales estarán sometidos a diferentes métodos de curado y ensayo de ruptura a los 7, 14, 21 y 28 días, se empleó el muestreo por juicio porque el número de testigos elaborados es representativo de la población.

Para Carrasco (2006) una muestra es una porción que representa un subconjunto de la población, las características clave de ese conjunto deben ser específicas y bien definidas para que los resultados obtenidos de la muestra puedan transmitirse a todos los creadores para que se determine la población.

El muestreo por juicio es una forma de muestreo por conveniencia en el que los miembros de una población se seleccionan con base en el juicio del investigador, quien selecciona números y miembros para incluirlos en la muestra porque se consideran representativos de la población u otro apropiado.

Tabla 37. Cantidad de probetas realizadas

Tipo de curado	Edad de los testigos de concreto.			
	7 días	14 días	21 días	28 días
Curado mediante inmersión	4	4	4	4
Curado con agua discontinua	4	4	4	4
Curado con Aditivo Sika Antisol S	4	4	4	4
Curado con Aditivo Membranil Reforzado Chema	4	4	4	4
Sin curado alguno	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia

### 3.2.1.4. Equipos y materiales

Los equipos y materiales empleados fueron los que se establecen en las normas NTP y ASTM para los diferentes ensayos realizados tales como:

- Equipos calibrados: se empleó equipos para la elaboración de los diferentes ensayos, tales como balanzas, horno eléctrico, moldes de testigos, cocina, prensa hidráulica, etc.
- Formatos, hojas de cálculo: se empleó hojas de cálculo Excel para el procesamiento de los datos obtenidos, de igual manera formulas establecidas en las normas.
- Equipo de toma de datos: en cada ensayo que se realizó se procedía a identificar, recolectar, apuntar los datos obtenidos mediante cuadernos de apuntes y pizarra.

### 3.2.1.5. Recursos computacionales

Se empleó una computadora para elaborar el presente trabajo de investigación, de igual manera para la interpretación de los resultados.

### 3.2.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas empleadas para la recolección de datos son las indicadas en las normas NTP Norma Técnica Peruana, en el siguiente cuadro se detallan las normas empleadas.

*Tabla 38. Normas NTP empleadas*

Norma	Descripción
NTP 339.034	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
NTP 339.035	Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland.
NTP 339.036	Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco.
NTP 339.183	Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio.
NTP 339.185	Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
NTP 400.010	Agregados. Extracción y muestreo.
NTP 400.011	Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).
NTP 400.012	Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
NTP 400.017	Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados.
NTP 400.018	Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado cantidad de 75 $\mu\text{m}$ (Nº 200) por lavado en agregados.
NTP 400.021	Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
NTP 400.022	Peso específico y absorción del agregado fino.
NTP 400.037	Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.
NTP 400.043	Práctica normalizada para reducir las muestras de agregados a tamaño de ensayo.

### 3.2.3. Procedimiento

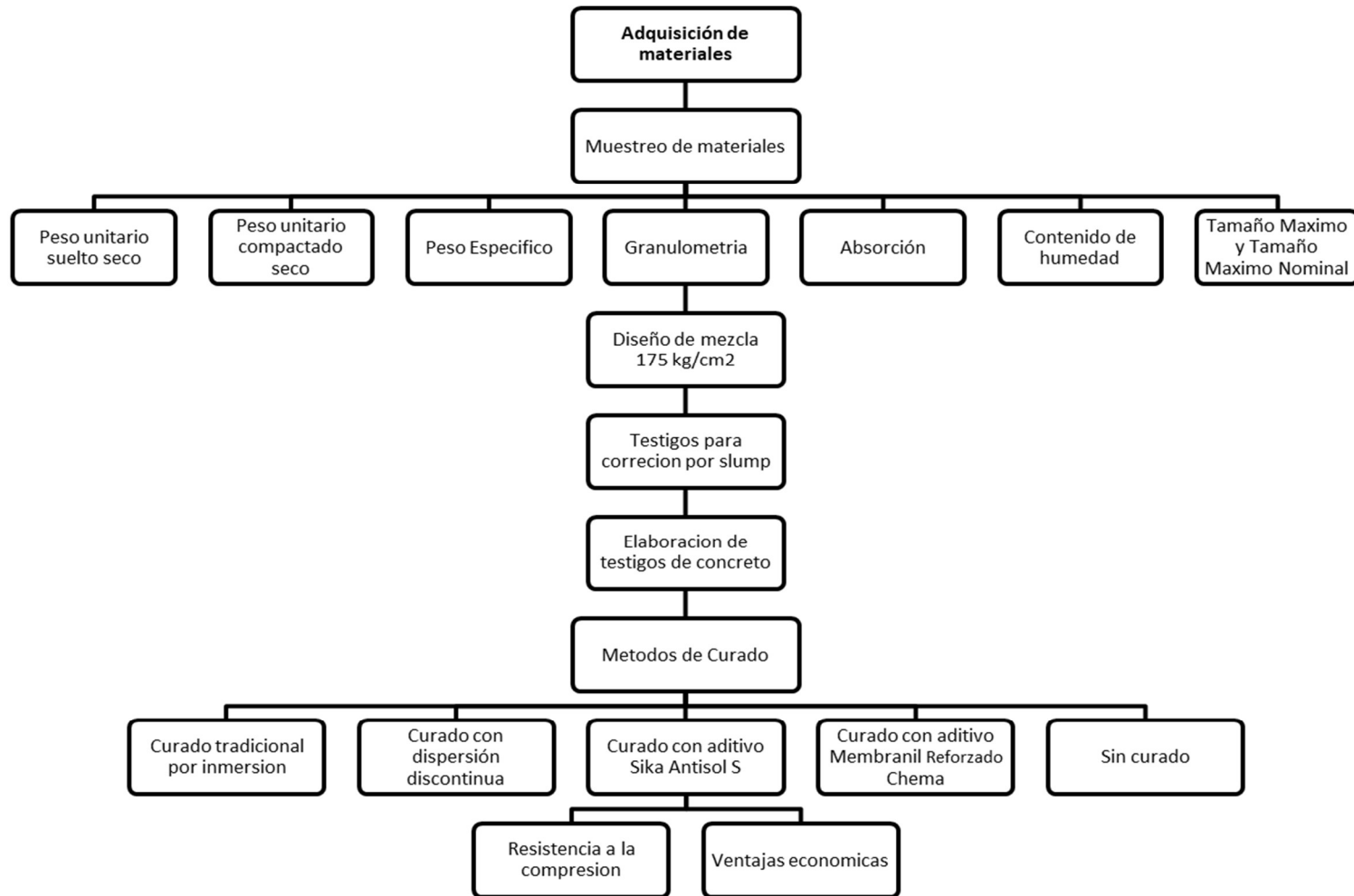


Figura 9. Procedimiento empleado para la presente investigación

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.3.1. Adquisición de materiales

Con referencia a los agregados provienen de la cantera “Chillico” ubicado en el distrito de Pacaycasa, provincia de huamanga, región de Ayacucho.

### 3.2.3.2. Muestreo de materiales

Para el presente muestreo de agregados se realizó por el método del cuarteo sobre una superficie limpia y nivelada, mezclándola 3 veces, para luego dividir en 4 porciones, luego retirar 2 porciones opuestas diagonales, luego mezclar nuevamente y cuartear de misma forma hasta obtener la cantidad deseada.

### 3.2.3.3. Peso unitario suelto seco

Se realizó el ensayo del agregado según la norma NTP 400.017, con el fin de determinar la relación de masa por unidad de volumen del agregado fino y grueso cuando se encuentra sin compactar.

El procedimiento que se siguió para obtener el PUSS es el siguiente.

- Traslado del agregado grueso o fino de la cantera al laboratorio.
- Tender el agregado fino o grueso sobre una superficie expuesta al sol para el secado superficial.
- Realizar el cuarteo con el fin de obtener una muestra representativa y homogénea del total del agregado.
- Determinar el recipiente en el cual se realizará el ensayo y luego pesar y determinar el volumen del recipiente.
- Llenar el recipiente con una cuchara o pala, descargando a una altura no mayor de 5 cm o 2” hasta rebosar el recipiente con el agregado.
- Luego eliminar y el nivelar con una regla el material excedente del recipiente.
- Pesar el recipiente con su contenido
- La fórmula empleada para la obtención del PUSS es el siguiente:

$$P_{uss} = \frac{P_t - P_r}{V_r} \text{ (Formula N° 21)}$$

Donde:

- P<sub>uss</sub> = Peso unitario suelto seco
- P<sub>t</sub> = Peso del recipiente y contenido
- P<sub>r</sub> = Peso del recipiente vacío
- V<sub>r</sub> = Volumen del recipiente

### 3.2.3.4. Peso unitario compactado seco

De igual forma el ensayo de PUCS se realiza de acuerdo a la norma NTP 400.017, con el objetivo de determinar la relación masa/volumen cuando este se compacta.

Los siguientes pasos fueron el procedimiento que se siguió:



- Trasladar el material (agregado grueso o fino) al laboratorio.
- Realizar el tendido del agregado expuesto al calor del sol, permitiendo el secado superficial del agregado.
- Realizar el cuarteo de los materiales con el fin de obtener la cantidad necesaria para el respectivo ensayo.
- Seleccionar el recipiente para el respectivo ensayo, para luego determinar su volumen y peso.
- Seleccionar el método de compactación, para la investigación se realizó mediante el apisonado el cual consiste en llenar una tercera parte del recipiente, luego con los dedos emparejarlo para ser apisonados con una varilla un total de 25 veces uniformemente por toda la capa, del mismo modo llenar las 2/3 partes del recipiente y repetir el proceso y finalmente llenar el recipiente hasta rebosar y apisonar 25 veces de nuevo.
- Se debe tener en cuenta que para la primera capa al momento de apisonar se debe evitar tocar el fondo del recipiente con la varilla, para las capas superiores se debe evitar atravesar la respectiva capa de apisonado.
- Lo siguiente es nivelar y uniformizar con una regla o varilla para eliminar el material excedente, luego determinar el peso del recipiente con su contenido.
- La fórmula empleada para el ensayo de PUCS es el siguiente:

$$Pucs = \frac{Pt-}{Vr} \text{ (Formula N° 22)}$$

Donde:

- Pucs = Peso unitario compactado seco

### 3.2.3.5. Peso específico

En caso de pesos específicos los procedimientos son diferentes para agregados finos y gruesos.

Peso específico del agregado grueso

Para determinar el peso específico del agregado grueso emplearemos la norma NTP 400.021, cumpliendo los siguientes pasos:

- Realizar la selección de la muestra y reducirla hasta la cantidad necesaria mediante el cuarteo, la cantidad de agregado necesaria para el ensayo se plantea en la NTP 400.021 de acuerdo al Tamaño Máximo Nominal.
- Saturar la muestra por un periodo de 24 horas.
- Pasado el tiempo secar la muestra rodándola sobre un paño, hasta hacer desvanecer toda la película de agua presente en la superficie de las partículas, para luego pesar la muestra saturada superficialmente seca.
- Inmediatamente después de pesar, se coloca la muestra saturada superficialmente seca sobre una cesta de alambre para ser sumergida en agua y determinar su peso a temperatura ambiente.

- Obtenido los datos anteriores, pasamos a secar en horno a una temperatura constante de 100° C, luego se deja enfriar durante 1 a 3 horas hasta que el agregado obtenga una temperatura ambiente para finalmente pesarla.
- Las fórmulas para la obtención del peso específico del agregado grueso son las siguientes:

$$Pem = \frac{A}{(B-C)} * 100 \text{ (Formula N° 23)}$$

$$Pesss = \frac{B}{(B-C)} * 100 \text{ (Formula N° 24)}$$

$$Pea = \frac{A}{(A-C)} * 100 \text{ (Formula N° 25)}$$

Donde:

- Pem = Peso específico de masa
- Pesss = Peso específico de masa saturado superficialmente seca
- Pea = Peso específico aparente
- A = Peso de la muestra seca al aire
- B = Peso de la muestra superficialmente seca
- C = Peso de la muestra sumergida en el agua (saturada)

Peso específico del agregado fino

Se empleará la norma NTP 400.022 con el fin de determinar el peso específico del agregado fino, los pasos a seguir fueron:

- Seleccionar la muestra con la cual se va trabajar, mezclándola uniformemente y reduciendo la muestra por el método de cuarteo a un aproximado de 1000 gramos.
- Colocado la muestra en un recipiente se procede a saturarlo por 24 horas con agua a temperatura ambiente.
- Pasado las 24 horas, retirar el exceso de agua con cuidado evitando la pérdida de finos, luego colocar el material sobre una superficie plana.
- Remover continuamente con el fin de garantizar el secado homogéneo hasta que las partículas del agregado no se adhieran entre sí.
- Llenar a un molde cónico en 3 capas con sus respectivos apisonados, 25 por cada capa, luego retirar el molde para observar si la muestra alcanzó la condición de superficie seca al derrumbarse una parte. Este paso se repetirá si la muestra al retirar el molde mantiene su forma.
- Luego introducimos 500 gramos del material con superficie seca en un recipiente, añadimos agua hasta llegar a los 500 ml procedemos a agitar para eliminar las burbujas, seguidamente llenamos con agua hasta su capacidad calibrada y pasamos a determinar el peso total del frasco, muestra y agua.
- Finalmente removemos la muestra a un recipiente y lo colocamos en el horno a una temperatura de 110° C, para enfriarlo a una temperatura ambiente por 1 a 2 horas y determinar el peso.
- La fórmula para la obtención del peso específico del agregado fino es la siguiente:

$$Pem = \frac{W_o}{(V-V_o)} * 100 \text{ (Fórmula N° 26)}$$

$$Pesss = \frac{500}{(V-V_o)} * 100 \text{ (Fórmula N° 27)}$$

$$Pea = \frac{W_o}{(V-V_o)-(500-W)} * 100 \text{ (Fórmula N° 28)}$$

Donde:

- $W_o$  = Peso de la muestra secada en horno, expuesta al aire
- $V$  = Volumen del frasco en  $cm^3$
- $V_o$  = Volumen en  $cm^3$  de agua añadida al frasco o peso en gramos

### 3.2.3.6. Absorción

Para agregados gruesos se emplea de los datos obtenidos del peso específico mediante la NTP 400.021, con la siguiente formula:

$$Ab(\%) = \frac{(B-A)}{A} * 100 \text{ (Fórmula N° 29)}$$

En el caso de agregados finos se emplea los datos obtenidos del peso específico según la NTP 400.022:

$$Ab = \frac{500-W_o}{W_o} * 100 \text{ (Fórmula N° 30)}$$

### 3.2.3.7. Granulometría

Con el fin de determinar la distribución de los tamaños de las partículas se empleará la NTP 400.012, la cual nos indica una serie de pasos que se pasa a detallar:

- Obtener el agregado grueso o fino de la cantera y trasladar al laboratorio, se mezcla la muestra con el fin homogenizarlo.
- El siguiente paso es esparcir el agregado sobre una superficie para que esta pueda orearse durante 30 minutos, pasando inmediatamente al proceso de cuarteo hasta reducir a la cantidad deseada.
- La cantidad de la muestra depende del agregado, para agregados gruesos se empleó la tabla de la norma NTP 400.012, en el caso de agregados finos la cantidad mínima de la muestra será 300 gramos. Se realiza la medición del peso en seco para luego ser lavada.
- Se realiza la granulometría en una serie de tamices que varían de acuerdo al agregado, para los agregados gruesos utilizamos los tamices 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4, N° 8 y fondo.
- La serie de tamices para agregado fino son: 1/2", 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200 y fondo.
- Se va colocando poco a poco la muestra con una cuchara en el tamiz superior, de tal modo que se no acumule y permita la interacción de las partículas con las aberturas de los tamices. Se procese a vibrar una vez colocado la muestra, esta puede ser mecánica o manual.
- El procedimiento de la vibración manual consiste en agitar el conjunto de tamices girando 1/6 de vuelta y en cada giro aplicar 25 golpes.

- Una vez obtenida la distribución de las partículas en los diferentes tamices, se procede a pesar cada contenido de muestra retenida por tamiz.
- Verificar si la suma total de pesos de los tamices es correcta al peso total seco, la norma indica que si difieren estos datos en más del 0.3% se concluye no valida el ensayo procediendo a realizarlo de nuevo.
- De la obtención de los datos de la granulometría podemos determinar el MF, el tamaño máximo, tamaño máximo nominal, la curva granulométrica.

### **3.2.3.8. Contenido de humedad**

Los pasos empleados para obtener el contenido de humedad son de acuerdo a la norma NTP 339.185.

- Extraer la muestra del material mezclado, la cantidad mínima según indica la NTP 339.185 para ello es necesario conocer el Tamaño Máximo Nominal.
- Realizar la medición del peso de la muestra, seguidamente se procederá a colocar en un recipiente que soporte el calor para realizar el secado en horno a 110° C.
- Retirado del horno, esperar a que la muestra se enfríe a temperatura ambiente y determinar el peso seco de la muestra.
- La fórmula empleada para obtener la humedad de un agregado es el siguiente:

$$H(\%) = \frac{(W-D)}{D} * 100 \text{ (Fórmula N° 31)}$$

Donde:

- H = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra
- W = Peso de la muestra húmeda original en gramo
- D = Peso de la muestra seca por horno en gramos

### **3.2.3.9. Diseño de mezcla de concreto**

Con respecto al diseño de mezcla del concreto se realizó por cuatro métodos, Comité ACI 211, Walker, Modulo de fineza y Agregado global, en el ítem 2.2.7. de la presente investigación se encuentra el procedimiento que se realizó para el cálculo de la dosificación de los materiales por cada uno de los métodos empleados, por cuestiones de financiamiento entre estos métodos se seleccionó al MÉTODO COMITÉ ACI 211, para el respectivo diseño de mezcla el cual se empleó para la elaboración de testigos de concreto, cabe resaltar que dicho método de diseño es el más conocido en la región de Ayacucho.

### **3.2.3.10. Corrección por Asentamiento del concreto (Slump)**

Para determinar la corrección por asentamiento del concreto se procedió según la norma NTP 339.035, siguiendo los pasos:

- Se realiza la dosificación de los materiales, para luego ser colocados en un trompo manual para la fabricación del concreto.
- Se toma una cantidad de muestra representativa del concreto según la NTP 339.036.

- Se humedece el Cono de Abrams, la cual se procede a colocar sobre una superficie rígida y nivelada, que no absorba, sujeta por los pies.
- Con ayuda de una cuchara se procede a verter el concreto en el molde en tres capas, cada capa debe ser chuseado con 25 golpes de varilla, de manera uniforme. La penetración de la varilla de la primera capa debe ser igual a todo el espesor, las capas superiores requerirán solo una penetración ligera.
- Luego del chuseado se tiende a nivelar o raspar el concreto excedente de la tercera capa.
- Se procede a levantar el molde en un periodo de 5 a 10 segundos con movimiento hacia arriba.
- Por último, se coloca el molde y con ayuda de la varilla se mide el asentamiento determinando la diferencia de altura entre el molde y la cara superior del concreto. Este asentamiento debe ser el que se plantea en el diseño, en el caso que el asentamiento sea menor al del diseño se incrementará agua, caso contrario se disminuirá si el asentamiento es mayor al diseño.

### **3.2.3.11. Elaboración de testigos de concreto**

Para la elaboración de testigos de concreto en laboratorio se realizó de acuerdo a la NTP 339.183 en moldes cilíndricos.

- Se realiza la dosificación por peso del cemento, agua, agregado grueso y fino.
- Se procede a colocar en una mezcladora de concreto los materiales de la siguiente manera, primero se coloca el agregado grueso con un poco de agua, después de unas revoluciones, se coloca el agregado fino, cemento y el resto de agua, desde ese momento inicia el proceso de mezcla la cual dura 3 minutos.
- Se procede a preparar los moldes de cilindro donde se colocará el concreto en una superficie plana que no tenga pendiente además con el fin de que no se adhiera a las paredes del molde se humedece con petróleo o gasolina en una mínima cantidad.
- Para fines de la presente investigación se procedió a trabajar con moldes cilíndricos de 15 x 30 cm.
- Con ayuda de una chuchara se procedió a colocar el concreto en los moldes, en 3 capas iguales, con 25 apisonados con varilla por cada capa de acuerdo a la norma NTP 339.183 para cilindros de 30 cm de altura, además se empleó un mazo de goma para uniformizar y compactar más la mezcla.
- Se procede a acabar la superficie, de tal manera que quede nivelada y pareja, se deja 24 horas para ser desmoldadas.

### **3.2.3.12. Métodos de curados**

Curado por inmersión

- Desmoldada a las 24 horas de la colocación del concreto en los moldes cilíndricos se procede a esperar 30 minutos para que se enfríe a temperatura ambiente.

- Se procede a marcar con corrector las características de los testigos, como el nombre, el tipo de curado y la fecha de elaboración.
- El siguiente paso es colocar el testigo en un pozo, de tal manera que esté completamente sumergido en agua las 24 horas del día, durante los 7, 14, 21, 28 días correspondientes.

#### Curado con dispersión discontinua

- De igual manera se desmolda a las 24 horas, se reposa 30 minutos con el fin que enfríe a temperatura ambiente.
- Se procede a colocar las características del concreto tales como la nomenclatura, tipo de curado, fecha de elaboración.
- Se procede a curar por primera vez con agua desde el momento que se colocó donde reposara el testigo, el curado se realizó las 8 am, 12 pm, 4 pm y 7 pm en el día, por ello que es un tipo de curado discontinuo mayormente aplicado en las obras por su fácil ejecución y supervisión.

#### Curado con aditivo Sika Antisol S

- En un aproximado de 5 horas se aplica el aditivo Sika Antisol S sobre la superficie de la cara del testigo el cual está expuesto con el fin que el agua de la mezcla no se evapore.
- Transcurrido las 24 horas, se desmolda el testigo, para anotar las características como la nomenclatura y demás.
- Una vez anotado las características se procede a realizar el curado total del testigo con el aditivo curador, cubriendo todas las caras superficiales.
- Pasado 30 minutos se procede a realizar la segunda capa de curado.

#### Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema

- De igual forma pasado 5 horas del moldeado de concreto, se procede a aplicar el aditivo curador Membranil Reforzado Chema sobre la superficie expuesta.
- Se desmolda pasado las 24 horas, procediendo inmediatamente a colocar las características del testigo.
- Realizado el paso anterior se procede a colocar el primer curado aplicando el aditivo Membranil Reforzado Chema sobre toda la superficie del testigo.
- Se procede a aplicar la segunda capa de curado con aditivo, pasado 30 minutos de colocado la primera capa.

#### Sin curado alguno

- No se empleó ningún método de curado con el fin de verificar la resistencia que adquiere el concreto expuesto el testigo solo al clima de la región de Ayacucho, después de su desmolde a las 24 horas de su elaboración.

### **3.2.3.13. Resistencia a la compresión de los testigos cilíndricos**

De acuerdo a la norma NTP 339.034 se procede con el ensayo para determinar la resistencia a la compresión de los diferentes testigos de concreto aplicando diferentes métodos de curado.

- Para el método de curado por inmersión, se procede a retirar el testigo del pozo 24 horas antes del ensayo de resistencia, de igual manera no se aplica curado con agua discontinua 24 horas previas al ensayo.
- Se procede a reubicar los testigos al lado de la prensa hidráulica, con el fin de medir la cara de la superficie.
- Se limpia las superficies de la prensa, luego se procede a coloca el testigo cuidadosamente sobre el bloque inferior de prensa, se procede a alinear en el eje de la prensa antes de aplicar la carga.
- Se aplica la carga de manera uniforme hasta que el indicar se detenga y no siga incrementado, luego se anota los resultados de la carga que soporta cada cilindro, de igual manera se identifica el tipo de falla según el patrón de fisura que presenta.
- Se procede a realizar el cálculo de resistencia a compresión con la siguiente formula

$$f'c = \frac{\text{Carga maxima}}{\text{Área de aplicacion de la carga}} \text{ (Fórmula N° 32)}$$

CAPÍTULO IV  
RESULTADOS Y DISCUSIONES

**4.1. Presentación de resultados**

**4.1.1. Resultado de las características materiales del agregado**

**4.1.1.1. Agregado fino – Arena gruesa**

*Tabla 39. Característica del agregado fino*

Descripción del ensayo	Resultado	Unidad
Perfil del agregado	Sub anguloso	--
Peso unitario suelto seco	1607	Kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1739	Kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.37	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturada	2.42	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.48	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	2.73	--
Humedad		%
Vacios sueltos	35.03	%
Vacios compactados	29.68	%
Absorción	1.8	%

Fuente: elaboración propia



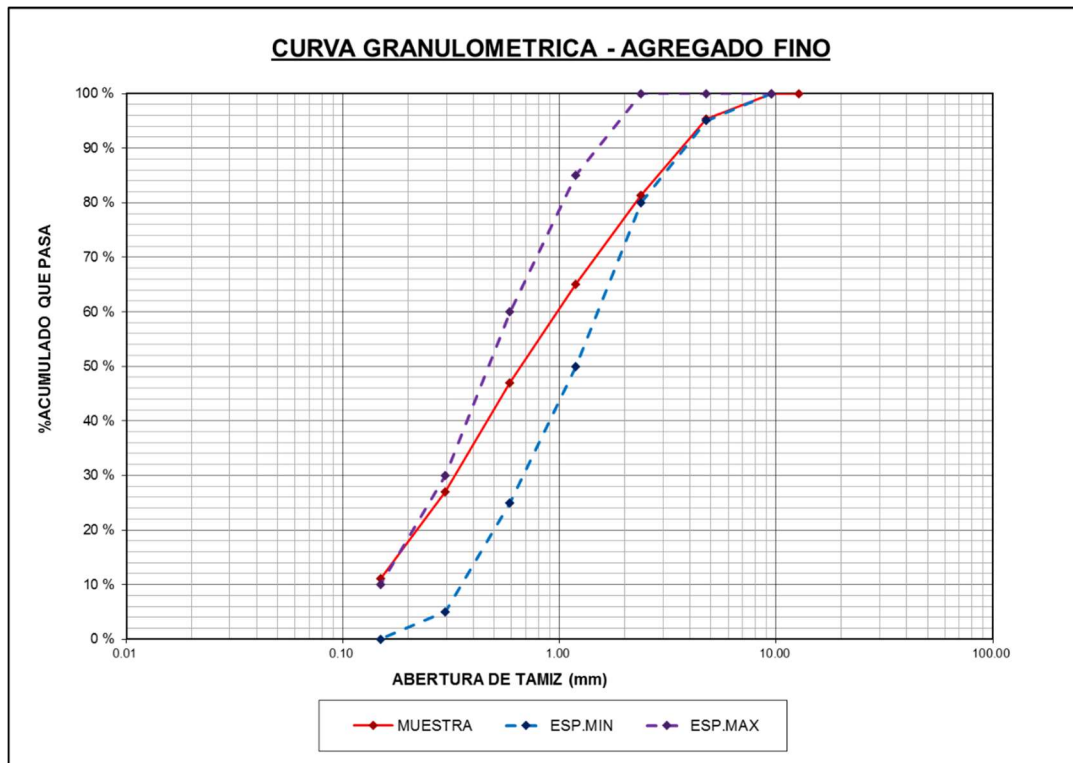


Figura 10. Curva granulométrica de agregado fino

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.2. Agregado Grueso – Piedra Chancada

Tabla 40. Característica del agregado grueso

Descripción del ensayo	Resultado	Unidad
Tamaño máximo	1 1/2"	--
Tamaño máxima nominal	3/4"	--
Perfil del agregado	Angular	--
Peso unitario suelto seco	1386	Kg/cm <sup>3</sup>
Peso unitario compactado seco	1460	Kg/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa	2.6	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico de masa saturada	2.63	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente	2.68	gr/cm <sup>3</sup>
Módulo de fineza	7.18	--
Humedad	1.1	%
Vacíos sueltos	48.13	%
Vacíos compactados	45.37	%
Absorción	1.18	%

Fuente: elaboración propia

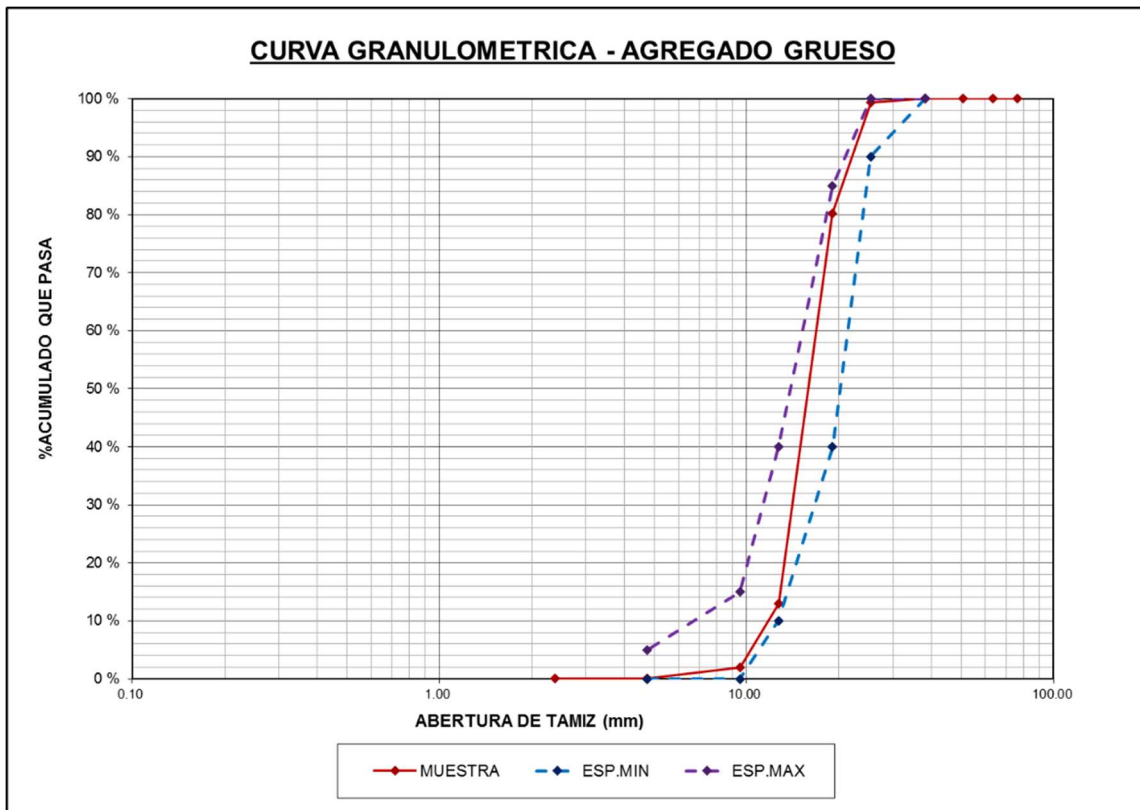


Figura 11. Curva granulométrica de agregado grueso

Fuente: elaboración propia.

#### 4.1.1.3. Agua de mezcla

Con respecto al agua no se realizó ensayos, se empleó agua potable proveniente de la planta de tratamiento de EPSASA ubicado en la comunidad de Quicapata perteneciente al distrito Carmen Alto, provincia de Huamanga, región de Ayacucho.

#### 4.1.1.4. Cemento

Tabla 41. Características del cemento

Característica	Resultado	Unidad
Marca	Andino Premium	--
Tipo	Tipo I	--
Peso específico	3.15	gr/cm <sup>3</sup>

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.2. Diseño de mezcla

Tabla 42. Diseño de mezcla - método del ACI

Materiales	Volumen (m3)	Porcentaje (%)	Peso por m3 (kg)	Peso por Lote (para 5 testigos)
Cemento	0.1044	40.44	328.881	10.689
Agregado fino	0.3247	32.47	769.533	25.010
Agregado grueso	0.3444	34.44	925.504	30.079
Agua	0.2065	20.65	206.537	6.712
Aire	0.0200	2.00	--	--
Total	1.0000	100.00	2,230.455	72.490

#### 4.1.3. Resultado de resistencia a la compresión de 7, 14, 21, 28 días

Tabla 43. Datos obtenidos - resistencia a compresión 7 días.

N° de testigos	Nomenclatura - Lote		Descripción	Lectura de rotura (Kg)	Resistencia de testigo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida %
T-61	INM	13	Curado tradicional por inmersión	33,850.00	182.92	104.52%
T-62	DIS	13	Curado tradicional por dispersión discontinua	33,530.00	182.85	104.49%
T-63	CHE	13	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	30,730.00	172.51	98.58%
T-64	SIK	13	Curado con aditivo Sika Antisol S	30,940.00	169.61	96.92%
T-65	S/C	13	Sin curado	30,220.00	165.88	94.79%
T-66	S/C	14	Sin curado	27,220.00	147.09	84.05%
T-67	CHE	14	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	34,780.00	189.67	108.38%
T-68	DIS	14	Curado tradicional por dispersión discontinua	31,270.00	175.54	100.31%
T-69	SIK	14	Curado con aditivo Sika Antisol S	30,960.00	169.72	96.98%

T-70	INM	14	Curado tradicional por inmersión	27,640.00	151.72	86.70%
T-71	DIS	15	Curado tradicional por dispersión discontinua	29,540.00	159.63	91.21%
T-72	SIK	15	Curado con aditivo Sika Antisol S	28,830.00	157.22	89.84%
T-73	S/C	15	Sin curado	29,680.00	166.62	95.21%
T-74	INM	15	Curado tradicional por inmersión	29,500.00	161.72	92.41%
T-75	CHE	15	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	30,690.00	168.46	96.27%
T-76	S/C	16	Sin curado	34,900.00	188.59	107.77%
T-77	CHE	16	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	29,410.00	160.38	91.65%
T-78	SIK	16	Curado con aditivo Sika Antisol S	29,780.00	167.18	95.53%
T-79	DIS	16	Curado tradicional por dispersión discontinua	29,270.00	160.46	91.69%
T-80	INM	16	Curado tradicional por inmersión	34,770.00	190.86	109.06%

Fuente: elaboración propia

Tabla 44. Datos obtenidos - resistencia a compresión 14 días.

N° de testigos	Nomenclatura - Lote		Descripción	Lectura de rotura (Kg)	Resistencia de testigo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida %
T-41	INM	09	Curado tradicional por inmersión	44,010.00	237.82	135.90%
T-42	DIS	09	Curado tradicional por dispersión discontinua	36,480.00	198.94	113.68%
T-43	CHE	09	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	38,750.00	217.54	124.31%
T-44	SIK	09	Curado con aditivo Sika Antisol S	41,550.00	227.78	130.16%
T-45	S/C	09	Sin curado	26,260.00	144.15	82.37%
T-46	SIK	10	Curado con aditivo Sika Antisol S	39,520.00	213.56	122.03%
T-47	CHE	10	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	38,060.00	207.55	118.60%
T-48	S/C	10	Sin curado	33,390.00	187.45	107.11%
T-49	DIS	10	Curado tradicional por dispersión discontinua	46,530.00	255.08	145.76%
T-50	INM	10	Curado tradicional por inmersión	44,850.00	246.19	140.68%
T-51	SIK	11	Curado con aditivo Sika Antisol S	46,870.00	253.27	144.73%
T-52	S/C	11	Sin curado	35,580.00	194.03	110.87%
T-53	INM	11	Curado tradicional por inmersión	50,540.00	283.72	162.13%
T-54	CHE	11	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	49,810.00	273.06	156.03%

T-55	DIS	11	Curado tradicional por dispersión discontinua	53,700.00	294.77	168.44%
T-56	CHE	12	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	34,810.00	188.10	107.49%
T-57	INM	12	Curado tradicional por inmersión	52,340.00	285.43	163.10%
T-58	DIS	12	Curado tradicional por dispersión discontinua	46,910.00	263.35	150.48%
T-59	S/C	12	Sin curado	33,300.00	182.55	104.31%
T-60	SIK	12	Curado con aditivo Sika Antisol S	37,680.00	206.83	118.19%

Fuente: elaboración propia

Tabla 45. Datos obtenidos - resistencia a compresión 21 días.

N° de testigos	Nomenclatura - Lote	Descripción	Lectura de rotura (Kg)	Resistencia de testigo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida %
T-21	SIK 05	Curado con aditivo Sika Antisol S	45,430.00	245.49	140.28%
T-22	CHE 05	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	48,360.00	263.72	150.70%
T-23	S/C 05	Sin curado	34,440.00	193.34	110.48%
T-24	DIS 05	Curado tradicional por dispersión discontinua	41,230.00	226.02	129.16%
T-25	INM 05	Curado tradicional por inmersión	50,050.00	274.74	156.99%
T-26	S/C 06	Sin curado	36,620.00	197.88	113.08%
T-27	SIK 06	Curado con aditivo Sika Antisol S	39,900.00	217.59	124.34%
T-28	INM 06	Curado tradicional por inmersión	50,330.00	282.54	161.45%

T-29	CHE	06	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	43,990.00	241.15	137.80%
T-30	DIS	06	Curado tradicional por dispersión discontinua	53,250.00	292.30	167.03%
T-31	CHE	07	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	47,430.00	256.30	146.46%
T-32	INM	07	Curado tradicional por inmersión	49,240.00	268.52	153.44%
T-33	DIS	07	Curado tradicional por dispersión discontinua	52,450.00	294.45	168.25%
T-34	S/C	07	Sin curado	39,000.00	213.80	122.17%
T-35	SIK	07	Curado con aditivo Sika Antisol S	55,960.00	307.18	175.53%
T-36	DIS	08	Curado tradicional por dispersión discontinua	51,410.00	277.81	158.75%
T-37	S/C	08	Sin curado	39,970.00	217.97	124.55%
T-38	SIK	08	Curado con aditivo Sika Antisol S	47,820.00	268.45	153.40%
T-39	INM	08	Curado tradicional por inmersión	54,710.00	299.92	171.38%
T-40	CHE	08	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	49,900.00	273.91	156.52%

Fuente: elaboración propia

Tabla 46. Datos obtenidos - resistencia a compresión 28 días.

N° de testigos	Nomenclatura - Lote	Descripción	Lectura de rotura (Kg)	Resistencia de testigo (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia obtenida %
T-01	CHE 01	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	44,560.00	240.79	137.59%
T-02	INM 01	Curado tradicional por inmersión	56,690.00	309.15	176.66%
T-03	S/C 01	Sin curado	39,650.00	217.36	124.21%
T-04	DIS 01	Curado tradicional por dispersión discontinua	44,560.00	250.15	142.94%
T-05	SIK 01	Curado con aditivo Sika Antisol S	39,970.00	219.40	125.37%
T-06	S/C 02	Sin curado	43,370.00	234.36	133.92%
T-07	SIK 02	Curado con aditivo Sika Antisol S	53,030.00	289.19	165.25%
T-08	INM 02	Curado tradicional por inmersión	61,470.00	345.08	197.19%
T-09	CHE 02	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	55,950.00	306.72	175.27%
T-10	DIS 02	Curado tradicional por dispersión discontinua	53,340.00	292.79	167.31%
T-11	DIS 03	Curado tradicional por dispersión discontinua	62,070.00	335.41	191.66%
T-12	S/C 03	Sin curado	44,440.00	242.35	138.48%
T-13	SIK 03	Curado con aditivo Sika Antisol S	51,570.00	289.51	165.43%
T-14	INM 03	Curado tradicional por inmersión	56,670.00	310.67	177.52%



T-15	CHE	03	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	56,140.00	308.16	176.09%
T-16	INM	04	Curado tradicional por inmersión	53,590.00	289.59	165.48%
T-17	DIS	04	Curado tradicional por dispersión discontinua	55,520.00	302.77	173.01%
T-18	CHE	04	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema	43,850.00	246.17	140.67%
T-19	SIK	04	Curado con aditivo Sika Antisol S	47,710.00	261.55	149.46%
T-20	S/C	04	Sin curado	40,450.00	222.04	126.88%

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.4. Características de los aditivos curadores

Tabla 47. Características de los aditivos curadores empleados

Característica	Aditivo Curador	
	Sika Antisol S	Membranil Reforzado Chema
Norma	Norma U.N.I. 8656 bajo la clase tipo 1.	Norma ASTM C-309, Tipo I, Clase A
Rendimiento (m <sup>2</sup> )	21 a 23 m <sup>2</sup> /gal.	15 m <sup>2</sup> /gal.
Densidad (Kg/l)	1.11 Kg/l ± 0.01	0.978 a 1.004 Kg/l
Apariencia	Líquido	Líquido
Color	Transparente	Blanco lechoso
Tiempo máximo de almacenamiento	2 años	1 año
Aplicación	Pulverizado manual o con equipo	Pulverizado manual o con equipo
Presentación	Balde 20 litros, cilindro 200 litros	Envase de 1 galón, 5 galones y 55 galones.

Fuente: elaboración propia

#### 4.1.5. Resultados de análisis de costos unitarios de los diferentes métodos de curado

Tabla 48. Análisis de C.U del curado tradicional por inmersión

Partida	Curado Tradicional por Inmersión				
Rendimiento	30	und/día	Costo Unitario Por:		und
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	1	0.267	14.69	S/3.92
					S/3.92
Materiales					
Agua	M3		0.343	6.56	S/2.25
					S/2.25
Equipos					
Herramientas Manuales	%Mo	3%	0.03	3.92	S/0.12
					S/0.12
Total					S/6.28

Fuente: elaboración propia

Tabla 49. Análisis de C.U del curado tradicional por dispersión discontinua

Partida	Curado Tradicional por Dispersión Discontinua				
Rendimiento	250	m <sup>2</sup> /día	Costo Unitario Por:		m <sup>2</sup>
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	1	0.032	14.69	S/0.47
					S/0.47
Materiales					
Agua	m3		0.003	6.56	S/0.02
					S/0.02

Equipos					
Herramientas Manuales	%Mo	3%	0.03	0.47	S/0.01
					S/0.01
Total					S/0.50

Fuente: elaboración propia

*Tabla 50. Análisis de C.U del curado con aditivo Sika Antisol S*

Partida	Curado con Aditivo Sika Antisol S				
Rendimiento	200	m <sup>2</sup> /día	Costo Unitario Por:		m <sup>2</sup>
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	1	0.04	14.69	S/0.59
					S/0.59
Materiales					
Aditivo Sika Antisol S	gln		0.927	30.32	S/28.10
					S/28.10
Equipos					
Herramientas Manuales	%Mo	3%	0.03	0.59	S/0.02
					S/0.02
Total					S/28.71

Fuente: elaboración propia

Tabla 51. Análisis de C.U del curado con aditivo Membranil Reforzado Chema

Partida	Curado con aditivo Membranil Reforzado Chema				
Rendimiento	200	m <sup>2</sup> /día	Costo Unitario Por:		m <sup>2</sup>
Descripción de Recursos	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					
Peón	hh	1	0.04	14.69	S/0.59
					S/0.59
Materiales					
Aditivo Membranil Reforzado Chema	gln		0.873	33.9	S/29.60
					S/29.60
Equipos					
Herramientas Manuales	%Mo	3%	0.03	0.59	S/0.02
					S/0.02
Total					S/30.20

Fuente: elaboración propia

## 4.2. Discusión de resultados

### 4.2.1. Análisis de los materiales empleados para la elaboración de concreto.

Agregado Grueso.

En la tabla. Se observa los resultados obtenidos en los ensayos aplicados al agregado grueso, en donde se aprecia que se cumple con los rangos establecidos según las normas NTP a excepción del peso unitario compactado suelto el cual se encuentra inferior a los límites.

Del Figura, se aprecia la curva granulométrica del agregado grueso, la cual cumple con el Huso 56 1” a 3/8”.

Agregado Fino

En la tabla se presenta los resultados de los ensayos realizados al agregado fino, los cuales se observan que se encuentran dentro de los rangos permitidos según las normas NTP.

Con respecto al Figura, observamos que la distribución de los tamaños de las partículas no cumple en totalidad para un agregado fino según la norma NTP 400.037, se continúa con el diseño de mezcla por ser la cantera Chillico distribuidor del agregado fino más utilizado de la región de Ayacucho.

Agua

Con respecto al uso de agua, se empleó agua potable derivado del río Cachi suministradas en la planta de Quicapata, distrito de Carmen Alto; la mayor parte de la distribución es por gravedad.

Cemento

No empleo ensayos al cemento, se empleó la ficha técnica del producto.

#### 4.2.2. Análisis comparativo por lote de los ensayos.

Tabla 52. Comparación de resultados Lote 01

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-01	CHE-01	240.79	137.59%	28 días
T-02	INM-01	309.15	176.66%	
T-03	S/C-01	217.36	124.21%	
T-04	DIS-01	250.15	142.94%	
T-05	SIK-01	219.40	125.37%	

Fuente: elaboración propia

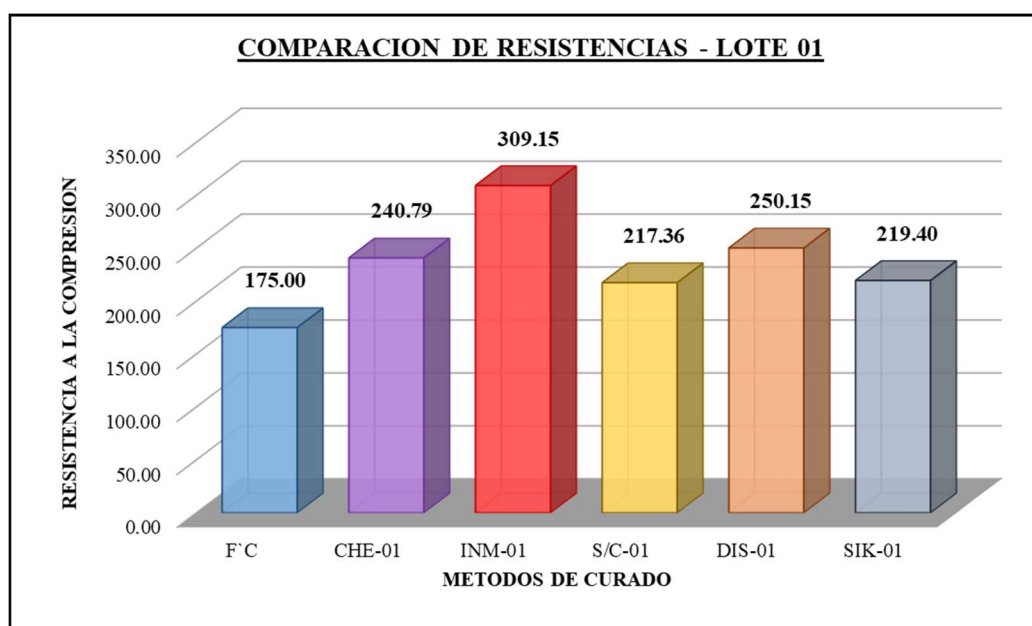


Figura 12. Resistencia a compresión Lote 01, elaboración propia.

Tabla 53. Comparación de resultados Lote 02

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-06	S/C-02	234.36	133.92%	28 días
T-07	SIK-02	289.19	165.25%	
T-08	INM-02	345.08	197.19%	
T-09	CHE-02	306.72	175.27%	
T-10	DIS-02	292.79	167.31%	

Fuente: elaboración propia

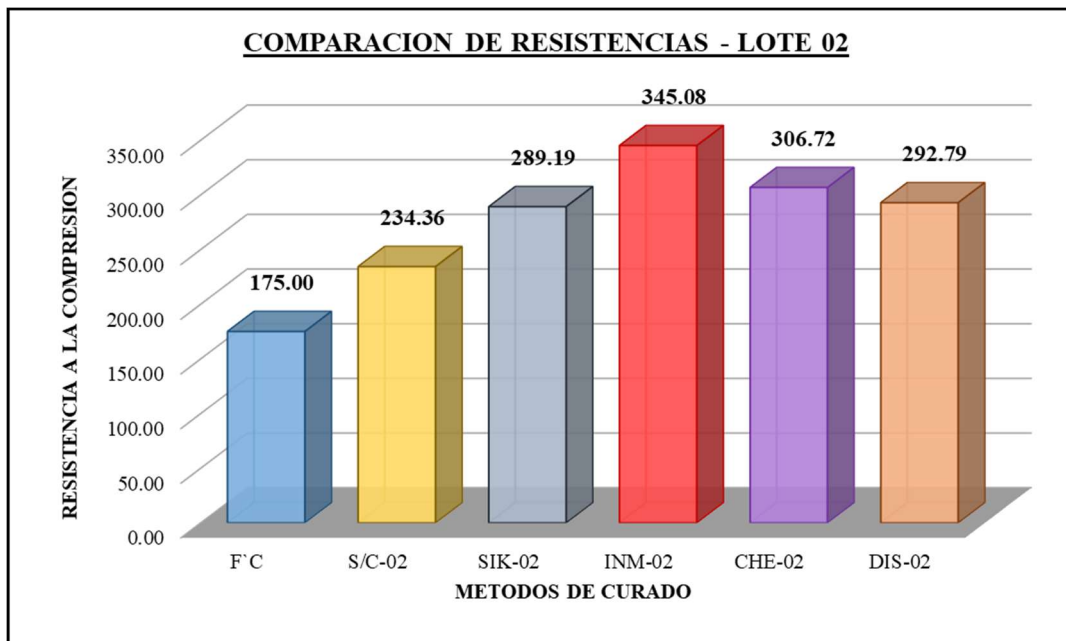


Figura 13. Resistencia a compresión Lote 02, elaboración propia.

Tabla 54. Comparación de resultados Lote 03

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-11	DIS-03	335.41	191.66%	28 días
T-12	S/C-03	242.35	138.48%	
T-13	SIK-03	289.51	165.43%	
T-14	INM-03	310.67	177.52%	
T-15	CHE-03	308.16	176.09%	

Fuente: elaboración propia

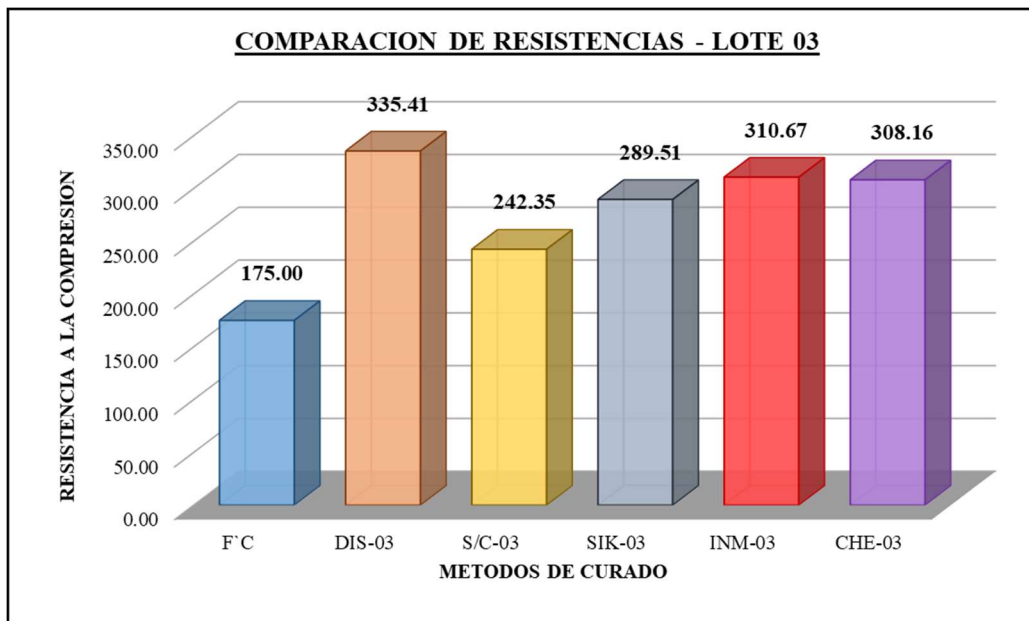


Figura 14. Resistencia a compresión Lote 03, elaboración propia.

Tabla 55. Comparación de resultados Lote 04

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-16	INM-04	289.59	165.48%	28 días
T-17	DIS-04	302.77	173.01%	
T-18	CHE-04	246.17	140.67%	
T-19	SIK-04	261.55	149.46%	
T-20	S/C-04	222.04	126.88%	

Fuente: elaboración propia

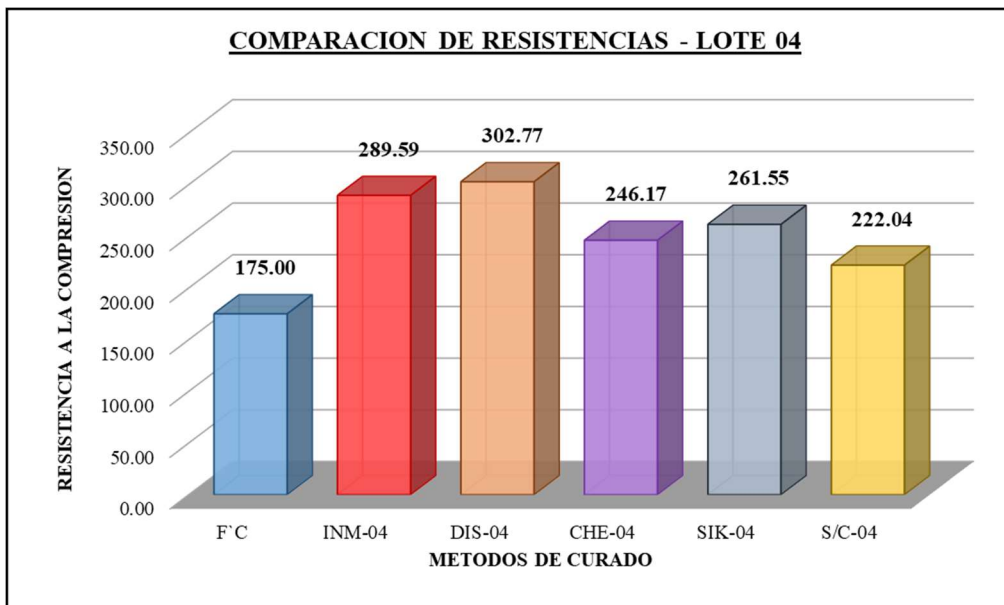


Figura 15. Resistencia a compresión Lote 04, elaboración propia.



Tabla 56. Comparación de resultados Lote 05

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-21	SIK-05	245.49	140.28%	21 días
T-22	CHE-05	263.72	150.70%	
T-23	S/C-05	193.34	110.48%	
T-24	DIS-05	226.02	129.16%	
T-25	INM-05	274.74	156.99%	

Fuente: elaboración propia

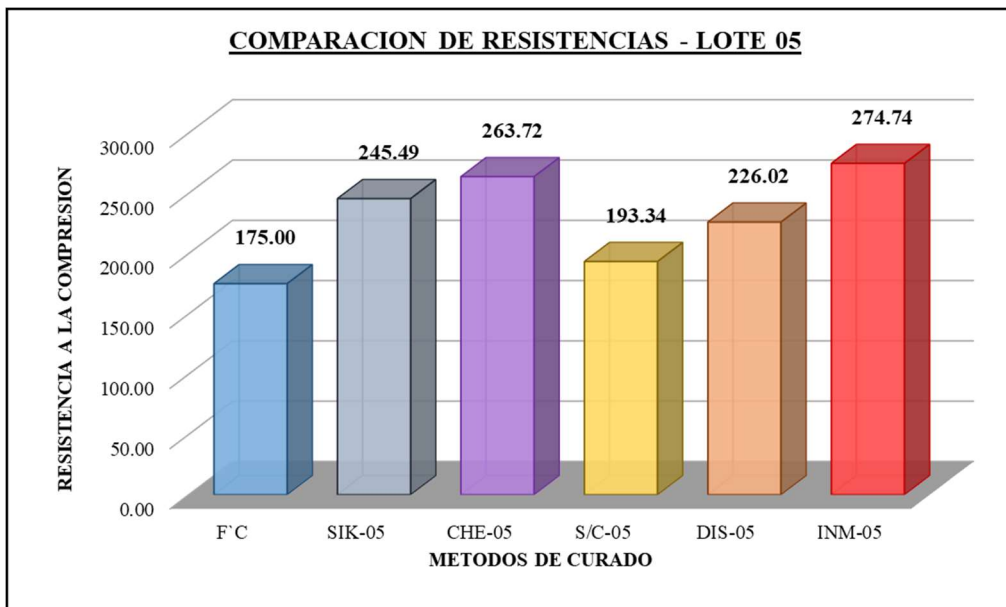


Figura 16. Resistencia a compresión Lote 05, elaboración propia.

Tabla 57. Comparación de resultados Lote 06

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-26	S/C-06	197.88	113.08%	21 días
T-27	SIK-06	217.59	124.34%	
T-28	INM-06	282.54	161.45%	
T-29	CHE-06	241.15	137.80%	
T-30	DIS-06	292.30	167.03%	

Fuente: elaboración propia

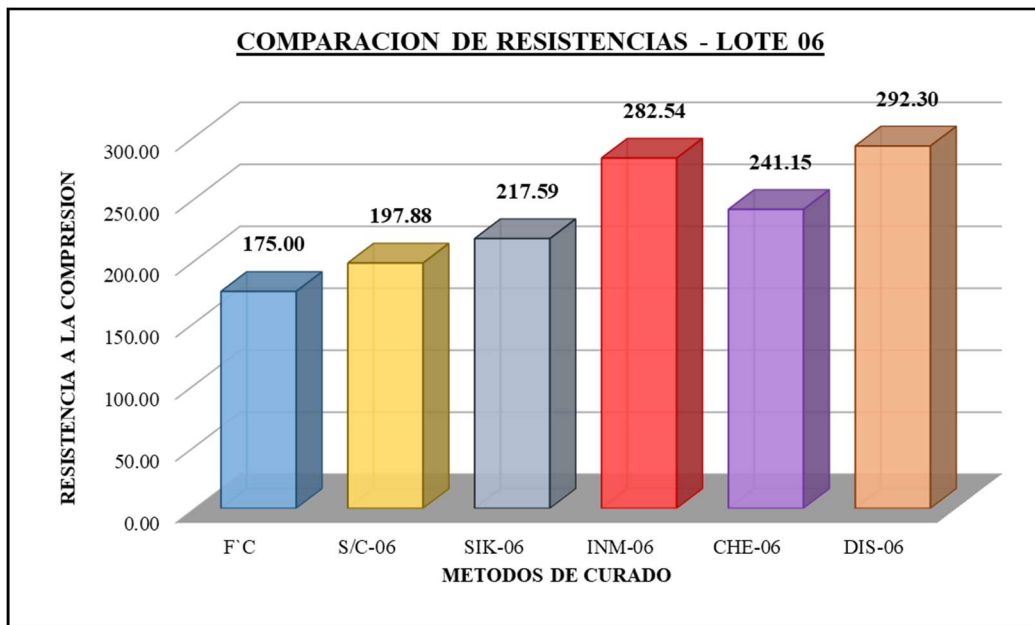


Figura 17. Resistencia a compresión Lote 06, elaboración propia.

Tabla 58. Comparación de resultados Lote 07

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-31	CHE-07	256.30	146.46%	21 días
T-32	INM-07	268.52	153.44%	
T-33	DIS-07	294.45	168.25%	
T-34	S/C-07	213.80	122.17%	
T-35	SIK-07	307.18	175.53%	

Fuente: elaboración propia

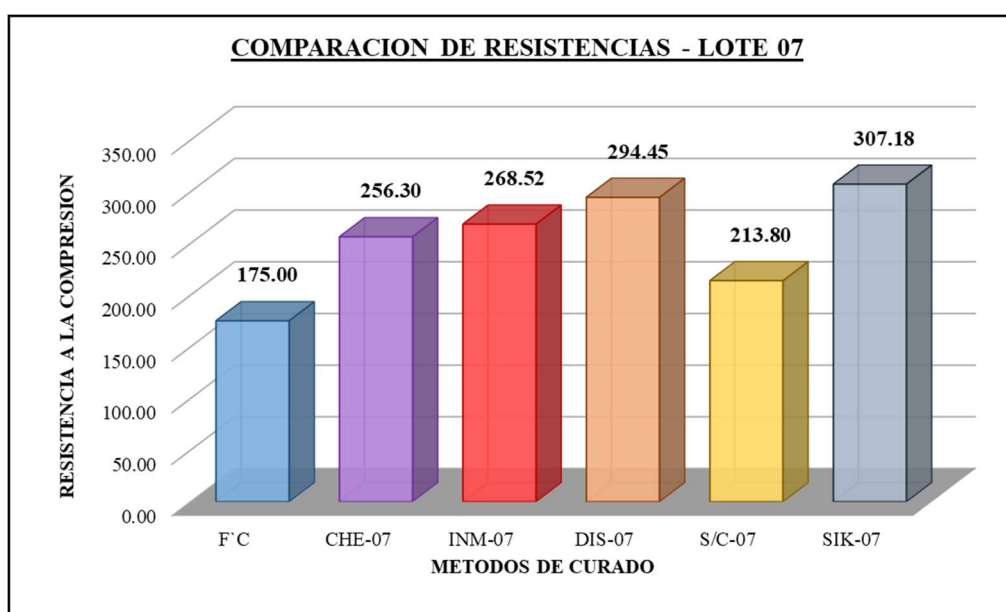


Figura 18. Resistencia a compresión Lote 07, elaboración propia.

Tabla 59. Comparación de resultados Lote 08

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-36	DIS-08	277.81	158.75%	21 días
T-37	S/C-08	217.97	124.55%	
T-38	SIK-08	268.45	153.40%	
T-39	INM-08	299.92	171.38%	
T-40	CHE-08	273.91	156.52%	

Fuente: elaboración propia

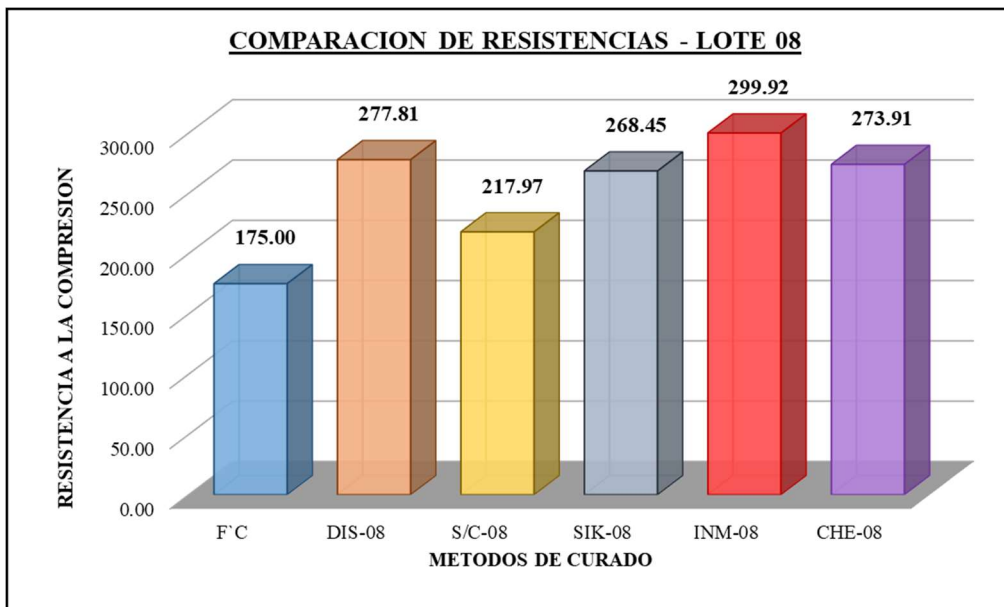


Figura 19. Resistencia a compresión Lote 08, elaboración propia.

Tabla 60. Comparación de resultados Lote 09

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-41	INM-09	237.82	135.90%	14 días
T-42	DIS-09	198.94	113.68%	
T-43	CHE-09	217.54	124.31%	
T-44	SIK-09	227.78	130.16%	
T-45	S/C-09	144.15	82.37%	

Fuente: elaboración propia

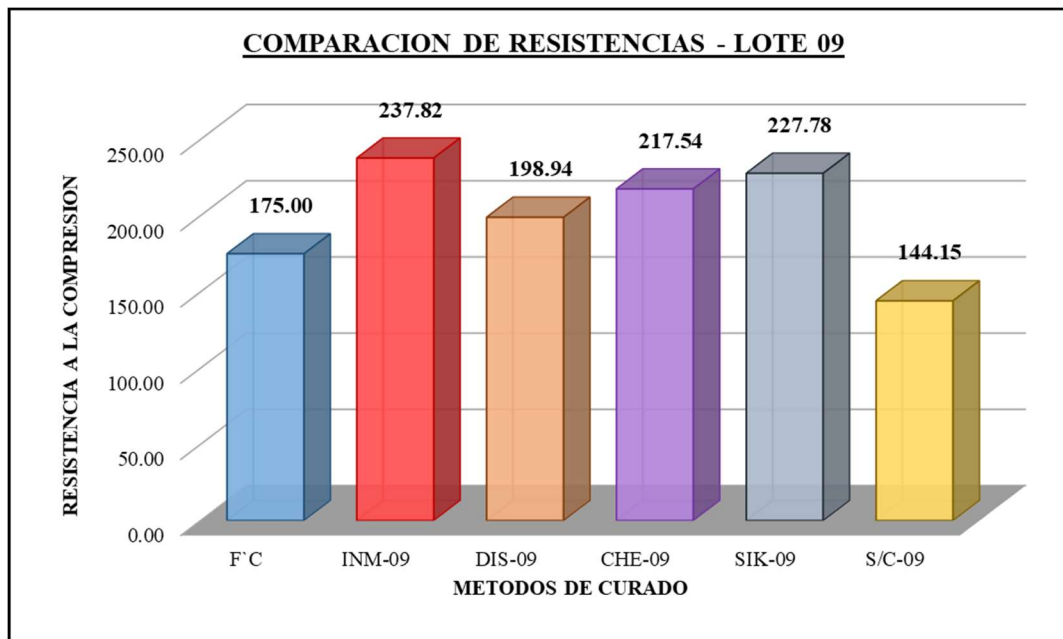


Figura 20. Resistencia a compresión Lote 09, elaboración propia.

Tabla 61. Comparación de resultados Lote 10

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-46	SIK-10	213.56	122.03%	14 días
T-47	CHE-10	207.55	118.60%	
T-48	S/C-10	187.45	107.11%	
T-49	DIS-10	255.08	145.76%	
T-50	INM-10	246.19	140.68%	

Fuente: elaboración propia

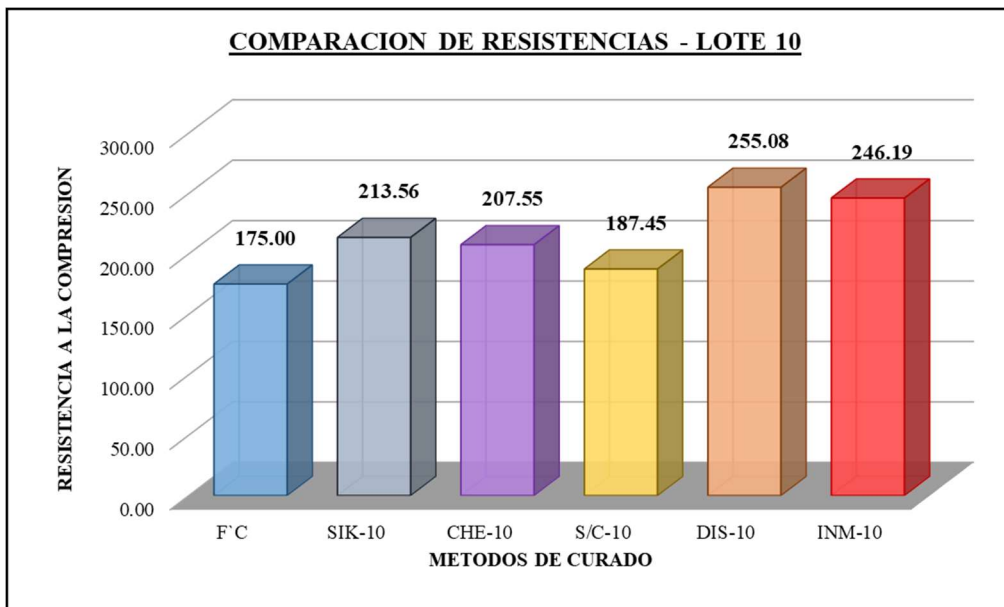


Figura 21. Resistencia a compresión Lote 10, elaboración propia.

Tabla 62. Comparación de resultados Lote 11

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-51	SIK-11	253.27	144.73%	14 días
T-52	S/C-11	194.03	110.87%	
T-53	INM-11	283.72	162.13%	
T-54	CHE-11	273.06	156.03%	
T-55	DIS-11	294.77	168.44%	

Fuente: elaboración propia

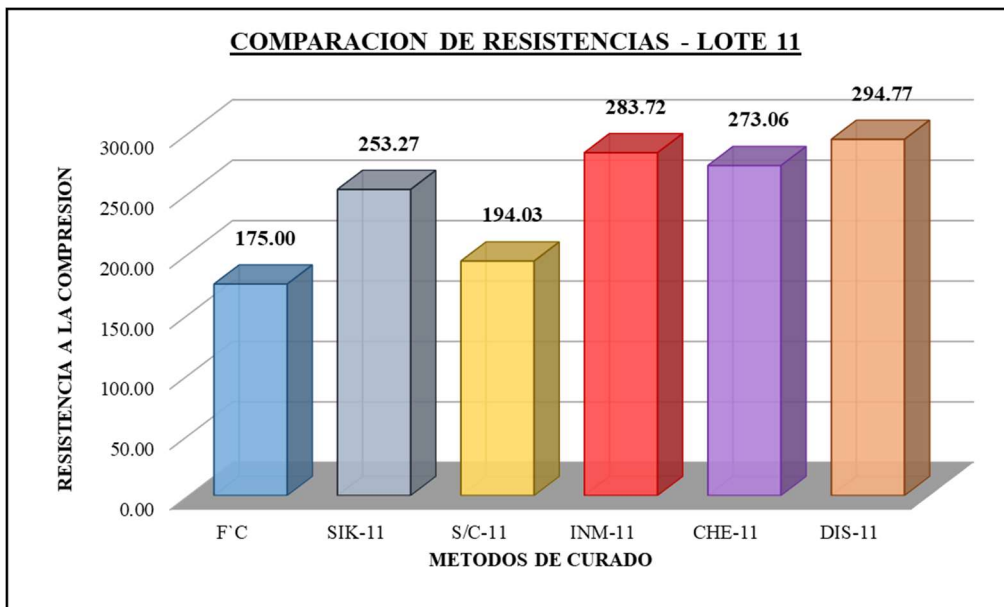


Figura 22. Resistencia a compresión Lote 11, elaboración propia.

Tabla 63. Comparación de resultados Lote 12

N° DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-56	CHE-12	188.10	107.49%	14 días
T-57	INM-12	285.43	163.10%	
T-58	DIS-12	263.35	150.48%	
T-59	S/C-12	182.55	104.31%	
T-60	SIK-12	206.83	118.19%	

Fuente: elaboración propia

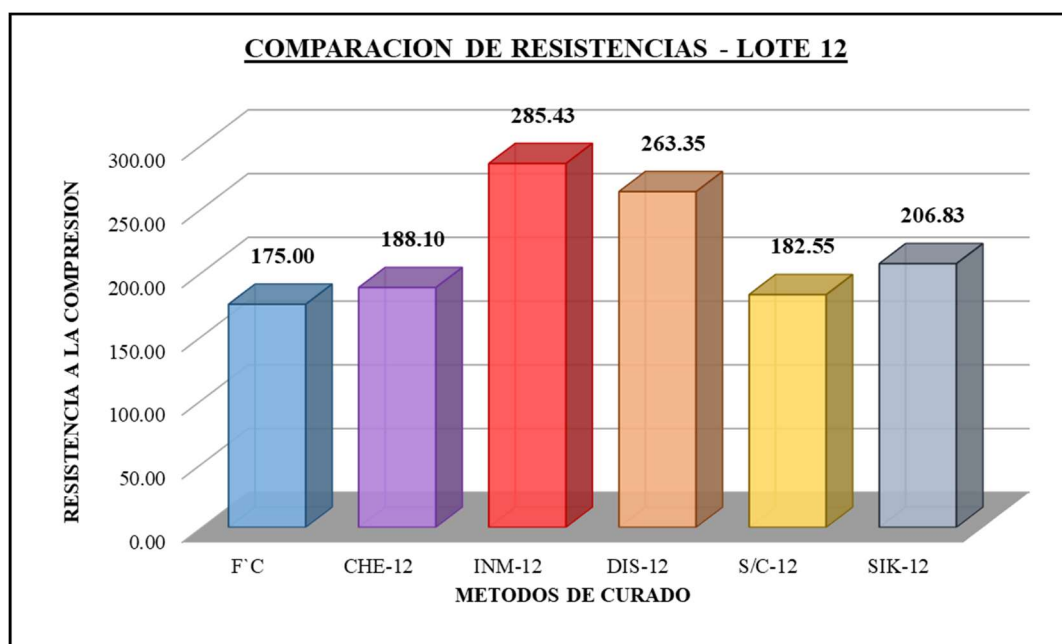


Figura 23. Resistencia a compresión Lote 12, elaboración propia.



Tabla 64. Comparación de resultados Lote 13

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-61	INM-13	182.92	104.52%	7 días
T-62	DIS-13	182.85	104.49%	
T-63	CHE-13	172.51	98.58%	
T-64	SIK-13	169.61	96.92%	
T-65	S/C-13	165.88	94.79%	

Fuente: elaboración propia

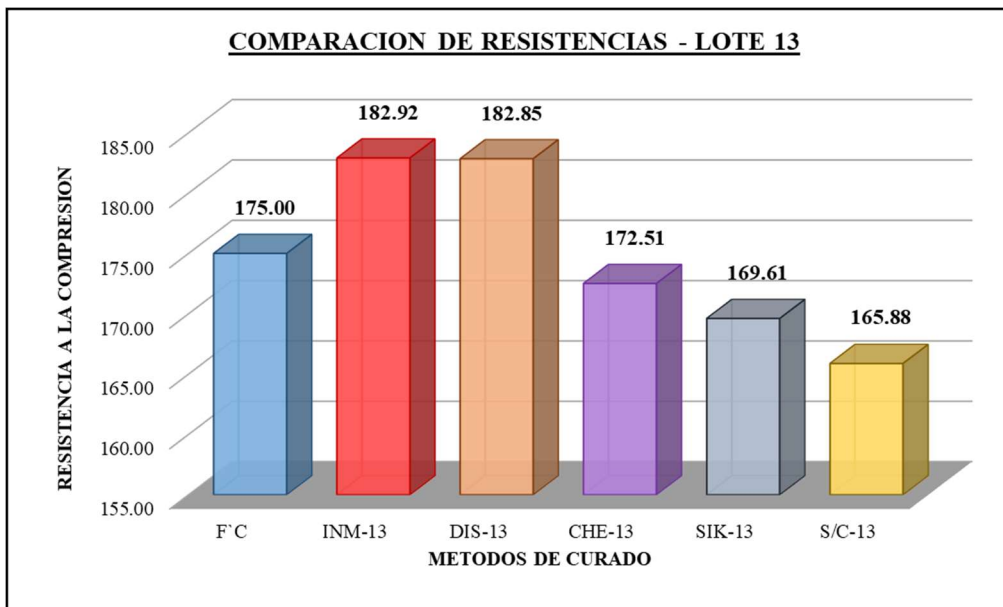


Figura 24. Resistencia a compresión Lote 13, elaboración propia.

Tabla 65. Comparación de resultados Lote 14

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-66	S/C-14	147.09	84.05%	7 días
T-67	CHE-14	189.67	108.38%	
T-68	DIS-14	175.54	100.31%	
T-69	SIK-14	169.72	96.98%	
T-70	INM-14	151.72	86.70%	

Fuente: elaboración propia

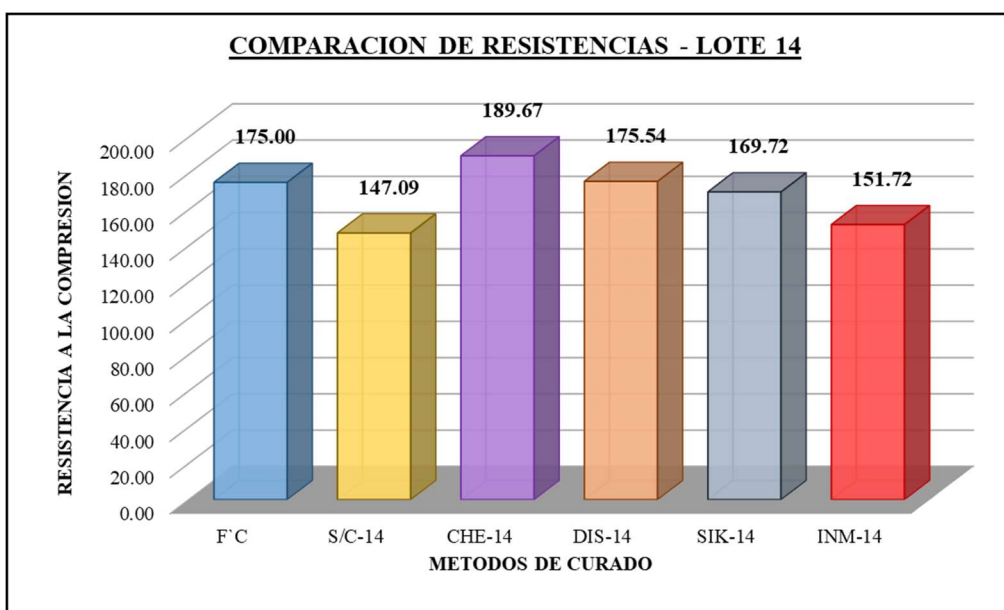


Figura 25. Resistencia a compresión Lote 14, elaboración propia.

Tabla 66. Comparación de resultados Lote 15

Nº DE TESTIGO	NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-71	DIS-15	159.63	91.21%	7 días
T-72	SIK-15	157.22	89.84%	
T-73	S/C-15	166.62	95.21%	
T-74	INM-15	161.72	92.41%	
T-75	CHE-15	168.46	96.27%	

Fuente: elaboración propia

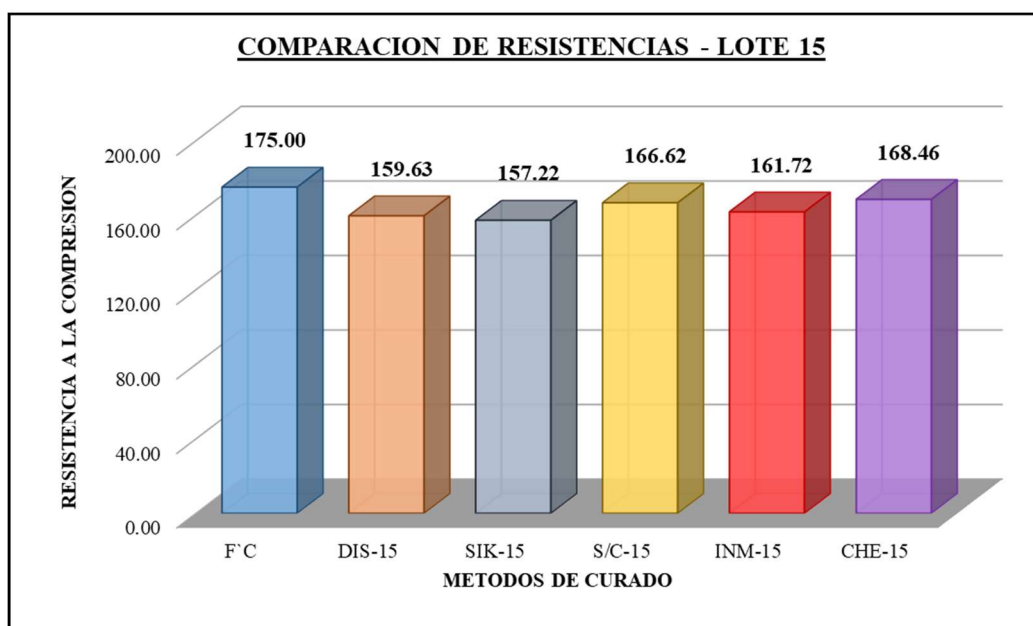


Figura 26. Resistencia a compresión Lote 15, elaboración propia.

Tabla 67. Comparación de resultados Lote 16

N° TESTIGO	DE NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	EDAD
T-76	S/C-16	188.59	107.77%	7 días
T-77	CHE-16	160.38	91.65%	
T-78	SIK-16	167.18	95.53%	
T-79	DIS-16	160.46	91.69%	
T-80	INM-16	190.86	109.06%	

Fuente: elaboración propia

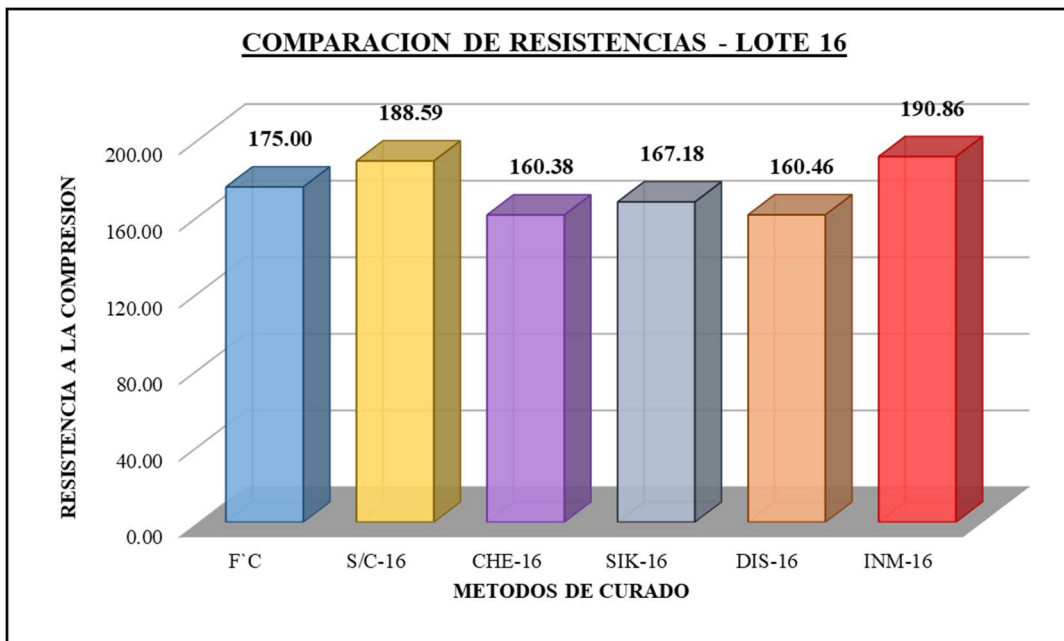


Figura 27. Resistencia a compresión Lote 16, elaboración propia.

### 4.2.3. Análisis comparativo del promedio de la resistencia a compresión

Tabla 68. Comparación de resultados promedios de resistencia a compresión

NOMBRE	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )							
	7 días	%	14 días	%	21 días	%	28 días	%
INM	171.80	98.17%	263.29	150.45%	285.64	163.22%	313.62	179.21%
DIS	169.62	96.93%	253.03	144.59%	272.64	155.80%	295.28	168.73%
S/C	167.05	95.45%	177.04	101.17%	219.45	125.40%	231.79	132.45%
SIK	165.93	94.82%	225.36	128.78%	256.98	146.85%	264.91	151.38%
CHE	172.76	98.72%	221.56	126.61%	257.81	147.32%	275.46	157.41%

Fuente: elaboración propia

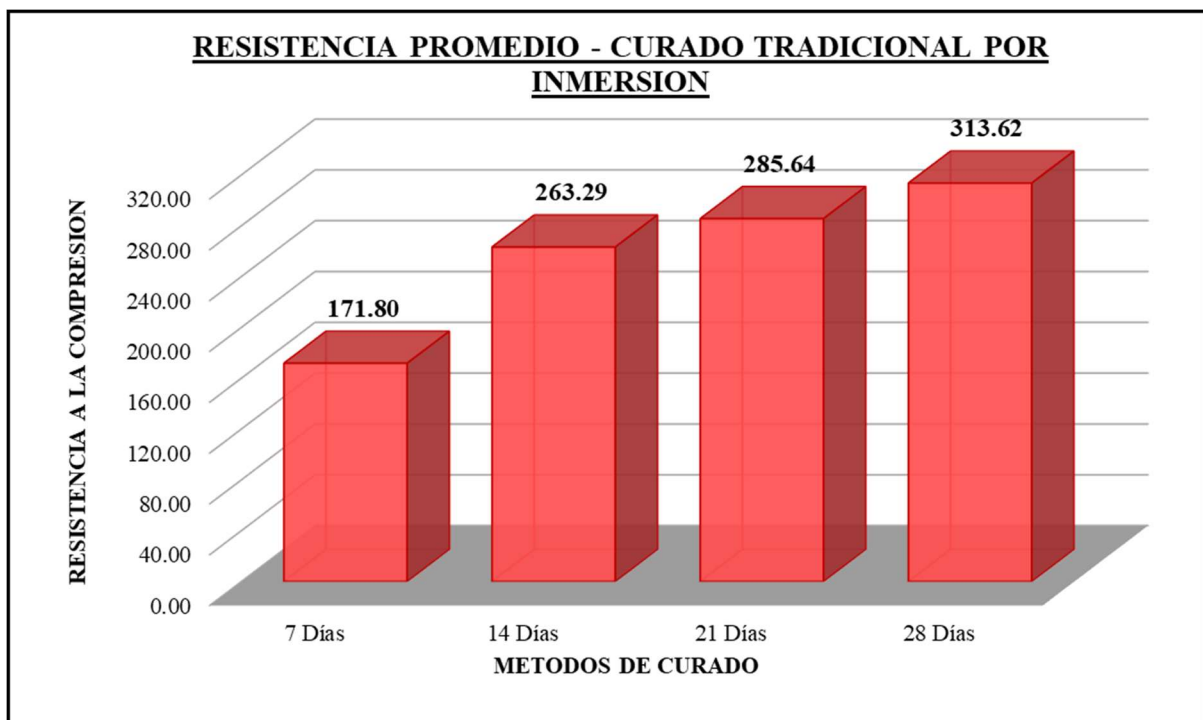


Figura 28. Resistencia promedio de curado por inmersión, elaboración propia.

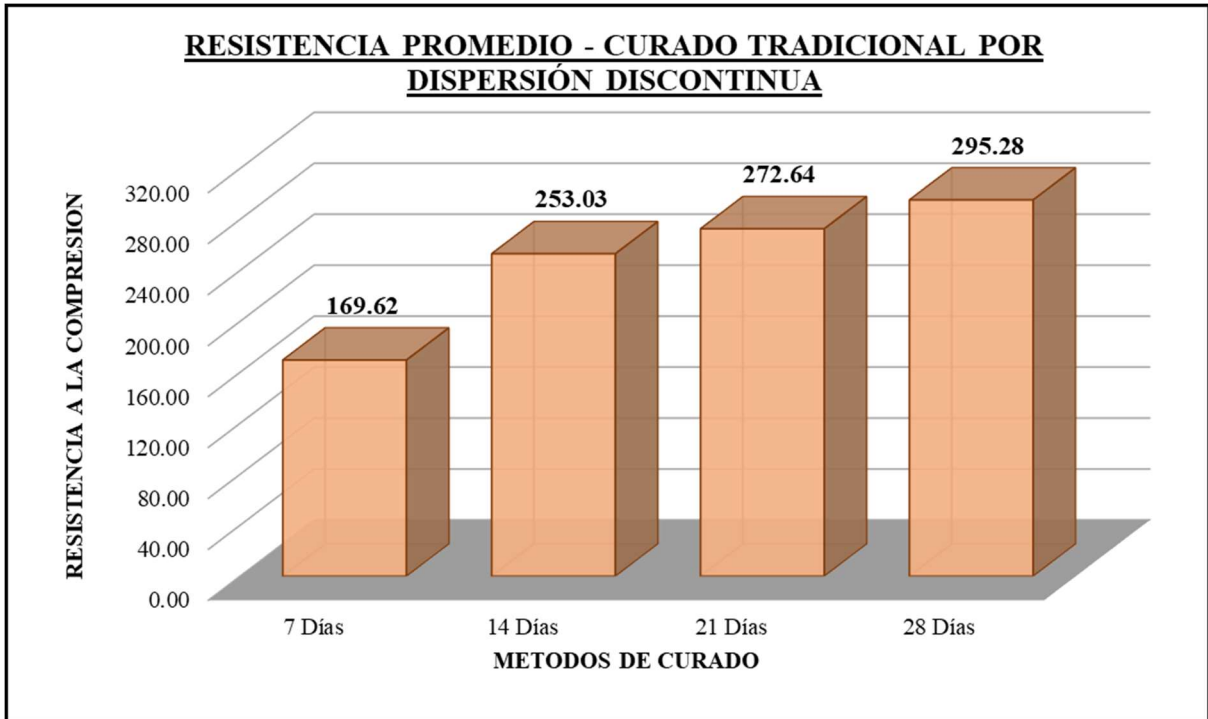


Figura 29. Resistencia promedio de curado por dispersión discontinua, elaboración propia.

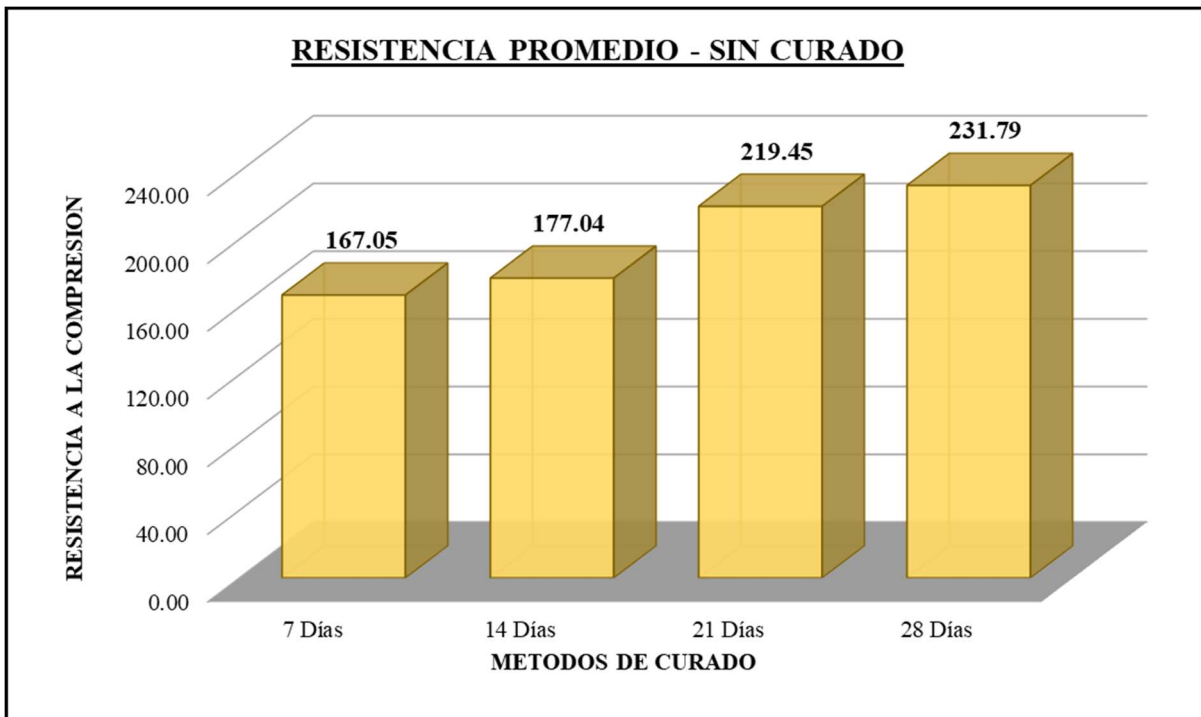


Figura 30. Resistencia promedio de testigos sin curar, elaboración propia.

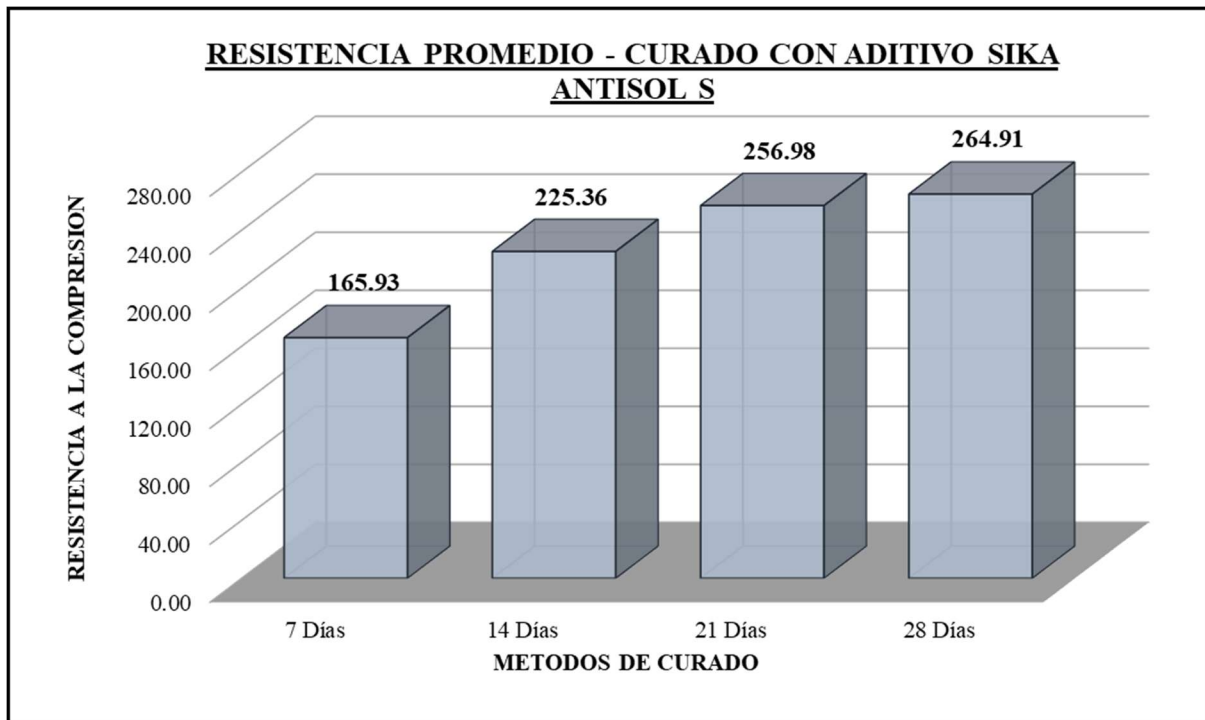


Figura 31. Resistencia promedio de curado con aditivo Sika Antisol S, elaboración propia.

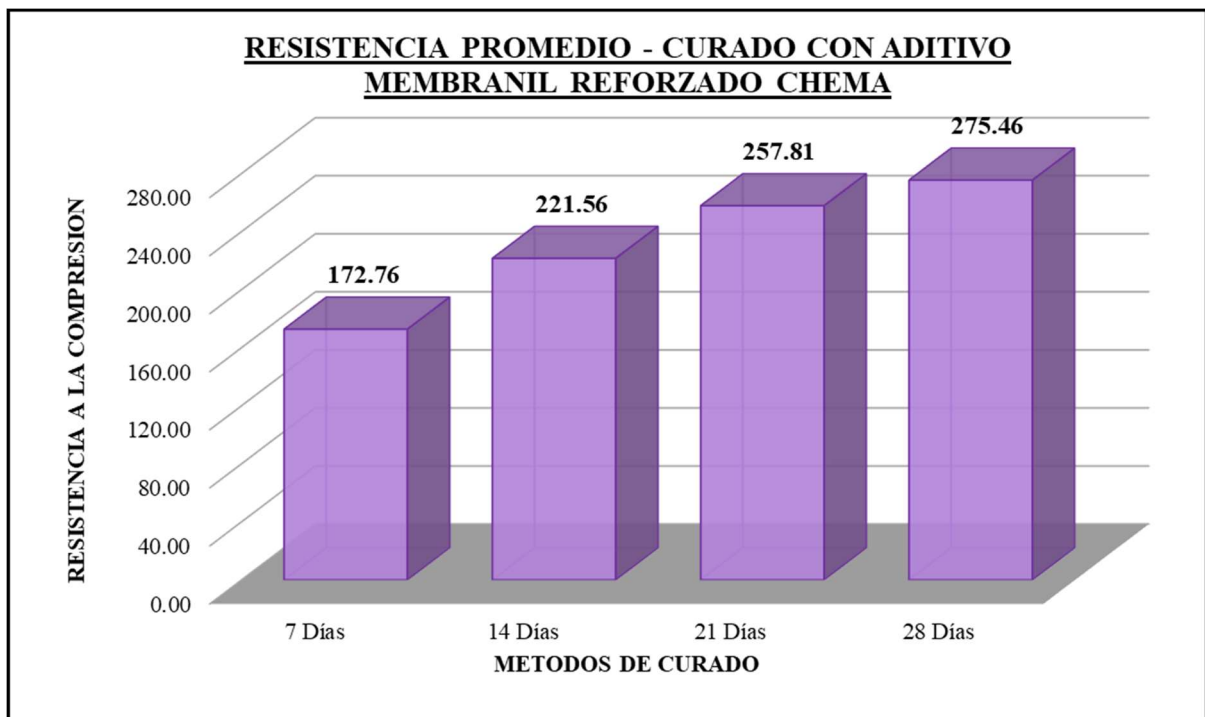


Figura 32. Resistencia promedio de curado con aditivo Membranil Reforzado Chema, elaboración propia.

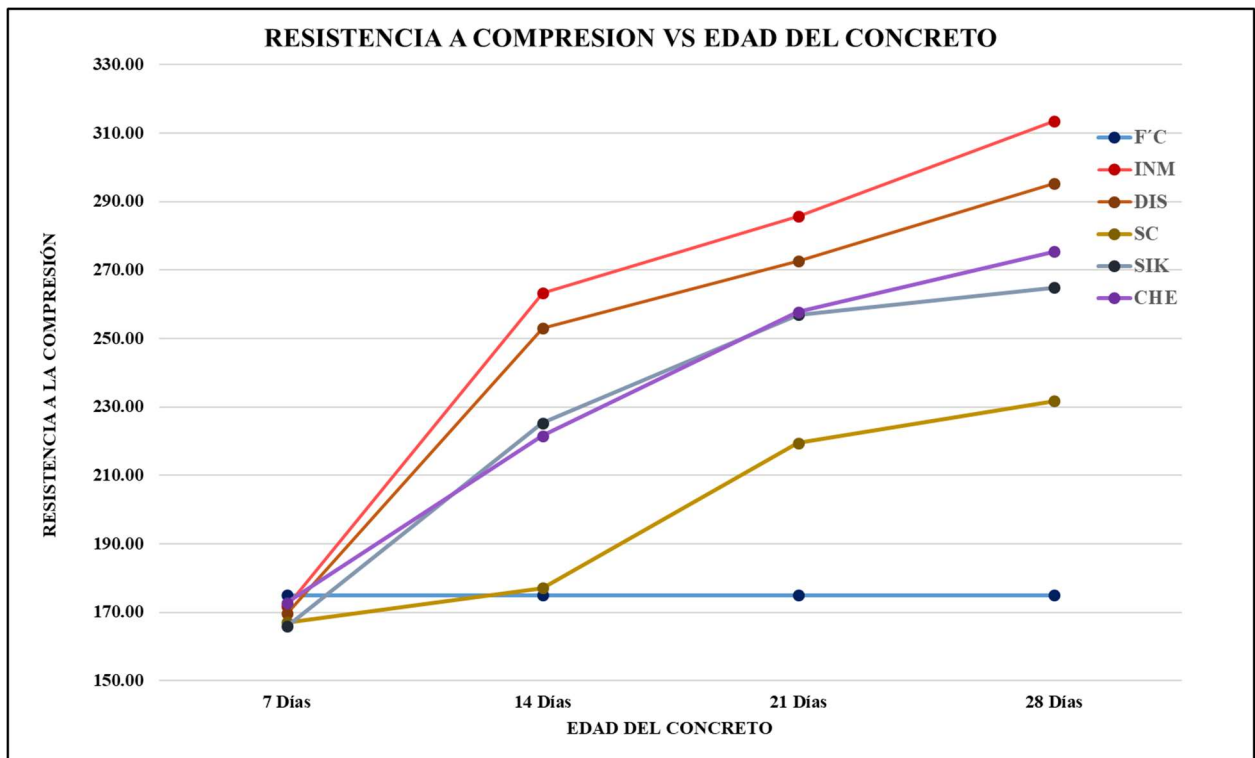


Figura 33. Comparación de resistencia promedio vs edad del concreto, elaboración propia.



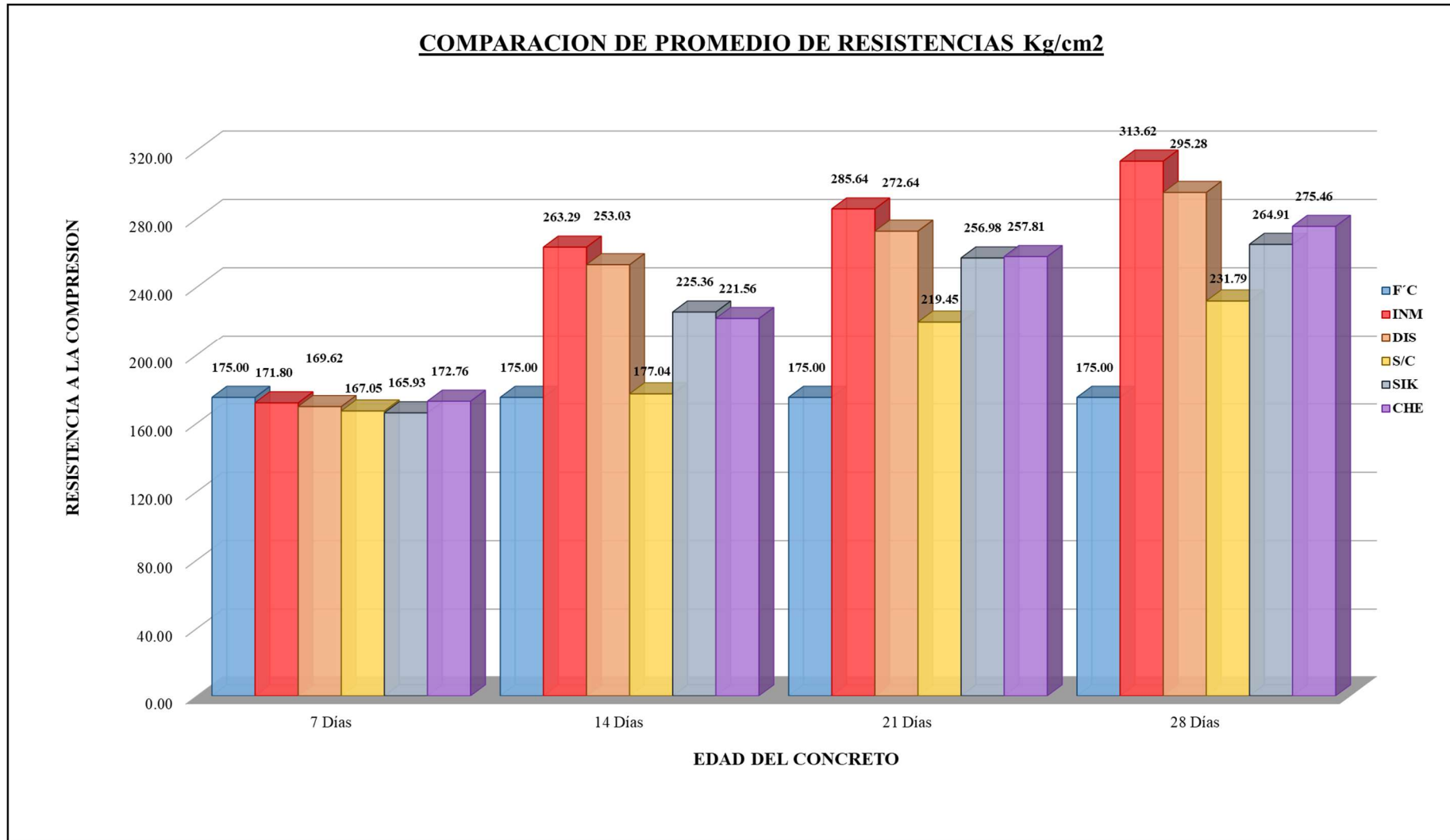


Figura 34. Comparación de resistencias promedios a compresión, elaboración propia.

#### 4.2.4. Análisis de costos

Tabla 69. Análisis económico total por métodos aplicados

Método De Curado	Costo Unitario	Nº De Veces X Día	Área De Superficie Por Testigo (m <sup>2</sup> )	Numero De Testigos	Parcial S/.	Resistencia Obtenida F'C
C.T Por Inmersión	S/ 6.28	4	-	-	S/ 25.14	313.62
C.T. Por Dispersión Discontinua	S/ 0.50	4	0.177	16	S/ 159.31	295.28
C.A. Sika Antisol S	S/ 28.71	2	0.177	16	S/ 162.33	264.91
C.A. Membranil Reforzado Chema	S/ 30.20	2	0.177	16	S/ 170.78	275.46
Sin Curado	S/ 0.00		-	-	S/ 0.00	231.79

Fuente: elaboración propia

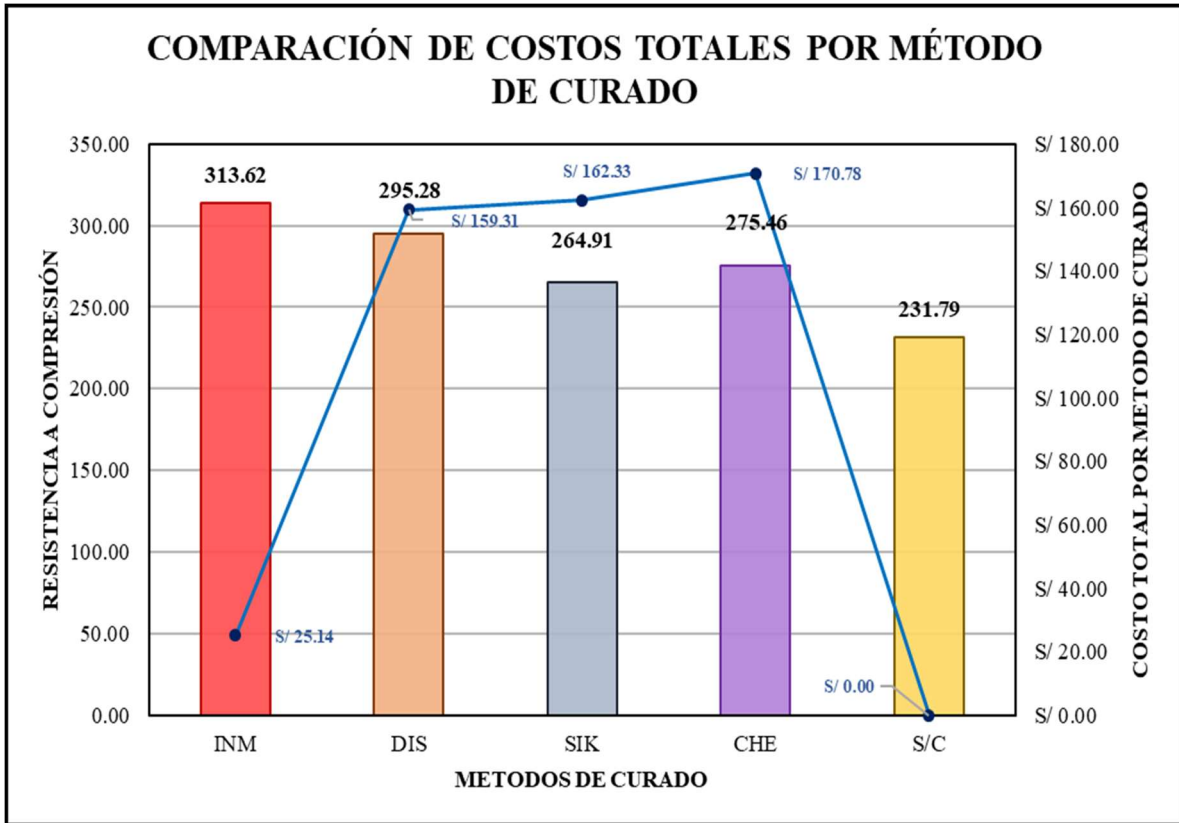


Figura 35. Comparación de costos totales por método de curado, elaboración propia

#### 4.2.5. Análisis de los métodos del diseño de mezcla de concreto

Tabla 70. Dosificación - métodos de diseño de mezcla

Diseño de mezcla de concreto por métodos				
Métodos	Materiales			
	Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua (lt)
<b>DOSIFICACION EN PESO DE CONCRETO POR M3</b>				
M. COMITÉ ACI 211	328.88	769.53	925.50	206.54
	1.00	2.34	2.81	26.69
M. AGREGADO GLOBAL	326.43	808.61	881.91	206.54
	1.00	2.48	2.70	26.89
M. MODULO DE FINURA	326.43	760.11	934.80	206.53
	1.00	2.33	2.86	26.89
M. WALKER	324.84	725.27	978.06	205.53
	1.00	2.23	3.01	26.89
<b>DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO MOLDE DE TESTIGO (30*15)</b>				
M. COMITÉ ACI 211	2.138	5.002	6.016	1.342
M. AGREGADO GLOBAL	2.122	5.256	5.732	1.343
M. MODULO DE FINURA	2.122	4.941	6.076	1.342
M. WALKER	2.111	4.714	6.357	1.336
<b>DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 5 MOLDES DE TESTIGO (30*15)</b>				
M. COMITÉ ACI 211	10.689	25.010	30.079	6.712
M. AGREGADO GLOBAL	10.609	26.280	28.662	6.713
M. MODULO DE FINURA	10.609	24.704	30.381	6.712
M. WALKER	10.557	23.571	31.787	6.680

Fuente: elaboración propia

Se realizó el diseño de mezcla por los cuatro métodos presentados, por cuestiones de financiamiento se seleccionó la dosificación del Método del Comité ACI 211.

#### 4.2.6. Verificación de hipótesis

##### 4.2.6.1. Verificación de hipótesis general

De acuerdo a los resultados presentados en el gráfico 34 los cuales son los promedios de las resistencias a compresión a los 28 días de edad de los testigos de concreto y el costo total por cada método de curado; se toma la hipótesis general como falsa siendo el curado tradicional (inmersión o dispersión discontinua) el que posee mayores ventajas económicas y técnicas en comparación con el curado con aditivo (Sika Antisol S o Membranil Reforzado Chema).

##### 4.2.6.2. Verificación de hipótesis específica

Para la primera hipótesis específica planteada, se declara falsa, la cual está sustentada por los resultados, los cuales indican una mayor resistencia a compresión para el método de curado tradicional y no para

el curado con aditivo de concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$  como indica la hipótesis, se sabe que todos los métodos empleados superan el 70 % de la resistencia de diseño a los 7 días de edad y curado.

La segunda hipótesis específica se declara verdadera, por los resultados obtenidos de los costos totales para los diferentes métodos de curado, siendo el curado tradicional el método más beneficioso a nivel económico y de más facilidad de adquisición en la región de Ayacucho, siendo el agua como material principal para el método tradicional.

Para la tercera hipótesis específica se verifica su veracidad, de acuerdo a los ensayos realizados los agregados provenientes de la cantera Chillico, cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas vigentes de esta manera se elabora el diseño de mezcla de concreto  $175 \text{ kg/cm}^2$  de manera eficaz y viable los cuales fueron elaborados en la región de Ayacucho.

## CONCLUSIONES

1. De los resultados obtenidos, la resistencia a la compresión promedio a los 28 días el curado por método tradicional por inmersión es de  $313.62 \text{ kg/cm}^2$ , este método es el más empleado en laboratorio, pero tiene un grado de dificultad al momento de emplearlo en obra, para el curado tradicional por dispersión discontinua es de  $295.28 \text{ kg/cm}^2$ , este método es el más empleado en la actualidad por su fácil adquisición de agua en las ejecuciones de obras, el curado con aditivo Sika Antisol S obtiene  $264.91 \text{ kg/cm}^2$  y  $275.46 \text{ kg/cm}^2$  para el curado empleando Membranil Reforzado Chema; con relación a ello y del análisis de costos unitarios se concluye que el método por curado tradicional tiene mayores ventajas técnicas y económicas en comparación con el curado con aditivo, de esta manera se declara la hipótesis general como falsa.
2. La mayor resistencia a la compresión promedio obtenida a los 7, 14, 21 y 28 son  $172.76 \text{ kg/cm}^2$ ,  $263.29 \text{ kg/cm}^2$ ,  $285.64 \text{ kg/cm}^2$  y  $313.62 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente; tres de estos resultados pertenecen al método de curado tradicional por inmersión por ello se concluye que este método obtiene mejores resultados en la obtención de resistencia en comparación con el método de curado con aditivo (Sika Antisol S y Membranil Reforzado Chema), de esta manera la primera hipótesis específica se declara falsa, por indicar lo contrario a los resultados obtenidos.
3. Con base en los costos totales obtenidos e indicados en la tabla 69, se concluye como el método más económico al curado tradicional por inmersión debido a que una vez elaborado los testigos de concreto fueron sumergidas en pozo lleno de agua, generando un solo gasto; el método de curado tradicional por dispersión discontinua queda en segundo lugar cuando se refiere a costos; por ello la segunda hipótesis específica se declara verdadera; siendo el método de curado tradicional de menor costo y mayor facilidad de adquisición en comparación con el curado con aditivo (Sika Antisol S y Membranil Reforzado Chema).
4. Referente a los agregados, estos fueron provenientes de la cantera Chillico, se procedió a realizar los ensayos en laboratorio necesarios para determinar las características; de esta manera se concluye que los agregados empleados (arena gruesa y piedra chancada) cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas vigentes; por consiguiente se realizó el diseño de mezcla por 4 métodos diferentes (Comité ACI 211, Walker, módulo de finura y agregado global), seleccionando el diseño por el método del Comité ACI 211 como diseño para la elaboración de los testigos; de ello la tercera hipótesis específica se declara como verdadera por lo expuesto.

## RECOMENDACIONES

1. Si bien es cierto que el método de curado tradicional por inmersión es más ventajoso técnicamente y económicamente frente a otros métodos de curado, se recomienda emplear el curado tradicional por dispersión discontinua o empleando aditivos; por el hecho que la presente investigación se realizó en laboratorio; dificultando de esta manera emplear el método por inmersión en estructuras en obras de construcción; la cual requiere sumergir y saturar por las 24 horas al día.
2. Los métodos de curado empleados en la presente investigación, superan la resistencia a compresión promedio, el cual garantiza la calidad del concreto; la no aplicación de ningún método de curado expuesto a la intemperie y clima de la región de Ayacucho no garantiza la resistencia deseada, por ello se recomienda emplear cualquier método de curado, este debe ser aplicado 7 días como mínimo porque este plazo es donde el concreto adquiere mayor porcentaje de su resistencia.
3. De acuerdo a los costos totales de los diferentes métodos de curados presentados, se recomienda aplicar el método de curado tradicional por dispersión discontinua, curado con aditivo (Sika Antisol S y Membranil Reforzado Chema), debido a que la variación de precios no es tan significativa, tener en cuenta que el método por inmersión es más económico pero la aplicación en obras tiene un grado de dificultad.
4. De los agregados de la cantera Chillico, si bien es cierto que cumplen con los requisitos mínimos establecidos por las normas, se recomienda tener cuidado en el transporte y limpieza de estos; de igual manera para trabajos con especificaciones más complejas se recomienda realizar los ensayos correspondientes a fin de ver si cumplen con las especificaciones deseadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RONDÓN, P. Análisis y comparación de diferentes métodos de curado para elaborar concreto con resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 2018. 222 pp. [fecha de consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en: <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/7591>
- FERNÁNDEZ, L. Propuesta de indicadores de la eficacia del curado en obra. Concreto y cemento. Investigación y desarrollo [en línea]. Enero-junio, 2010, 1(2), 17-29 [fecha de consulta: 19 de enero del 2022]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-30112010000200002](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112010000200002)
- VILLEGAS, V. y CORRALES, M. Ventajas comparativas del curado de concreto con agua vs curado de concreto con productos químicos en la ciudad de Huaraz-2012. Trabajo de investigación. Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2012. 90 pp. [fecha de consulta: 17 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2309>
- SÁNCHEZ, D. Tecnología del concreto y del mortero. 5.a ed. Bogotá: Quebecor World, 2001. 349 pp. ISBN: 9589247040.
- ABANTO, F. *Tecnología del concreto (teoría y problemas)*. 2.a ed. Lima: Editorial San Marcos, 2009. 242 pp. ISBN: 9786123020606.
- ORTIZ, F. Comparación entre el curado convencional de concreto y curado con Antisol en la resistencia del concreto. Tesis (Título de Ingeniera Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes, 2020. 141 pp. [fecha de consulta: 20 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1542>
- CHOQUE, V. Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto en edificaciones aplicando los métodos de curado con agua-arpillera, curado con agua, curado con aditivo sika antisol y sin curado en la ciudad de Juliaca octubre - diciembre 2015. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Juliaca: Universidad Alas Peruanas, 2015. 130 pp. [fecha de consulta: 15 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12990/728>
- CONTRERAS, S. y VELAZCO, C. Análisis comparativo del método de curado en especímenes de losas de concreto simple, simulando condiciones constructivas de obra en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2018. 190 pp. [fecha de consulta: 20 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5522>
- MATALLANA, R. El concreto Fundamentos y nuevas tecnologías. Medellín: Editorial Académico Juan Fernando Arango Londoño, 2019. 266 pp. ISBN: 9789585749733.
- LOYA, L. Evaluación de la resistencia a la compresión del curado de concreto en obra y laboratorio, en el distrito de Yanacancha, Pasco – 2017. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cerro de Pasco:



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, 2018. 118 pp. [fecha de consulta: 18 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/867>

CHAPOÑAN, E. Evaluación económica y técnica de los tipos de curado de concreto en losas de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   $e = 0.15$  en la ciudad de Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2019. 68 pp. [fecha de consulta: 29 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/39358>

MANOBANDA, C. El curado del hormigón y su incidencia en las propiedades mecánicas finales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2013. 179 pp. [fecha de consulta: 15 de enero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6528>

BOLAÑOS, V. Comparación entre concretos curados con compuestos formadores de membrana y con un producto elaborado con nanotecnología en relación con la retención de agua y la resistencia a compresión. Tesis (Título de Magister en Construcción). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2011. 75 pp. [fecha de consulta: 12 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20829>

STALIN W., MIELES Y., PAVÓN C., SOLÓRZANO E. y PALACIOS L. Influencia del curado en obra sobre la resistencia a la compresión del concreto. Revista técnica de la facultad de ingeniería [en línea]. Febrero-mayo, 2020, 1(2), 19-25 [fecha de consulta: 28 de mayo del 2023]. ISSN: 0254-0770. Disponible en: <https://doi.org/10.22209/rt.ve2020n2a03>

TEJADA L. y CÓRDOBA J. Influencia del curado por inmersión a la intemperie en la resistencia a la compresión del concreto en la ciudad de Quibdó – Chocó. Ingeniería y competitividad [en línea]. Diciembre-octubre, 2023, 25(2), e:2521180 [fecha de consulta: 28 de mayo del 2023]. ISSN: 0123-3033. Disponible en: [https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria\\_y\\_competitividad/article/view/11818](https://revistaingenieria.univalle.edu.co/index.php/ingenieria_y_competitividad/article/view/11818)

BONAVETTI V., MENÉNDEZ G. y IRASSAR E. Influencia del curado inicial sobre las propiedades de hormigones con cementos compuestos. Revista de la Construcción [en línea]. Agosto, 2005, 4(1), 41-49 [fecha de consulta: 29 de mayo del 2023]. ISSN: 0717-7925. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=127619365006>

ZAMBRANO L., ALAVA R., RUÍZ W. y MENÉNDEZ E. Aplicación de métodos de curado y su influencia en la resistencia a la compresión del hormigón. Revista Gaceta Técnica [en línea]. Enero-junio, 2022, 23(1), 35-47 [fecha de consulta: 29 de mayo del 2023]. ISSN: 2477-9539. Disponible en: <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.4>

AGUILAR, J. Influencia del curado del concreto con aditivos químicos en la resistencia a la compresión y permeabilidad de mezclas de concreto convencional, Trujillo 2019. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2019. 119 pp. [fecha de consulta: 04 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21162>

GUTIÉRREZ, L. Evaluación de las ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos superplastificantes en los concretos de resistencias convencionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil).

Lima: Universidad Nacional Federico Villareal. 2018. 121 pp. [fecha de consulta: 05 de febrero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2808>

ZORRILLA, C. Estudio de la influencia del curado acelerado del concreto para un  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, 2018. 161 pp. [fecha de consulta: 03 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2075>

JÁCOBO, A. Influencia del curado del concreto con agua y curado artificial en la resistencia a la compresión del concreto. Tesis (Título de Ingeniero Agrícola). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2019. 101 pp. [fecha de consulta: 21 de enero del 2022]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12326>

HUAMANI, E. y JORGE, V. Efecto del Aditivo Chema en la Resistencia del Concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , Anexo Simpapata Distrito de Ayacucho–Huamanga-Ayacucho. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad César Vallejo, 2021. 125 pp. [fecha de consulta: 24 de enero del 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59516>

RIVVA, E. *Tecnología del concreto Diseño de Mezclas* [en línea]. Lima: Editorial HOZLO, 1992 [fecha de consulta: 16 de enero del 2022]. Disponibilidad en: <https://www.udocz.com/apuntes/958/dise-o-de-mezclas-enrique-rivva-lopez>

GODOY, L. *Concreto pretensado y postensado*. ISSUU, 2017 [fecha de consulta: 17 de marzo del 2022]. Disponible en: <https://issuu.com/luisgodoy14/docs/luis.godoy.concreto.pre.post.doc>

KOSMATKA S., KERKHOFF B., PANARESE W. Y TANESI J. *Diseño y control de mezclas de concreto*. Illinois: Portland Cement Association, 2004. 448 pp. ISBN: 0893122335.

NIÑO, J. *Colección del concreto Tecnología del concreto Tomo 1*. Bogotá: Nomos Impresores, 2010. 228 pp. ISBN: 9789588564036

RIVVA, E. *Naturaleza y materiales del concreto* [en línea]. Lima: Angel Gómez, 2000 [fecha de consulta: 25 de febrero del 2022]. Disponible en: <https://dokumen.tips/documents/1-naturaleza-y-materiales-del-concreto-rivva-lopezpdf.html?page=1>

HARMSSEN, T. *Diseño de estructuras de concreto armado*. 5.a ed. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial, 2017. 965 pp. ISBN: 9786123172978.

HERNÁNDEZ R., FERNÁNDEZ C. y BAPTISTA P. *Metodología de la investigación*. 6.a ed. México: Mc Graw-Hill, 2014. 736 pp. ISBN: 9781456223960

CARRASCO S. *Metodología de la investigación científica*. Lima: San Marcos, 2006. 474 pp. ISBN: 9972342425

CURI, A. Determinación de la resistencia mecánica del concreto auto-construido y pre-mezclado en la construcción de viviendas - ciudad de Ayacucho. Tesis (Título de Ingeniería Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, 2017. 89 pp. [fecha de consulta: 22 de febrero del 2022]. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1974>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *Manual de ensayo de Materiales*. Ed. Mayo, 2016. Disponible en: <https://es.slideshare.net/castilloaroni/manual-de-carreteras-ensayos-de-materiales-aprobado-con-rd-n-182016mtc14-vigente-desde-el-27jun16>

MORENO, E., SERRANO, C. y SOLÍS, R. Influencia del tiempo de curado húmedo en la resistencia y durabilidad del concreto en clima tropical. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo* [en línea]. Enero-junio, 2013, 4(2), 15-25 [fecha de consulta: 19 de enero del 2022]. ISSN: 2007-3011. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v4n2/v4n2a2.pdf>

SÁNCHEZ, D. *Colección básica del concreto 1 Tecnología y Propiedades*. Bogotá: Printed in Colombia, 1997. 215 pp. ISBN: 9789589670910.

## **ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
			VARIABLE INDEPENDIENTE			
			Análisis comparativo	Ventajas y desventajas de los diferentes procesos de curado	Facilidad de obtener para la investigación	Resultado de los ensayos
			VARIABLE DEPENDIENTE			
			Disponibilidad	Determinación de cantidades de material para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup>	Proceso de ensayos en laboratorio	Guía de disponibilidad
			Diseño de mezcla de concreto	Ruptura de testigos de concreto	Moldes de testigos de concreto	Inductivo
			Probetas de concreto	Ruptura de testigos de concreto	Moldes de testigos de concreto	2. Nivel o alcance de investigación
			VARIABLE DEPENDIENTE			
			Ventajas económicas	Costos de procesos de curado	Ficha de costo de elaboración	3. Población y Muestra
			Ventajas técnicas	Mayor resistencia a la compresión a los 07, 14 y 28 días	Ficha de resultados de ensayos	Población: Concretos rígidos elaborados y curados en laboratorio, empleando agregados de la cantera Chillico con Slump de 3" a 4" y de resistencia a la compresión de diseño 175 kg/cm <sup>2</sup> en la región de Ayacucho.
			Ventajas económicas y técnicas	Mayor resistencia a la compresión a los 07, 14 y 28 días	Ficha de resultados de ensayos	Muestra: Se elaboraron 80 testigos cilíndricos de concreto 175 kg/cm <sup>2</sup>
			Ventajas técnicas	Mayor resistencia a la compresión a los 07, 14 y 28 días	Ficha de resultados de ensayos	Muestra: Se elaboraron 80 testigos cilíndricos de concreto 175 kg/cm <sup>2</sup>
GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL	GENERAL
¿Qué relación existe al comparar las ventajas económicas y técnicas del curado tradicional y curado con aditivo para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho – 2022?	Determinar la relación que existe mediante un análisis comparativo de las ventajas económicas y técnicas del curado con aditivo y curado tradicional para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en el distrito de Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho – 2022.	Existe una diferencia entre el curado tradicional y curado con aditivo, esta última obtiene mejores ventajas técnicas y menores ventajas económicas para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> elaborados en la región de Ayacucho 2022.	Curado con aditivo y curado tradicional	Análisis comparativo Disponibilidad Diseño de mezcla de concreto Probetas de concreto	Ventajas y desventajas de los diferentes procesos de curado Facilidad de obtener para la investigación Determinación de cantidades de material para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> Ruptura de testigos de concreto	Resultado de los ensayos Guía de disponibilidad Proceso de ensayos en laboratorio Moldes de testigos de concreto
ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS	ESPECIFICOS
¿Cuál es la relación que se encuentra al comparar la resistencia a compresión entre el curado tradicional y curado con aditivo para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho entre los meses marzo y abril del 2022?	Determinar la relación existente comparando la resistencia a compresión obtenida empleando el curado tradicional y curado con aditivo para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho entre los meses de marzo y abril 2022.	El método de curado con aditivo presenta mejores resultados en la obtención de la resistencia a compresión en comparación con el curado tradicional para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> elaborados entre los meses de marzo y abril del 2022, en la región de Ayacucho.				
¿Cuál es la relación que existe al comparar los costos de aplicación y adquisición entre el curado tradicional y curado con aditivo para concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022?	Determinar la relación que existe al comparar los costos de aplicación y adquisición del curado tradicional y curado con aditivo para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022.	Existe una diferencia entre el curado con aditivo y curado tradicional siendo este último el método de menor costo y mayor facilidad de adquisición para la elaboración de concreto $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> en la región de Ayacucho 2022.				
¿Cuál es el efecto de emplear agregado grueso y fino de la cantera Chillico, para la elaboración del diseño de mezcla para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022?	Determinar el efecto del empleo de agregado grueso y fino provenientes de la cantera Chillico, para la elaboración de concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> mediante diseño de mezcla, Carmen Alto – Huamanga – Ayacucho en el año 2022.	El agregado grueso y fino proveniente de la cantera Chillico, cumple con los requisitos mínimos establecidos por las normas vigentes para realizar el diseño de mezcla para concretos $f'c=175$ kg/cm <sup>2</sup> , en la región de Ayacucho.				

Anexo 2. Diseño de mezcla de concreto



**I. G. PAREJA**  
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

**DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO  
GRUESO Y FINO**

**MATERIAL EMPLEADO**

**(PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA)**

**PROYECTO:**

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS  
ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO  
CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL  
PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM<sup>2</sup>,  
CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO –  
2022”**

**SOLICITANTE:**

**GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO**

**UBICACIÓN:**

**CARMEN ALTO – HUAMANGA - AYACUCHO**

**CANTERA:**

**CHILICO**

**FECHA:**

**MARZO 2022**

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 250285  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## I. FINALIDAD

El objetivo del presente informe, es exponer los resultados del Diseño de Mezcla para Concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> slump 3" a 4" para la tesis que lleva por título: **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO – 2022**, encargo por el solicitante GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO.

El diseño de mezcla presentado está basado en diseños analíticos, tal como fue solicitado, la dosificación fue probado antes de su uso, con mezcla de prueba en laboratorio.

El solicitante se encargó de la identificación, toma de muestras, transporte y entrega de las muestras al laboratorio, además estuvo involucrado en los ensayos realizados para la obtención del diseño de mezcla.

## II. GLOSARIO DE TÉRMINOS

- **Agregado Grueso:** Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 04) proveniente de la desintegración natural o mecánica de la roca y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037, que puede ser grava zarandeada o piedra chancada.
- **Agregado Fino:** Es el agregado que pasa el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz normalizado 74 um (N° 200), proveniente de la desintegración natural o artificial y que cumple con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037, que puede ser arena zarandeada o arena chancada.
- **Agregado Global:** Material compuesto de agregado fino y agregado grueso cuya combinación producirá un concreto de máxima compacidad.
- **Hormigón:** Material compuesto de agregado fino y grueso cuya combinación es natural y variada.
- **Tamaño Máximo TM:** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra del agregado grueso.
- **Tamaño Máximo Nominal TMN:** Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido entre el 5% y 10%.

El tamaño máximo nominal no deberá ser mayor de: a) Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado. b) un tercio del peralte de las losas. c) Tres cuartos del espacio libre mínimo entre barras individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de presfuerzo.

- **Consistencia del concreto:** Es el mayor o menor grado que tiene el concreto fresco para deformarse y como consecuencia de esta propiedad, de ocupar todos los huecos del encofrado o molde donde se vierte. La consistencia del concreto debe fijarse previamente a la puesta en obra, analizando que consistencia es la más adecuada para

  
INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

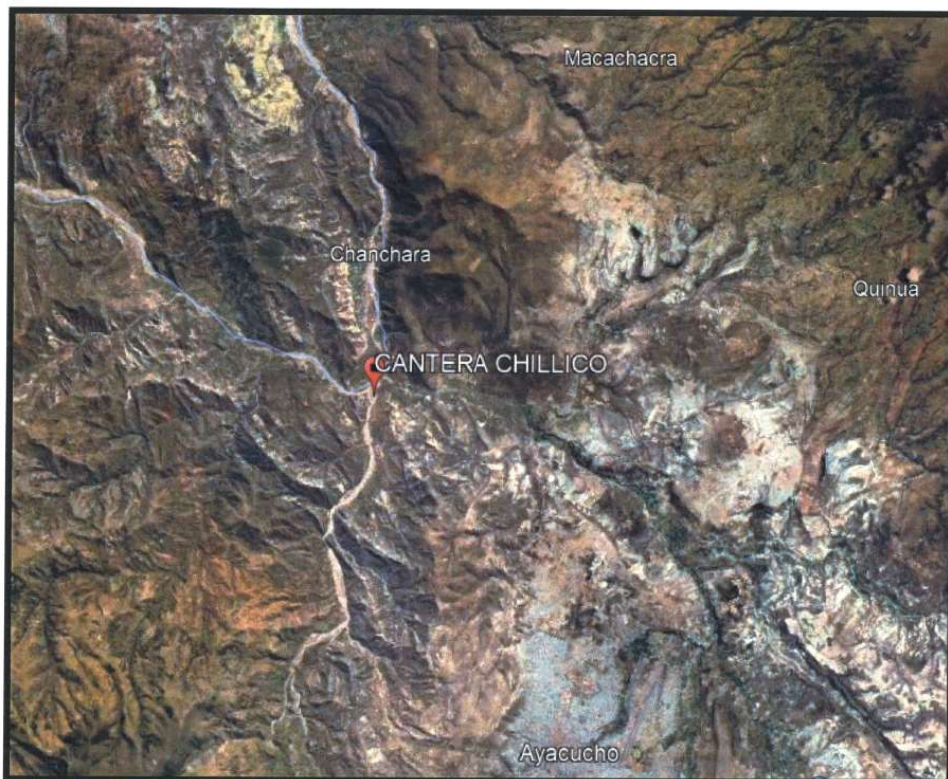


la colocación de acuerdo a los medios de compactación con que se dispone. Entre los ensayos que existen para determinar la consistencia, el más empleado es el Cono de Abrams.

### III. UBICACIÓN CANTERA CHILLICO

La cantera CHILLICO se ubica en el Distrito de Pacaycasa, Provincia de Ayacucho, Región Ayacucho, localizado en las COORDENADAS DATUM WGS 84 ZONA 18 HUSO L.

ESTE: 578697 m. NORTE: 8554450 m.



### IV. MATERIALES COMPONENTES DEL CONCRETO

#### CEMENTO

Para el presente diseño de mezcla de concreto, el solicitante ha indicado el uso del cemento Portland Tipo I Andino Premium.

El cemento empleado en la obra debe corresponder al que se ha tomado como base para la selección de la dosificación del concreto.

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO





## AGREGADOS

Por su origen los agregados analizados, se clasifican en agregados de origen natural pero tratados (chancado y zarandeado). De acuerdo con su peso unitario, dado por su densidad, estos agregados se clasifican en agregados de peso normal, de acuerdo con su perfil las partículas de agregado grueso de las canteras analizadas se pueden considerar como agregados de perfil sub anguloso o anguloso.

Del análisis granulométrico del agregado grueso se ha determinado el Tamaño Máximo y el Tamaño Máximo Nominal siendo estos de  $1\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ " respectivamente. En cuanto al Agregado Grueso de TMN de  $\frac{3}{4}$ " cumple con el Huso Granulométrico 56 ( $1" - \frac{3}{8}"$ ).

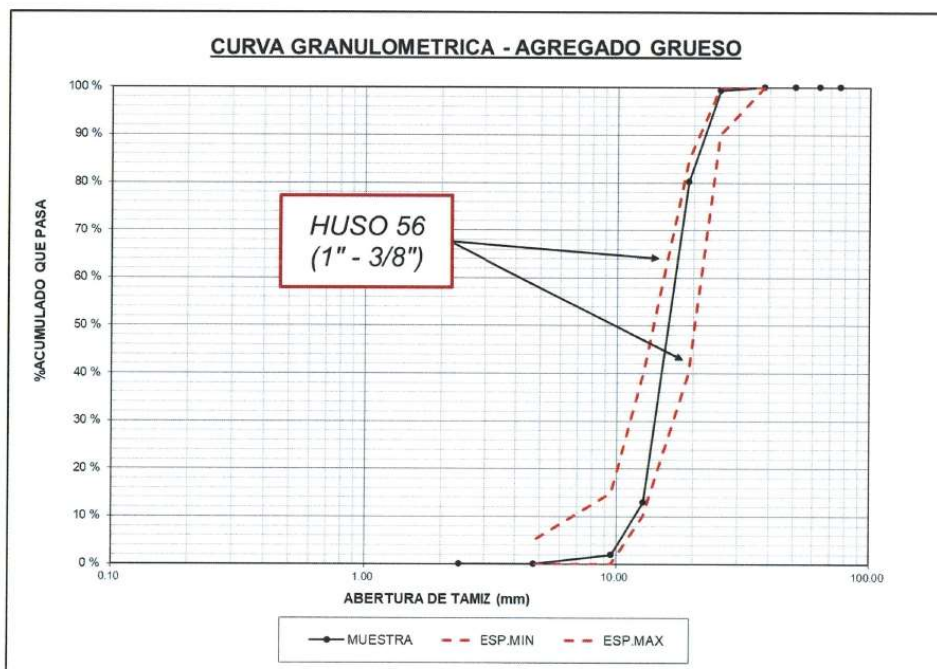


Grafico 1. Análisis granulométrico Agregado Grueso

Fuente: Elaboración Propia

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony K. Pareja Flores  
CIP-250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Del análisis granulométrico del agregado fino (Arena) se puede observar que éste cumple en su mayoría con la gradación de las arenas de nuestra Norma (límites extremos).

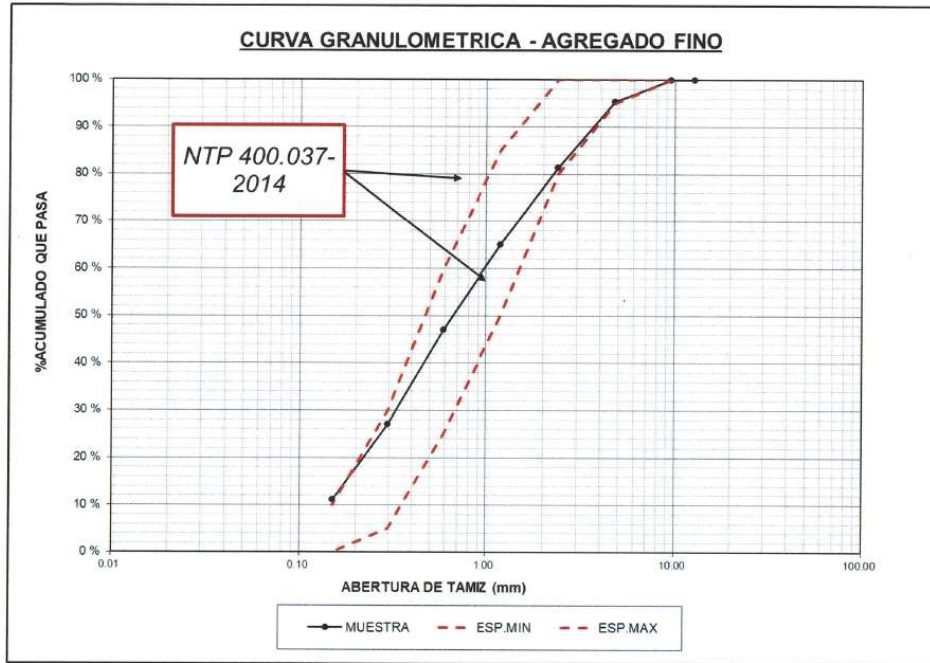


Grafico 2. Análisis granulométrico Agregado Fino

Fuente: Elaboración Propia

Se ha determinado el Modulo de Fineza del agregado fino, con lo que se puede intuir una fineza promedio del material, siendo este valor de  $MF = 2.73$ , el cual se encuentra dentro del rango recomendado que es de 2.35 a 3.15.

Algunos valores de los agregados se pueden resumir en la siguiente tabla tanto para el agregado grueso y agregado fino,

AGREGADO	TAMAÑO MÁXIMO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	MODULO DE FINEZA	PORCETAJE > N° 4	PORCETAJE N° 4 > - > N° 200	PORCETAJE FINOS	CLASIFICACION SUCS
	TM	TMN	MF	%	%	%	%
AGREGADO GRUESO	1 1/2"	3/4"	7.18	99.87	0.11	0.02	GP
AGREGADO FINO	--	--	2.73	4.61	90.50	4.89	SP

  
 INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
 Ing. Anthony B. Pareja Flores  
 C.R. 250255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



AGREGADO	PUS	PUCS	PESO ESPECIFICO	ABSORCIÓN	HUMEDAD	VACÍOS PUS	VACÍOS PUCS
	Kg/m <sup>3</sup>	Kg/m <sup>3</sup>	gr/cm <sup>3</sup>	%	%	%	%
AGREGADO GRUESO	1386	1460	2.60	1.18	1.10	48.13	45.37
AGREGADO FINO	1607	1739	2.37	1.80	1.69	35.03	29.68

Cuadro 1. Valores de las pruebas realizadas al agregado grueso y fino

Fuente: Elaboración Propia

Los valores de contenido de humedad, absorción efectividad y humedad superficial dependen de las condiciones de almacenamiento, clima, de la época del año y otros factores que afectan la cantidad de agua presente en el agregado, estos valores deben ser calculados a ciertos intervalos de obra para hacer las correcciones respectivas del aporte de agua a la mezcla de concreto. En el presente informe se han hecho los respectivos cálculos teniendo en cuenta la humedad del momento de muestreo.

#### ADITIVOS Y ADICIONES

Según las necesidades del proyecto, se podría usar algún aditivo para controlar alguna propiedad del concreto como es el caso de un aditivo reductor de agua, aditivos curadores, impermeabilizantes, etc.

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 250253  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

#### PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO

La selección de las proporciones de los materiales integrantes del concreto deberá permitir que: se logre la trabajabilidad y consistencia que permitan que el concreto sea colocado fácilmente en los encofrados y alrededor del acero de refuerzo bajo las condiciones de colocación a ser empleadas, sin segregación o exudación excesiva. Se logre resistencia y durabilidad a las condiciones especiales de exposición a que pueda estar sometido el concreto.

Se recomienda usar consistencia seca, plástica y fluida en función a la necesidad de trabajabilidad del concreto en laboratorio, medida con el cono de Abrams, teniendo en cuenta una adecuada compactación mecánica.

El diseño de mezcla calculado se presenta a continuación, las dosificaciones fueron corregidas por la humedad de los agregados al momento de la extracción de las muestras, pudiendo variar considerablemente la humedad en diferentes momentos de la ejecución de obra, lo que podría variar la humedad superficial como la absorción efectiva.



MEZCLA PLÁSTICA						
DOSIFICACIÓN EN PESO SECO (C:AF:AG:AGUA)						
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN A/C	CEMENTO (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)	AGUA (lt)	SLUMP
175	0.628	328.881	769.533	925.504	206.537	3" a 4"
		1.00	2.34	2.81	26.69	

Cuadro 2. Dosificación en peso seco (Kg)

Fuente: Elaboración Propia

MEZCLA PLÁSTICA						
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR M3 (C:AF:AG:AGUA)						
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN A/C	CEMENTO (bls)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )	AGUA (lt)	SLUMP
175	0.628	7.74	0.479	0.668	206.54	3" a 4"

Cuadro 3. Dosificación en Volumen (m<sup>3</sup>)

Fuente: Elaboración Propia

MEZCLA PLÁSTICA						
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN POR P3 (C:AF:AG:AGUA)						
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN A/C	CEMENTO (p3)	AGREGADO FINO (p3)	AGREGADO GRUESO (p3)	AGUA (lt/p3)	SLUMP
175	0.628	1.00	2.19	3.05	26.69	3" a 4"

Cuadro 4. Dosificación en Volumen (p3)

Fuente: Elaboración Propia

MEZCLA PLÁSTICA						
DOSIFICACIÓN POR 01 MOLDE DE TESTIGO DE CONCRETO (C:AF:AG:AGUA)						
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN A/C	CEMENTO (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)	AGUA (Kg)	SLUMP
175	0.628	2.138	5.002	6.016	1.342	3" a 4"

Cuadro 5. Dosificación en molde de testigo (Kg)

Fuente: Elaboración Propia

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP/250255  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

MEZCLA PLÁSTICA						
DOSIFICACIÓN POR 05 MOLDES DE TESTIGOS DE CONCRETO (C:AF:AG:AGUA)						
f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN A/C	CEMENTO (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)	AGUA (Kg)	SLUMP
175	0.628	10.689	25.010	30.079	6.712	3" a 4"

Cuadro 6. Dosificación en moldes de testigos (Kg)

Fuente: Elaboración Propia



Para la preparación del concreto se recomienda primero echar agua luego un 10 % aproximadamente de agregado grueso, luego el cemento completando finalmente con los agregados, es aconsejable el uso de balanza, cuberas u otra herramienta que nos permita realizar de manera correcta la dosificación.

#### **ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO**

Las muestras para ensayos de resistencia en compresión del concreto 175 kg/cm<sup>2</sup> se realizará en el laboratorio, tomando una cantidad de 10 unidades por día para su respectiva rotura a los 7, 14, 21 y 28 días. Las cuales estarán sometidas a diferentes procesos de curado para determinar cuál de ellas genera mejores resultados.

#### **V. CONCLUSIONES**

- El cemento considerado en los cálculos analíticos es el Portland Tipo I Andino Premium.
- El agua considerada en el diseño de mezcla para la preparación de concreto f'c 175 kg/cm<sup>2</sup> es el agua entubado que consume la población.
- El Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso es de TMN= 3/4".
- La presente dosificación se ha realizado sin considerar ningún aditivo al momento de la preparación, los aditivos a emplear serán usados en el proceso de curado del concreto.
- Los diseños presentados se corrigieron tomando pruebas de laboratorio, para su respectiva rotura de concreto, determinando así la resistencia final.

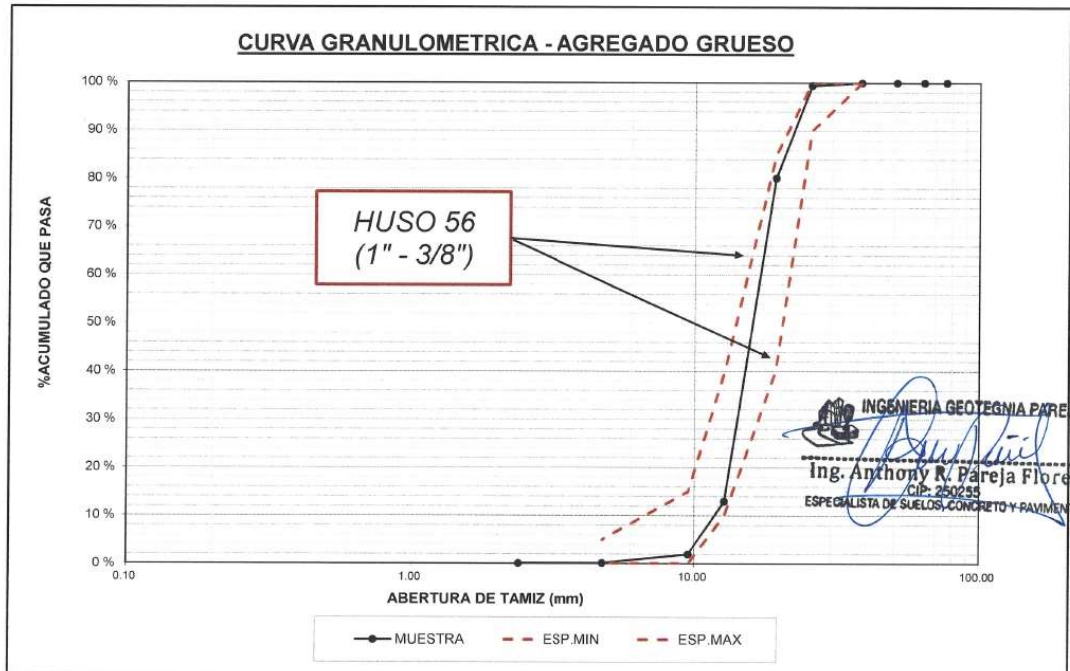
  
**INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA**  
**Ing. Anthony R. Pareja Flores**  
CIP: 280258  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA**  
(MTC E 204 - 2016, NTP 400.012)

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022  
**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
**CANTERA** : CHILLICO  
**MATERIAL** : PIEDRA CHANCADA  
**FECHA** : MARZO 2022  
**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
**REGION** : AYACUCHO  
**PROVINCIA** : HUAMANGA  
**DISTRITO** : CARMEN ALTO

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES		DATOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
		(gr)	(%)	RETENIDO	PASANTE	1" - 3/8", HUSO 56		
3"	76.20	-	-	-	100.00			PESOS (gr) Peso seco inicial 14556.00 gr Peso seco lavado 14553.00 gr Pérdida por lavado 3.00 gr
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00			
2"	50.80	-	-	-	100.00			ENSAYOS ESTANDAR % Piedra chancada 99.92 % % Arena 0.00 % % Finos 0.08 % D10 11.755 D30 14.075 D60 16.867 Cu 1.435 Cc 0.999 Clasificación SUCS GP
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00	100.00	100.00	
1"	25.40	83.00	0.57	0.57	99.43	90.00	100.00	PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Tamaño Máximo 1 1/2" Tamaño Máximo Nominal 3/4" Peso Específico 2.595 gr/cm3 Modulo de fineza 7.177 %
3/4"	19.05	2,803.00	19.26	19.83	80.17	40.00	85.00	
1/2"	12.70	9,784.00	67.22	87.04	12.96	10.00	40.00	
3/8"	9.53	1,602.00	11.01	98.05	1.95	0.00	15.00	
Nº 4	4.76	265.00	1.82	99.87	0.13	0.00	5.00	
Nº 8	2.38	8.00	0.05	99.92	0.08			
Nº 10	2.00	-	-	99.92	0.08			
Nº 16	1.19	-	-	99.92	0.08			
Nº 30	0.59	-	-	99.92	0.08			
Nº 50	0.30	-	-	99.92	0.08			
Nº 100	0.15	-	-	99.92	0.08			
Nº 200	0.07	-	-	99.92	0.08			
FONDO		8.00	0.05	99.98	0.02			
LAVADO		3.00	0.02	100.00	-			
<b>TOTAL</b>		<b>14,556.00</b>	<b>100.00</b>					



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA / PIEDRA CHANCADA	BOLEOS Y BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA		



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DEL AGREGADO FINO - ARENA GRUESA (MTC E 204 - 2016, NTP 400.012)**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CANTERA** : CHILICO

**REGION** : AYACUCHO

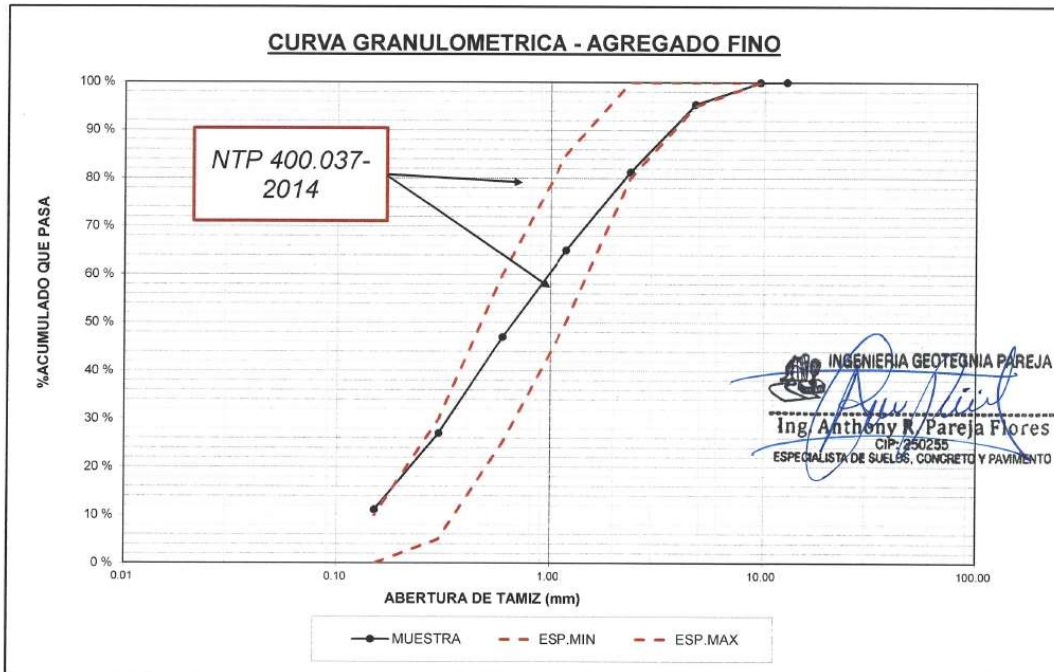
**MATERIAL** : ARENA GRUESA

**PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022

**DISTRITO** : CARMEN ALTO

MALLA	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		PORCENTAJES ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES		DATOS DEL ANALISIS GRANULOMETRICO
		(gr)	(%)	RETENIDO	PASANTE	LIMITE TOTAL		
3"	76.20	-	-	-	100.00			PESOS (gr) Peso seco inicial 41686.00 gr Peso seco lavado 39648.32 gr Perdida por lavado 2037.68 gr
2 1/2"	63.50	-	-	-	100.00			
2"	50.80	-	-	-	100.00			ENSAYOS ESTANDAR % Piedra chancada 0.00 % % Arena 94.57 % % Finos 5.43 %
1 1/2"	38.10	-	-	-	100.00			
1"	25.40	-	-	-	100.00			D10 0.130 D30 0.329 D60 0.978 Cu 7.547 Cc 0.854 Clasificacion SUCS SP
3/4"	19.05	-	-	-	100.00			
1/2"	12.70	-	-	-	100.00			PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS Tamaño Maximo - Tamaño Maximo Nominal - Peso Especifico 2.372 gr/cm3 Modulo de fineza 2.732 %
3/8"	9.53	8.00	0.02	0.02	99.98	100.00	100.00	
Nº 4	4.76	1,915.00	4.59	4.61	95.39	95.00	100.00	
Nº 8	2.38	5,886.62	14.12	18.73	81.27	80.00	100.00	
Nº 10	2.00	-	-	18.73	81.27			
Nº 16	1.19	6,763.96	16.23	34.96	65.04	50.00	85.00	
Nº 30	0.59	7,528.08	18.06	53.02	46.98	25.00	60.00	
Nº 50	0.30	8,320.51	19.96	72.98	27.02	5.00	30.00	
Nº 100	0.15	6,622.45	15.89	88.87	11.13	-	10.00	
Nº 200	0.07	2,377.29	5.70	94.57	5.43			
FONDO		226.41	0.54	95.11	4.39			
LAVADO		2,037.68	4.89	100.00	-			
<b>TOTAL</b>		<b>41,686.00</b>	<b>100.00</b>					



LIMO Y ARCILLA	ARENA			GRAVA / PIEDRA CHANCADA	BOLEOS Y BLOQUES
	FINA	MEDIA	GRUESA		



**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (MTC E 203 - 2016, NTP 400.017)**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO      **UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CANTERA** : CHILLICO      **REGION** : AYACUCHO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA      **PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022      **DISTRITO** : CARMEN ALTO

**AGREGADO FINO**

PESO UNITARIO SUELTO SECO ( PUSS)				
N° DE ENSAYO		ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
	RECIPIENTE	R-10	R-10	R-10
A	PESO MOLDE (gr)	3,345.00	3,345.00	3,345.00
B	PESO AGREGADO + MOLDE (gr)	7,981.00	7,994.00	7,988.00
C	PESO AGREGADO SUELTO (gr) = (B)-(A)	4,636.00	4,649.00	4,643.00
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,888.74	2,888.74	2,888.74
	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3) = (C)/(D)	1,604.85	1,609.35	1,607.27
PROMEDIO PUSS (Kg/m3)		1,607.16		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO ( PUCS)				
N° DE ENSAYO		ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
	RECIPIENTE	R-10	R-10	R-10
A	PESO MOLDE (gr)	3,345.00	3,345.00	3,345.00
B	PESO AGREGADO + MOLDE (gr)	8,357.00	8,383.00	8,369.00
C	PESO AGREGADO COMPACTADO (gr) = (B)-(A)	5,012.00	5,038.00	5,024.00
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2,888.74	2,888.74	2,888.74
	PESO UNITARIO COMPACTO SECO (Kg/m3) = (C)/(D)	1,735.01	1,744.01	1,739.16
PROMEDIO PUCS (Kg/m3)		1,739.40		

**AGREGADO GRUESO**

PESO UNITARIO SUELTO SECO ( PUSS)				
N° DE ENSAYO		ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
	RECIPIENTE	R-12	R-12	R-12
A	PESO MOLDE (gr)	3,045.00	3,045.00	3,045.00
B	PESO AGREGADO + MOLDE (gr)	15,830.00	15,751.00	15,863.00
C	PESO AGREGADO SUELTO (gr) = (B)-(A)	12,785.00	12,706.00	12,818.00
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	9,213.37	9,213.37	9,213.37
E	PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3) = (C)/(D)	1,387.66	1,379.08	1,391.24
PROMEDIO PUSS (Kg/m3)		1,385.99		

PESO UNITARIO COMPACTADO SECO ( PUCS)				
N° DE ENSAYO		ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	ENSAYO N° 03
	RECIPIENTE	R-12	R-12	R-12
A	PESO MOLDE (gr)	3,045.00	3,045.00	3,045.00
B	PESO AGREGADO + MOLDE (gr)	16,469.00	16,458.00	16,556.00
C	PESO AGREGADO COMPACTADO (gr) = (B)-(A)	13,424.00	13,413.00	13,511.00
D	VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	9,213.37	9,213.37	9,213.37
E	PESO UNITARIO COMPACTO SECO (Kg/m3) = (C)/(D)	1,457.01	1,455.82	1,466.46
PROMEDIO PUCS (Kg/m3)		1,459.76		

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
 Ing. Anthony R. Pareja Flores  
 CIP: 250255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO





### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADOS

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

**CANTERA** : CHILLICO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA

**FECHA** : MARZO 2022

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**REGION** : AYACUCHO

**PROVINCIA** : HUAMANGA

**DISTRITO** : CARMEN ALTO

**OBJETIVO:** Obtencion de los Pesos Especificos aparente y nominal, asi como la absorcion despues de 24 horas de sumergidos en agua.

**DEFINICIONES:** Es un solido permeable, si se incluye en su volumen la parte de vacios accesibles al agua en las condiciones que se establezcan, se define el volumen denominado aparente, si se excluye este volumen de vacios al volumen resultante, se le denomina nominal.

#### AGREGADO FINO (MTC E 205 - 2016, NTP 400.022)

DESCRIPCION	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
<b>A</b> PESO MUESTRA SATURADA SUPERICIALMENTE SECA (gr)	500.00	500.00	
<b>B</b> PESO DEL PICNOMETRO AFORADO LLENO DE AGUA (gr)	1,750.00	1,750.10	
<b>C</b> PESO DEL PICNOMETRO + MUESTRA SSS + AGUA (gr)	1,958.90	1,955.30	
<b>D</b> PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECADA EN HORNO (gr)	492.20	490.10	
PESO ESPECIFICO DE MASA = $(D/(C-B))$	2.356	2.388	<b>2.372</b>
PESO ESPECIFICO DE MASA SSS = $(A/(C-B))$	2.393	2.437	<b>2.415</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE = $(D/((C-B)-(A-D)))$	2.448	2.509	<b>2.479</b>
% ABSORCION = $((A-D)/D)*100$	1.58	2.02	<b>1.80</b>

#### AGREGADO GRUESO (MTC E 206 - 2016, NTP 400.021)

DESCRIPCION	ENSAYO N° 01	ENSAYO N° 02	PROMEDIO
<b>A</b> PESO AL AIRE DE LA MUESTRA SECA EN HORNO (gr)	592.10	593.90	
<b>B</b> PESO EN EL AIRE DE LA MUESTRA SSS (gr)	600.00	600.00	
<b>C</b> PESO DE LA CANASTILLA SUMERGIDA (gr)	143.80	143.70	
<b>D</b> PESO DE LA CANASTILLA + MUESTRA SSS SUMERGIDA EN AGUA (gr)	514.20	516.30	
<b>E</b> PESO SUMERGIDO EN AGUA DE LA MUESTRA SSS (gr)	370.40	372.60	
PESO ESPECIFICO DE LA MASA = $(A/(B-E))$	2.579	2.612	<b>2.595</b>
PESO ESPECIFICO DE LA MASA SSS = $(B/(B-E))$	2.613	2.639	<b>2.626</b>
PESO ESPECIFICO APARENTE = $(A/(A-E))$	2.671	2.684	<b>2.677</b>
% ABSORCION = $((B-A)/A)*100$	1.33	1.03	<b>1.18</b>

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
 Ing. Anthony R. Pareja Flores  
 CIP: 250235  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**PORCENTAJE DE VACIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO      **UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CANTERA** : CHILLICO      **REGION** : AYACUCHO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA      **PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022      **DISTRITO** : CARMEN ALTO

**PORCENTAJE DE VACIOS (MTC E 203, MTC E 205)**

DESCRIPCION	AG. GRUESO	AG. FINO
<b>A</b> PESO UNITARIO SUELTO SECO (gr/cm3)	1.386	1.607
<b>B</b> PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (gr/cm3)	1.460	1.739
<b>C</b> PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm3)	2.677	2.479
<b>D</b> DENSIDAD DEL AGUA (gr/cm3)	0.998	0.998
PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO SUELTO = $\frac{((C \cdot D - A))}{(C \cdot D)} \cdot 100$	<b>48.13</b>	<b>35.03</b>
PORCENTAJE DE VACIOS DEL AGREGADO COMPACTADO = $\frac{((C \cdot D - B))}{(C \cdot D)} \cdot 100$	<b>45.37</b>	<b>29.68</b>

**CONTENIDO DE HUMEDAD (MTC E 215, NTP 339.185)**

DESCRIPCION	AG. GRUESO	AG. FINO
<b>A</b> RECIPIENTE	H-05	H-06
<b>B</b> PESO RECIPIENTE (gr)	86.100	85.810
<b>C</b> PESO MUESTRA HUMEDA ORIGINAL + RECIPIENTE (gr)	542.250	685.810
<b>D</b> PESO DE LA MUESTRA HUMEDA ORIGINAL (gr)	456.150	600.000
<b>E</b> PESO MUESTRA SECA EN HORNO + RECIPIENTE (gr)	537.280	675.810
<b>F</b> PESO DE LA MUESTRA SECA (gr)	451.18	590.00
% CONTENIDO DE HUMEDAD = $\frac{((D - F))}{F} \cdot 100$	<b>1.10</b>	<b>1.69</b>

*Nota: El contenido de humedad se realizo a partir del muestreo de los agregados que intervendran en el diseño de mezcla, se realizo el ensayo de humedad de acuerdo al estado que se encontraran los agregados al momento de realizar la mezcla de concreto.*

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
**Ing. Anthony R. Pareja Flores**  
 CIP: 250255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO COMITÉ ACI 211

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CANTERA** : CHILLICO

**REGION** : AYACUCHO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA

**PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022

**DISTRITO** : CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

##### 1. MUESTRA/PERSONAL

CANTERA	: CHILLICO	OPERADOR	G.R.M.A.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA	REVISOR	A.P.F.

##### 2. DATOS DE LOS AGREGADOS

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CHILLICO	CHILLICO
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA GRUESA
PERFIL	ANGULAR	SUB ANGULOSO
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,386	1,607
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	1,460	1,739
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.60	2.37
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SS (gr/cm3)	2.63	2.42
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm3)	2.68	2.48
ABSORCION (%)	1.18	1.80
HUMEDAD (%)	1.10	1.69
VACIOS SUELTOS (%)	48.13	35.03
VACIOS COMPACTADOS (%)	45.37	29.68
MODULO DE FINEZA	7.18	2.73
TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"	-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	-

##### 3. DATOS DEL CEMENTO

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
MARCA	ANDINO PREMIUM
TIPO	TIPO I
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,035
PESO ESPECIFICO	3.15

##### 4. RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$

RESISTENCIA DE DISEÑO ( $f_c$ )	CRITERIO	RESISTENCIA PROMEDIO ( $f_{cr}$ )
175 Kg/cm2	Menos de 210 $f_{cr} = f_c + 70$	245 Kg/cm2

##### 5. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO

MEZCLA	CONSISTENCIA	CONSISTENCIA DE DISEÑO
MEZCLA SECA	0" A 2"	3" a 4" - MEZCLA PLASTICA
MEZCLA PLASTICA	3" A 4"	
MEZCLA FLUIDA	$\geq 5"$	

##### 6. CONTENIDO DE AIRE

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/4"	2.00%

##### 7. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

CONSISTENCIA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
3" A 4" - MEZCLA PLASTICA	3/4"	SIN INCORPORAR	205 lt/m3

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony N. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO COMITÉ ACI 211

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CANTERA : CHILLICO

REGION : AYACUCHO

MATERIAL : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA

PROVINCIA : HUAMANGA

FECHA : MARZO 2022

DISTRITO : CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

#### 8. RELACION AGUA/CEMENTO W/C Y FACTOR CEMENTO

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION (f <sub>cr</sub> )	RELACION AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
150 Kg/cm <sup>2</sup>	0.80	0.71
200 Kg/cm <sup>2</sup>	0.70	0.61
250 Kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53
300 Kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46
350 Kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.40
400 Kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-
450 Kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO (m <sup>3</sup> )
175	245	0.628	326.43	7.68	0.104

#### 9. CANTIDAD DE AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

TMN DEL AG	MODULO DE FINEZA DEL AF (%)	PUCS DEL AG (Kg/m <sup>3</sup> )	FACTOR DEL AG (m <sup>3</sup> )	PESO DEL AGREGADO GRUESO (Kg)	VOLUMEN ABSOLUTO (m <sup>3</sup> )
3/4"	2.73	1,460	0.627	915.42	0.352

#### 10. CANTIDAD DE AGREGADO FINO

VOLUMEN DE CONCRETO	VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO AG (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO AGUA (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AF (m <sup>3</sup> )	PESO DEL AGREGADO FINO (Kg)
1.000	0.104	0.352	0.205	0.020	0.319	756.71

#### 11. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION (AGUA EFECTIVA)

AGREGADO	PESO ORIGINAL (Kg)	% H	% ABS	PESO CORREGIDO (Kg)	AGUA DE DISEÑO (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA LIBRE (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )
FINO	756.71	1.69	1.80	769.53	205.00	-0.81	206.54
GRUESO	915.42	1.10	1.18	925.50		-0.72	

#### 12. CORRECCION DE CANTIDAD DE CEMENTO/AGUA EFECTIVA

RELACION W/C	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )	CANTIDAD CEMENTO CORREGIDO (Kg)
0.628	206.537	328.881

#### 12. DOSIFICACION EN PESO SECO DE CONCRETO (C:AGUA:AF:AG)

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO COMITÉ ACI 211

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CANTERA : CHILLICO

REGION : AYACUCHO

MATERIAL : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA

PROVINCIA : HUAMANGA

FECHA : MARZO 2022

DISTRITO : CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

CEMENTO (Kg)	AGUA (lt)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
328.881	206.537	769.533	925.504
1.00	26.690	2.34	2.81

#### 12. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR M3 DE CONCRETO

CEMENTO (bls)	AGUA EFECTIVA (lt)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)
7.738	206.537	0.479	0.668

#### 12. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR P3 DE CONCRETO

CEMENTO (p3)	AGUA (lt/bls)	AGREGADO FINO (p3)	AGREGADO GRUESO (p3)
1.00	26.69	2.19	3.05

#### 14. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 1 MOLDE DE TESTIGO (30\*15)

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
2.138	1.342	5.002	6.016

#### 14. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 5 MOLDES DE TESTIGO (30\*15)

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
10.689	6.712	25.010	30.079

INGENIERIA GEOTEGNIA PAREJA  
  
 Ing. Anthony R. Pareja Flores  
 CIP 250255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO WALKER

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

### PROCEDIMIENTO

#### 1. MUESTRA/PERSONAL

CANTERA	: CHILLICO	OPERADOR	G.R.M.A.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA	REVISOR	A.P.F.

#### 2. DATOS DE LOS AGREGADOS

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CHILLICO	CHILLICO
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA GRUESA
PERFIL	ANGULAR	SUB ANGULOSO
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,386	1,607
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	1,460	1,739
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.60	2.37
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SS (gr/cm3)	2.63	2.42
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm3)	2.68	2.48
ABSORCION (%)	1.18	1.80
HUMEDAD (%)	1.10	1.69
VACIOS SUELTOS (%)	48.13	35.03
VACIOS COMPACTADOS (%)	45.37	29.68
MODULO DE FINEZA	7.18	2.73
TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"	-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	-

#### 3. DATOS DEL CEMENTO

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
MARCA	ANDINO PREMIUM
TIPO	TIPO I
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,035
PESO ESPECIFICO	3.15

#### 4. RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$

RESISTENCIA DE DISEÑO ( $f_c$ )	CRITERIO	RESISTENCIA PROMEDIO ( $f_{cr}$ )
175 Kg/cm <sup>2</sup>	Menos de 210 $f_{cr} = f_c + 70$	245 Kg/cm <sup>2</sup>

#### 5. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO

MEZCLA	CONSISTENCIA	CONSISTENCIA DE DISEÑO
MEZCLA SECA	0" A 2"	3" a 4" - MEZCLA PLASTICA
MEZCLA PLASTICA	3" A 4"	
MEZCLA FLUIDA	≥ 5"	

#### 6. CONTENIDO DE AIRE

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/4"	2.00%

#### 7. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

CONSISTENCIA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
3" A 4" - MEZCLA PLASTICA	3/4"	SIN INCORPORAR	204 lt/m <sup>3</sup>



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO WALKER

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM <sup>2</sup> , CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

#### 8. RELACION AGUA/CEMENTO W/C Y FACTOR CEMENTO

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION (f <sub>cr</sub> )	RELACION AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
150 Kg/cm <sup>2</sup>	0.80	0.71
200 Kg/cm <sup>2</sup>	0.70	0.61
250 Kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53
300 Kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46
350 Kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.40
400 Kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-
450 Kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	FACTOR CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO CEMENTO (m <sup>3</sup> )
175	245	0.628	324.84	7.64	0.103

#### 9. DETERMINAR EL PORCENTAJE DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	PORCENTAJE DE AGREGADO FINO							
	AGREGADO REDONDEADO				AGREGADO ANGULAR			
	FACTOR CEMENTO EXPRESADO EN bl/m <sup>3</sup>				FACTOR CEMENTO EXPRESADO EN bl/m <sup>3</sup>			
	5.00	6.00	7.00	8.00	5.00	6.00	7.00	8.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.3 A 2.4								
3/8"	60.00	57.00	54.00	51.00	69.00	65.00	61.00	58.00
1/2"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
3/4"	41.00	38.00	35.00	33.00	48.00	45.00	43.00	41.00
1"	40.00	37.00	34.00	32.00	47.00	44.00	42.00	40.00
1 1/2"	37.00	34.00	32.00	30.00	44.00	41.00	39.00	37.00
2"	36.00	33.00	31.00	29.00	43.00	40.00	38.00	36.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 2.6 A 2.7								
3/8"	66.00	62.00	59.00	56.00	75.00	71.00	67.00	64.00
1/2"	53.00	50.00	47.00	44.00	61.00	58.00	55.00	53.00
3/4"	44.00	41.00	38.00	36.00	51.00	48.00	46.00	44.00
1"	42.00	39.00	37.00	35.00	49.00	46.00	44.00	42.00
1 1/2"	40.00	37.00	35.00	33.00	47.00	44.00	42.00	40.00
2"	37.00	35.00	33.00	32.00	45.00	42.00	40.00	38.00
AGREGADO FINO - MODULO DE FINEZA DE 3.0 A 3.1								
3/8"	74.00	70.00	66.00	62.00	84.00	80.00	76.00	73.00
1/2"	59.00	56.00	55.00	50.00	70.00	66.00	62.00	59.00
3/4"	49.00	46.00	43.00	40.00	57.00	54.00	51.00	48.00
1"	47.00	44.00	41.00	38.00	55.00	52.00	49.00	46.00
1 1/2"	44.00	41.00	38.00	36.00	52.00	49.00	46.00	44.00
2"	42.00	38.00	36.00	34.00	49.00	46.00	44.00	42.00

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE FINEZA AF	MODULO DE FINEZA AG	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	GRADO DE INCIDENCIA AF	GRADO DE INCIDENCIA AG
175	245	2.73	7.18	7.64	44.71%	55.29%

#### 10. VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

VOLUMEN DE CONCRETO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO AGUA (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AF (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AG (m <sup>3</sup> )
1.000	0.103	0.020	0.204	0.673	0.301	0.372



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO WALKER

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM <sup>2</sup> , CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

### PROCEDIMIENTO

#### 11. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION (AGUA EFECTIVA)

AGREGADO	PESO SECO (Kg)	% H	% ABS	PESO CORREGIDO (Kg)	AGUA DE DISEÑO (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA LIBRE (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )
FINO	713.18	1.69	1.80	725.27	204.00	-0.77	205.532
GRUESO	967.41	1.10	1.18	978.06		-0.77	

#### 12. CORRECCION DE RELACION DE AGUA/CEMENTO

FACTOR CEMENTO (Kg)	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )	RELACION AGUA/CEMENTO
324.841	205.532	0.633

#### 13. DOSIFICACION EN PESO DE CONCRETO (C:AGUA:AF:AG)

CEMENTO (Kg)	AGUA (lt)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
324.841	205.532	725.271	978.062
<b>1.00</b>	<b>26.89</b>	<b>2.23</b>	<b>3.01</b>

#### 14. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR M<sup>3</sup> DE CONCRETO

CEMENTO (bls)	AGUA EFECTIVA (lt)	AGREGADO FINO (m <sup>3</sup> )	AGREGADO GRUESO (m <sup>3</sup> )
<b>7.643</b>	<b>205.532</b>	<b>0.306</b>	<b>0.376</b>

#### 15. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 1 MOLDE DE TESTIGO (30\*15)

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
2.111	1.336	4.714	6.357

#### 16. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 5 MOLDES DE TESTIGO (30\*15)

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
10.557	6.680	23.571	31.787





## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO MODULO DE FINURA

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

##### 1. MUESTRA/PERSONAL

CANTERA	: CHILLICO	OPERADOR	G.R.M.A.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA	REVISOR	A.P.F.

##### 2. DATOS DE LOS AGREGADOS

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CHILLICO	CHILLICO
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA GRUESA
PERFIL	ANGULAR	SUB ANGULOSO
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,386	1,607
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m3)	1,460	1,739
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm3)	2.60	2.37
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SS (gr/cm3)	2.63	2.42
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm3)	2.68	2.48
ABSORCION (%)	1.18	1.80
HUMEDAD (%)	1.10	1.69
VACIOS SUELTOS (%)	48.13	35.03
VACIOS COMPACTADOS (%)	45.37	29.68
MODULO DE FINEZA	7.18	2.73
TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"	-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	-

##### 3. DATOS DEL CEMENTO

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
MARCA	ANDINO PREMIUM
TIPO	TIPO I
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m3)	1,035
PESO ESPECIFICO	3.15

##### 4. RESISTENCIA PROMEDIO f<sub>cr</sub>

RESISTENCIA DE DISEÑO (f <sub>c</sub> )	CRITERIO	RESISTENCIA PROMEDIO (f <sub>cr</sub> )
175 Kg/cm2	Menos de 210 f <sub>cr</sub> = f <sub>c</sub> + 70	245 Kg/cm2

##### 5. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO

MEZCLA	CONSISTENCIA	CONSISTENCIA DE DISEÑO
MEZCLA SECA	0" A 2"	3" a 4" - MEZCLA PLASTICA
MEZCLA PLASTICA	3" A 4"	
MEZCLA FLUIDA	≥ 5"	

##### 6. CONTENIDO DE AIRE

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/4"	2.00%

##### 7. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

CONSISTENCIA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
3" A 4" - MEZCLA PLASTICA	3/4"	SIN INCORPORAR	205 lt/m3



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO MODULO DE FINURA

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

#### 8. RELACION AGUA/CEMENTO W/C Y FACTOR CEMENTO

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION (f <sub>cr</sub> )	RELACION AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
150 Kg/cm <sup>2</sup>	0.80	0.71
200 Kg/cm <sup>2</sup>	0.70	0.61
250 Kg/cm <sup>2</sup>	0.62	0.53
300 Kg/cm <sup>2</sup>	0.55	0.46
350 Kg/cm <sup>2</sup>	0.48	0.40
400 Kg/cm <sup>2</sup>	0.43	-
450 Kg/cm <sup>2</sup>	0.38	-

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	W/C	FACTOR CEMENTO (Kg/m <sup>3</sup> )	FACTOR CEMENTO (bl/m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO CEMENTO (m <sup>3</sup> )
175	245	0.628	326.43	7.68	0.104

#### 9. VALOR M Y GRADO DE INCIDENCIA AF Y AG

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	MÓDULO DE FINEZA DE LA COMBINACIÓN DE LOS AGREGADOS			
	6.00	7.00	8.00	9.00
3/8"	3.96	4.04	4.11	4.19
1/2"	4.46	4.54	4.61	4.69
3/4"	4.96	5.04	5.11	5.19
1"	5.26	5.34	5.41	5.49
1 1/2"	5.56	5.64	5.71	5.79
2"	5.86	5.94	6.01	6.09
3"	6.16	6.24	6.31	6.39

f <sub>c</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cr</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	MODULO DE FINEZA AF	MODULO DE FINEZA AG	VALOR M	GRADO DE INCIDENCIA AF	GRADO DE INCIDENCIA AG
175	245	2.73	7.18	5.09	47.00%	53.00%

#### 10. VOLUMEN ABSOLUTO DE MATERIALES

VOLUMEN DE CONCRETO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO AGUA (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN DEL AGREGADO (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AF (m <sup>3</sup> )	VOLUMEN ABSOLUTO DE AG (m <sup>3</sup> )
1.000	0.104	0.020	0.205	0.671	0.315	0.356

#### 11. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION (AGUA EFECTIVA)

AGREGADO	PESO SECO (Kg)	% H	% ABS	PESO CORREGIDO (Kg)	AGUA DE DISEÑO (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA LIBRE (lt/m <sup>3</sup> )	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )
FINO	747.44	1.69	1.80	760.11	205.00	-0.80	206.535
GRUESO	924.62	1.10	1.18	934.80		-0.73	

#### 12. CORRECCION DE RELACION DE AGUA/CEMENTO

FACTOR CEMENTO (Kg)	AGUA EFECTIVA (lt/m <sup>3</sup> )	RELACION AGUA/CEMENTO
326.433	206.535	0.633

#### 13. DOSIFICACION EN PESO DE CONCRETO (C:AGUA:AF:AG)



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO MODULO DE FINURA

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO **UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CANTERA** : CHILLICO **REGION** : AYACUCHO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA **PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022 **DISTRITO** : CARMEN ALTO

**PROCEDIMIENTO**

CEMENTO (Kg)	AGUA (lt)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
326.433	206.535	760.113	934.804
<b>1.00</b>	<b>26.89</b>	<b>2.33</b>	<b>2.86</b>

**14. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR M3 DE CONCRETO**

CEMENTO (bls)	AGUA EFECTIVA (lt)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)
<b>7.681</b>	<b>206.535</b>	<b>0.321</b>	<b>0.360</b>

**15. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 1 MOLDE DE TESTIGO (30\*15)**

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
2.122	1.342	4.941	6.076

**16. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 5 MOLDES DE TESTIGO (30\*15)**

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
10.609	6.712	24.704	30.381



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO METODO AGREGADO GLOBAL

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS $f'c=175$ KG/CM <sup>2</sup> , CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

### PROCEDIMIENTO

#### 1. MUESTRA/PERSONAL

CANTERA	: CHILLICO	OPERADOR	G.R.M.A.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA Y ARENA GRUESA	REVISOR	A.P.F.

#### 2. DATOS DE LOS AGREGADOS

CARACTERÍSTICA	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO
CANTERA	CHILLICO	CHILLICO
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	ARENA GRUESA
PERFIL	ANGULAR	SUB ANGULOSO
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1,386	1,607
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1,460	1,739
PESO ESPECIFICO DE MASA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,60	2,37
PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SS (gr/cm <sup>3</sup> )	2,63	2,42
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr/cm <sup>3</sup> )	2,68	2,48
ABSORCION (%)	1,18	1,80
HUMEDAD (%)	1,10	1,69
VACIOS SUELTOS (%)	48,13	35,03
VACIOS COMPACTADOS (%)	45,37	29,68
MODULO DE FINEZA	7,18	2,73
TAMAÑO MAXIMO	1 1/2"	-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	-

#### 3. DATOS DEL CEMENTO

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO
MARCA	ANDINO PREMIUM
TIPO	TIPO I
PESO UNITARIO SUELTO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	1,035
PESO ESPECIFICO	3,15

#### 4. RESISTENCIA PROMEDIO $f_{cr}$

RESISTENCIA DE DISEÑO ( $f_c$ )	CRITERIO	RESISTENCIA PROMEDIO ( $f_{cr}$ )
175 Kg/cm <sup>2</sup>	Menos de 210 $f_{cr} = f_c + 70$	245 Kg/cm <sup>2</sup>

#### 5. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO

MEZCLA	CONSISTENCIA	CONSISTENCIA DE DISEÑO
MEZCLA SECA	0" A 2"	3" a 4" - MEZCLA PLASTICA
MEZCLA PLASTICA	3" A 4"	
MEZCLA FLUIDA	≥ 5"	

#### 6. CONTENIDO DE AIRE

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE ATRAPADO
3/4"	2.00%

#### 7. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

CONSISTENCIA	TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	AIRE	VOLUMEN UNITARIO DE AGUA
3" A 4" - MEZCLA PLASTICA	3/4"	SIN INCORPORAR	205 l/m <sup>3</sup>



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO AGREGADO GLOBAL

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>CANTERA</b>	: CHILLICO	<b>REGION</b>	: AYACUCHO
<b>MATERIAL</b>	: ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA	<b>PROVINCIA</b>	: HUAMANGA
<b>FECHA</b>	: MARZO 2022	<b>DISTRITO</b>	: CARMEN ALTO

#### PROCEDIMIENTO

#### 8. RELACION AGUA/CEMENTO W/C Y FACTOR CEMENTO

RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESION (f cr)	RELACION AGUA-CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	SIN AIRE INCORPORADO	CON AIRE INCORPORADO
150 Kg/cm2	0.80	0.71
200 Kg/cm2	0.70	0.61
250 Kg/cm2	0.62	0.53
300 Kg/cm2	0.55	0.46
350 Kg/cm2	0.48	0.40
400 Kg/cm2	0.43	-
450 Kg/cm2	0.38	-

f c (Kg/cm2)	f cr (Kg/cm2)	W/C	FACTOR CEMENTO (Kg/m3)	FACTOR CEMENTO (bl/m3)	VOLUMEN ABSOLUTO CEMENTO (m3)
175	245	0.628	326.43	7.68	0.104

#### 9. METODOLOGIA DEL AGREGADO GLOBAL

PORCENTAJE DE CONTENIDO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO		
AGREGADO FINO	ARENA GRUESA	50.00%
AGREGADO GRUESO	PIEDRA CHANCADA	50.00%

#### 10. VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO

VOLUMEN DE CONCRETO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO AGUA (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GLOBAL (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DE AF (m3)	VOLUMEN ABSOLUTO DE AG (m3)
1.000	0.104	0.020	0.205	0.671	0.3355	0.3355

#### 11. CORRECCION POR HUMEDAD Y ABSORCION (AGUA EFECTIVA)

AGREGADO	PESO SECO (Kg)	% H	% ABS	PESO CORREGIDO (Kg)	AGUA DE DISEÑO (lt/m3)	AGUA LIBRE (lt/m3)	AGUA EFECTIVA (lt/m3)
FINO	795.14	1.69	1.80	808.61	205.00	-0.85	206.544
GRUESO	872.30	1.10	1.18	881.91		-0.69	

#### 12. CORRECCION DE RELACION DE AGUA/CEMENTO

FACTOR CEMENTO (Kg)	AGUA EFECTIVA (lt/m3)	RELACION AGUA/CEMENTO
326.433	206.544	0.633

#### 13. DOSIFICACION EN PESO DE CONCRETO (C:AGUA:AF:AG)

CEMENTO (Kg)	AGUA (lt)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
326.433	206.544	808.612	881.909
1.00	26.89	2.48	2.70

#### 14. DOSIFICACION EN VOLUMEN POR M3 DE CONCRETO

CEMENTO (bls)	AGUA EFECTIVA (lt)	AGREGADO FINO (m3)	AGREGADO GRUESO (m3)
7.681	206.544	0.341	0.339

#### 15. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 1 MOLDE DE TESTIGO (30\*15)

CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
--------------	-----------	--------------------	----------------------



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

### METODO AGREGADO GLOBAL

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO      **UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

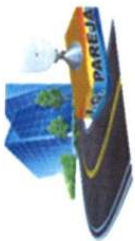
**CANTERA** : CHILLICO      **REGION** : AYACUCHO

**MATERIAL** : ARENA GRUESA Y PIEDRA CHANCADA      **PROVINCIA** : HUAMANGA

**FECHA** : MARZO 2022      **DISTRITO** : CARMEN ALTO

PROCEDIMIENTO			
2.122	1.343	5.256	5.732

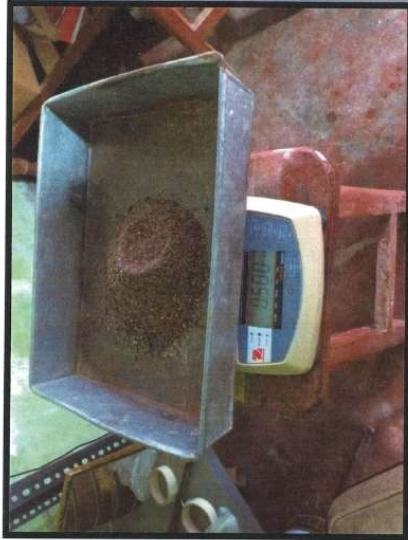
16. DOSIFICACION DE CONCRETO EN PESO POR 5 MOLDES DE TESTIGO (30*15)			
CEMENTO (Kg)	AGUA (Kg)	AGREGADO FINO (Kg)	AGREGADO GRUESO (Kg)
10.609	6.713	26.280	28.662



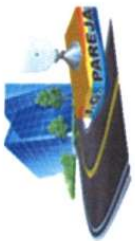
**L.G. PAREJA**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

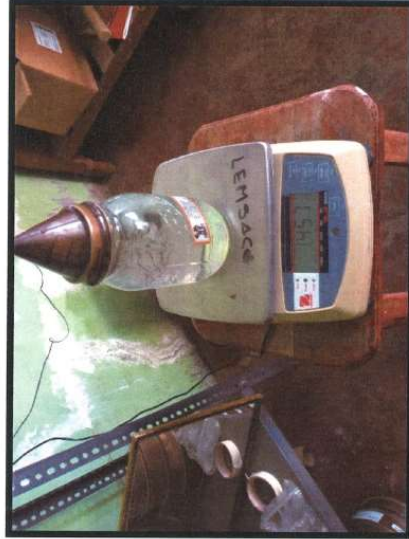
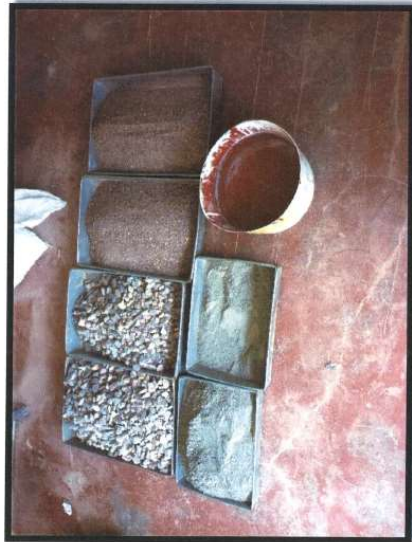
VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO



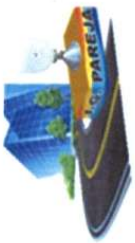
INGENIERIA GEOTECNICA-PAREJA  
Ing. Anthony N. Pareja Flores  
CIP 250285  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



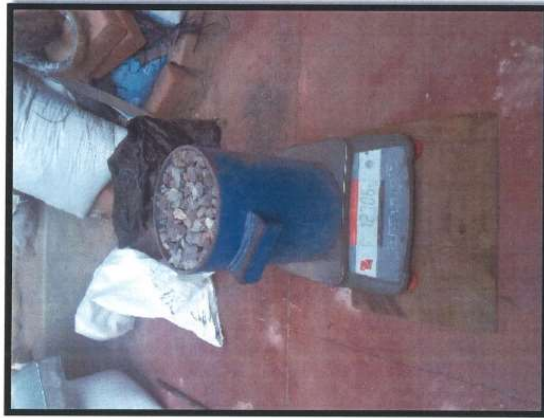
VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO







**VISTA DE LOS TRABAJOS REALIZADOS EN LABORATORIO**



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIVIL 260255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Anexo 3. Rotura de testigos de concreto



**I. G. PAREJA**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

**ENSAYO NORMALIZADO PARA LA  
DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA  
COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS  
CILÍNDRICAS (NTP 339.034)**

**PROYECTO:**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS  
ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON  
ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA  
CONCRETOS  $f'c=175$  KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO –  
HUAMANGA – AYACUCHO – 2022”

**SOLICITANTE:**

**GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO**

**UBICACIÓN:**

**CARMEN ALTO – HUAMANGA - AYACUCHO**

**CANTERA:**

**CHILLICO**

**FECHA:**

**MAYO 2022**

  
INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 360255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CURADO TRADICIONAL POR INMERSION

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.

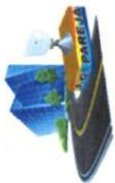
N° DE TESTIGO	NOMENCLATURA - LOTE	DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	FECHA		AREA DEL TESTIGO (cm2)	ALTURA DEL TESTIGO (cm)	MASA DEL TESTIGO (Kg)	LECTURA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA %	TIPO DE FALLA
				MOLDEO	ROTURA							
T-02	INM 01	CURADO EN INMERSION	175.00	28/03/2022	25/04/2022	183.37	30.32	56.690.00	309.15	176.66%	C	
T-08	INM 02	CURADO EN INMERSION	175.00	28/03/2022	25/04/2022	178.13	29.82	61.470.00	345.08	197.19%	C	
T-14	INM 03	CURADO EN INMERSION	175.00	29/03/2022	26/04/2022	182.41	29.73	56.670.00	310.67	177.52%	CC	
T-16	INM 04	CURADO EN INMERSION	175.00	29/03/2022	26/04/2022	185.06	29.91	53.590.00	289.59	165.48%	CC	
T-25	INM 05	CURADO EN INMERSION	175.00	30/03/2022	20/04/2022	182.18	29.74	50.050.00	274.74	156.99%	C	
T-28	INM 06	CURADO EN INMERSION	175.00	30/03/2022	20/04/2022	178.13	29.82	50.330.00	282.54	161.45%	C	
T-32	INM 07	CURADO EN INMERSION	175.00	31/03/2022	21/04/2022	183.37	30.32	49.240.00	268.52	153.44%	C	
T-39	INM 08	CURADO EN INMERSION	175.00	31/03/2022	21/04/2022	182.41	29.73	54.710.00	299.92	171.38%	C	
T-41	INM 09	CURADO EN INMERSION	175.00	04/04/2022	18/04/2022	185.06	29.91	44.010.00	237.82	135.90%	C	
T-50	INM 10	CURADO EN INMERSION	175.00	04/04/2022	18/04/2022	182.18	29.74	44.850.00	246.19	140.68%	C	
T-53	INM 11	CURADO EN INMERSION	175.00	05/04/2022	19/04/2022	178.13	29.82	50.540.00	283.72	162.13%	CC	
T-57	INM 12	CURADO EN INMERSION	175.00	05/04/2022	19/04/2022	183.37	30.32	52.340.00	285.43	163.10%	CRV	
T-61	INM 13	CURADO EN INMERSION	175.00	06/04/2022	13/04/2022	185.06	29.91	33.850.00	182.92	104.52%	C	
T-70	INM 14	CURADO EN INMERSION	175.00	06/04/2022	13/04/2022	182.18	29.74	27.640.00	151.72	86.70%	C	
T-74	INM 15	CURADO EN INMERSION	175.00	07/04/2022	14/04/2022	182.41	29.73	29.500.00	161.72	92.41%	C	
T-80	INM 16	CURADO EN INMERSION	175.00	07/04/2022	14/04/2022	182.18	29.74	34.770.00	190.86	109.06%	COL	

TIPO DE FALLA  
C : CORTE  
COL : COLUMNAR

CRV : CONO Y ROTURA VERTICAL  
CON : CONO

CC : CONO Y CORTE

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony K Pareja Flores  
CIP: 250235  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**L.G. PAREJA**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONOMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA, CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CURADO TRADICIONAL POR INMERSION

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



GEOTECNIA PAREJA

Ing. Anthony A. Pareja Flores  
CIP: 28035  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

**PROYECTO** : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONOMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
**UBICACION** : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

**MUESTRA** : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

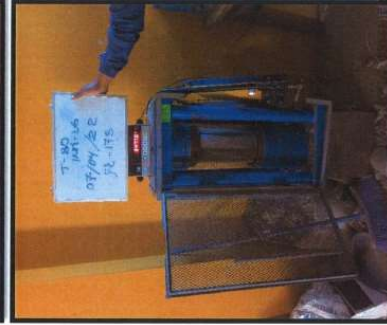
**TIPO DE CURADO** : CURADO TRADICIONAL POR INMERSION

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CONCRETO** : 175 KG/CM2

**EQUIPO** : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

**MODELO** : X8, VALUE EACH GRAM, 120.000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERA GEOTECNICA PAREJA  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 290235  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**L.G. PAREJA**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F<sub>C</sub>=175 KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CURADO TRADICIONAL CON AGUA DISCONTINUA

UNIVERSIDAD CONCRETO : UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.

Nº DE TESTIGO	NOMENCLATURA - LOTE	DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA			AREA DEL TESTIGO (cm <sup>2</sup> )	ALtura DEL TESTIGO (cm)	MASA DEL TESTIGO (Kg)	LECTURA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA OBTENIDA %	TIPO DE FALLA
				MOLDEO	ROTURA	EDAD							
T-04	DIS 01	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Dias	178.13	29.82	44,560.00	250.15	142.94%	C	
T-10	DIS 02	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Dias	182.18	29.74	53,340.00	292.79	167.31%	C	
T-11	DIS 03	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Dias	185.06	29.91	62,070.00	335.41	191.66%	C	
T-17	DIS 04	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Dias	183.37	30.32	55,920.00	302.77	173.01%	CC	
T-24	DIS 05	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Dias	182.41	29.73	41,230.00	226.02	129.16%	CRV	
T-30	DIS 06	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Dias	182.18	29.74	53,250.00	292.30	167.03%	C	
T-33	DIS 07	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Dias	178.13	29.82	52,450.00	294.45	168.25%	COL	
T-36	DIS 08	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Dias	185.06	29.91	51,410.00	277.81	158.75%	CC	
T-42	DIS 09	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	04/04/2022	18/04/2022	14 Dias	183.37	30.32	36,480.00	198.94	113.68%	CC	
T-49	DIS 10	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	04/04/2022	18/04/2022	14 Dias	182.41	29.73	46,530.00	255.08	145.76%	C	
T-55	DIS 11	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Dias	182.18	29.74	53,700.00	294.77	168.44%	C	
T-58	DIS 12	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Dias	178.13	29.82	46,910.00	263.35	150.48%	COL	
T-62	DIS 13	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Dias	183.37	30.32	33,530.00	182.85	104.48%	C	
T-68	DIS 14	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Dias	178.13	29.82	31,270.00	175.54	100.31%	CC	
T-71	DIS 15	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Dias	185.06	29.91	29,540.00	159.63	91.21%	C	
T-79	DIS 16	CURADO CON AGUA DISCONTINUA	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Dias	182.41	29.73	29,270.00	160.46	91.69%	COL	

TIPO DE FALLA

C : CORTE

COL : COLUMNAR

CRV : CONO Y ROTURA VERTICAL

CON : CONO

CC : CONO Y CORTE

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA

*Ing. Anthony K. Pareja Flores*  
CIP 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**I. G. PAREJA**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CURADO TRADICIONAL CON AGUA DISCONTINUA

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL  
CONCRETO : 175 KG/CM2

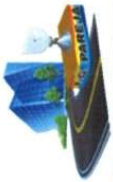
EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA

Ing. Anthony Pareja Flores  
CIP: 20255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS FC=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA . CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

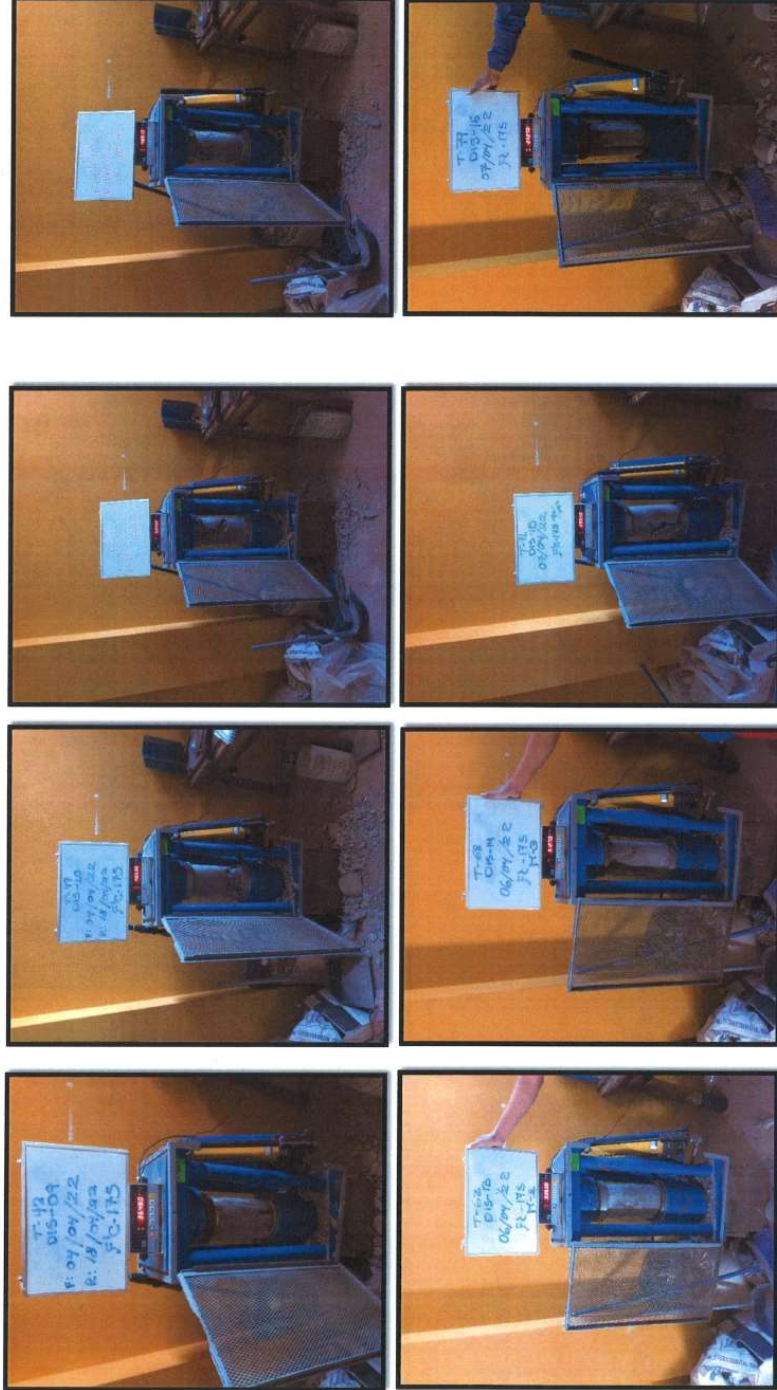
TIPO DE CURADO : CURADO TRADICIONAL CON AGUA DISCONTINUA

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA

*Ing. Anthony N. Pareja Flores*

INGENIERO EN GEOTECNIA  
CIP/250235  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO





**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA, CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.

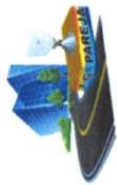
Nº DE TESTIGO	NOMENCLATURA - LOTE	DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	FECHA		AREA DEL TESTIGO (cm2)	ALTURA DEL TESTIGO (cm)	MASA DEL TESTIGO (Kg)	LECTURA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA %	TIPO DE FALLA
				MOLDEO	ROTURA							
T-05	SIK 01	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	28/03/2022	25/04/2022	182.18	29.74	12.62	39,970.00	219.40	125.37%	C
T-07	SIK 02	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	28/03/2022	25/04/2022	183.37	30.32	12.92	53,030.00	289.19	165.25%	CC
T-13	SIK 03	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	29/03/2022	26/04/2022	178.13	29.82	12.56	51,570.00	289.51	165.43%	C
T-19	SIK 04	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	29/03/2022	26/04/2022	182.41	29.73	12.94	47,710.00	261.55	149.46%	CC
T-21	SIK 05	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	30/03/2022	20/04/2022	185.06	29.91	13.01	45,430.00	245.49	140.28%	COL
T-27	SIK 06	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	30/03/2022	20/04/2022	183.37	30.32	13.03	39,900.00	217.59	124.34%	CC
T-35	SIK 07	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	31/03/2022	21/04/2022	182.18	29.74	12.88	55,960.00	307.18	175.53%	C
T-38	SIK 08	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	31/03/2022	21/04/2022	178.13	29.82	12.57	47,820.00	268.45	153.40%	C
T-44	SIK 09	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	04/04/2022	18/04/2022	182.41	29.73	12.97	41,550.00	227.78	130.16%	C
T-46	SIK 10	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	04/04/2022	18/04/2022	185.06	29.91	13.18	39,520.00	213.56	122.03%	C
T-51	SIK 11	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	05/04/2022	19/04/2022	185.06	29.91	13.20	46,870.00	253.27	144.73%	C
T-60	SIK 12	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	05/04/2022	19/04/2022	182.18	29.74	12.87	37,680.00	206.83	118.19%	C
T-64	SIK 13	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	06/04/2022	13/04/2022	182.41	29.73	13.09	30,940.00	169.61	96.92%	COL
T-69	SIK 14	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	06/04/2022	13/04/2022	182.41	29.73	13.01	30,960.00	169.72	96.98%	C
T-72	SIK 15	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	07/04/2022	14/04/2022	183.37	30.32	13.12	28,830.00	157.22	89.84%	CRV
T-78	SIK 16	CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S	175.00	07/04/2022	14/04/2022	178.13	29.82	12.77	29,760.00	167.18	95.53%	C

TIPO DE FALLA  
C : CORTE  
COL : COLUMNAR

CRV : CONO Y ROTURA VERTICAL  
CON : CONO

CC : CONO Y CORTE

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony Pareja Flores  
CIP: 45025  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**I. G. PAREJA**

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
**UBICACIÓN** : AYACUCHO - HUAMANGA . CARMEN ALTO

**MUESTRA** : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

**TIPO DE CURADO** : CURADO CON ADITIVO SIKKA ANTISOL S

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CONCRETO** : 175 KG/CM2

**EQUIPO** : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

**MODELO** : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA

Ing. Arroyo Pareja Flores  
C.R. 290235  
ESPECIALISTA EN SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**L.G. PAREJA**

LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA, CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

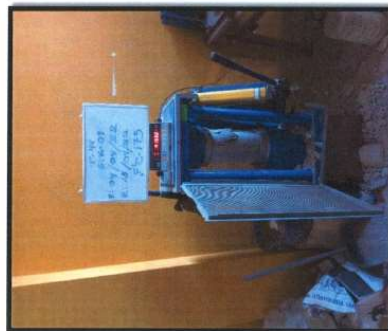
TIPO DE CURADO : CURADO CON ADITIVO SIKA ANTISOL S

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

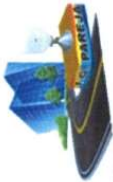
EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERA GEOTECNIA PAREJA

*[Signature]*  
Ingrid Antonia Pareja Flores  
CIP: 460245  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA . CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CON ADITIVO CURADOR MEMBRANIL REFORZADO CHEMA

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.

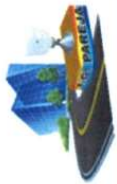
N° DE TESTIGO	NOMENCLATURA - LOTE	DESCRIPCIÓN	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	FECHA			ÁREA DEL TESTIGO (cm2)	ALtura DEL TESTIGO (cm)	MASA DEL TESTIGO (Kg)	LECTURA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA %	TIPO DE FALLA
				MOLDEO	ROTURA	EDAD							
T-01	CHE 01	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Días	185.06	29.91	44,560.00	240.79	137.59%	C	
T-09	CHE 02	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Días	182.41	29.73	55,950.00	306.72	175.27%	C	
T-15	CHE 03	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Días	182.18	29.74	56,140.00	308.16	176.09%	C	
T-18	CHE 04	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Días	178.13	29.82	43,850.00	246.17	140.67%	C	
T-22	CHE 05	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Días	183.37	30.32	48,360.00	263.72	150.70%	CRV	
T-29	CHE 06	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Días	182.41	29.73	43,990.00	241.15	137.80%	CC	
T-31	CHE 07	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Días	185.06	29.91	47,430.00	256.30	146.46%	C	
T-40	CHE 08	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Días	182.18	29.74	49,900.00	273.91	156.52%	CRV	
T-43	CHE 09	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	04/04/2022	19/04/2022	14 Días	178.13	29.82	38,750.00	217.54	124.31%	CC	
T-47	CHE 10	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	04/04/2022	18/04/2022	14 Días	183.37	30.32	38,060.00	207.55	118.60%	CRV	
T-54	CHE 11	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Días	182.41	29.73	49,810.00	273.06	156.03%	C	
T-56	CHE 12	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Días	185.06	29.91	34,810.00	188.10	107.49%	C	
T-63	CHE 13	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Días	178.13	29.82	30,730.00	172.51	98.56%	CC	
T-67	CHE 14	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Días	183.37	30.32	34,780.00	189.67	108.38%	C	
T-75	CHE 15	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Días	182.18	29.74	30,690.00	168.46	96.27%	COL	
T-77	CHE 16	CURADO CON ADITIVO CHEMA	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Días	183.37	30.32	29,410.00	160.38	91.65%	C	

TIPO DE FALLA  
C : CORTE  
COL : COLUMNAR

CRV : CONO Y ROTURA VERTICAL  
CON : CONO

CC : CONO Y CORTE

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony Pareja Flores  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**L.G. PAREJA**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)

**PROYECTO** : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'C=175 KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

**SOLICITANTE** : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
**UBICACIÓN** : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

**MUESTRA** : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

**TIPO DE CURADO** : CON ADITIVO CURADOR MEMBRANIL REFORZADO CHEMA

**UNIVERSIDAD** : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

**CONCRETO** : 175 KG/CM<sup>2</sup>

**EQUIPO** : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

**MODELO** : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA MECANICA

Ing. Anthony R. Pareja Florés  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F'c=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO  
UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA, CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : CON ADITIVO CURADOR MEMBRANIL REFORZADO CHEMA

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
*[Signature]*  
Ing. Adhony K. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS FC=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA , CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : SIN CURADO

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.

Nº DE TESTIGO	NOMENCLATURA - LOTE	DESCRIPCION	RESISTENCIA DE DISEÑO (Kg/cm2)	FECHA			AREA DEL TESTIGO (cm2)	ALtura DEL TESTIGO (cm)	MASA DEL TESTIGO (Kg)	LECTURA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA TESTIGO (Kg/cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA %	TIPO DE FALLA
				MOLDEO	ROTURA	EDAD							
T-03	S/C 01	SIN CURADO	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Dias	182.41	29.73	39,650.00	217.36	124.21%	C	
T-06	S/C 02	SIN CURADO	175.00	28/03/2022	25/04/2022	28 Dias	185.06	29.91	43,370.00	234.36	133.92%	C	
T-12	S/C 03	SIN CURADO	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Dias	183.37	30.32	44,440.00	242.35	138.48%	C	
T-20	S/C 04	SIN CURADO	175.00	29/03/2022	26/04/2022	28 Dias	182.18	29.74	40,450.00	222.04	126.88%	CC	
T-23	S/C 05	SIN CURADO	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Dias	178.13	29.82	34,440.00	193.34	110.48%	C	
T-26	S/C 06	SIN CURADO	175.00	30/03/2022	20/04/2022	21 Dias	185.06	29.91	36,620.00	197.88	113.08%	C	
T-34	S/C 07	SIN CURADO	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Dias	182.41	29.73	39,000.00	213.80	122.17%	CRV	
T-37	S/C 08	SIN CURADO	175.00	31/03/2022	21/04/2022	21 Dias	183.37	30.32	39,970.00	217.97	124.55%	C	
T-45	S/C 09	SIN CURADO	175.00	04/04/2022	18/04/2022	14 Dias	182.18	29.74	26,260.00	144.15	82.37%	C	
T-48	S/C 10	SIN CURADO	175.00	04/04/2022	18/04/2022	14 Dias	178.13	29.82	33,390.00	187.45	107.11%	CC	
T-52	S/C 11	SIN CURADO	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Dias	183.37	30.32	35,580.00	194.03	110.87%	COL	
T-59	S/C 12	SIN CURADO	175.00	05/04/2022	19/04/2022	14 Dias	182.41	29.73	33,300.00	182.55	104.31%	CRV	
T-65	S/C 13	SIN CURADO	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Dias	182.18	29.74	30,220.00	165.88	94.79%	C	
T-66	S/C 14	SIN CURADO	175.00	06/04/2022	13/04/2022	7 Dias	185.06	29.91	27,220.00	147.09	84.05%	CC	
T-73	S/C 15	SIN CURADO	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Dias	178.13	29.82	29,680.00	166.62	95.21%	CC	
T-76	S/C 16	SIN CURADO	175.00	07/04/2022	14/04/2022	7 Dias	185.06	29.91	34,900.00	188.59	107.77%	C	

TIPO DE FALLA

C : CORTE  
COL : COLUMNAR

CRV : CONO Y ROTURA VERTICAL  
CON : CONO

CC : CONO Y CORTE

INGENIERIA GEOLOGIA PAREJA  
Ing. Anthony K. Pareja Flores  
CIP: 20025  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO



**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS FC=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

TIPO DE CURADO : SIN CURADO

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120.000 KG, 10 KG/DIV.



INGENIERIA GEDTECNIA PAREJA

Ing. Aníbal Pareja Flores  
CIP: 25052

ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO





**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE DE CONCRETO HIDRAULICO (MTC E 704-2016, NTP 339.034)**

PROYECTO : ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONOMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS F<sub>C</sub>=175 KG/CM<sup>2</sup>, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

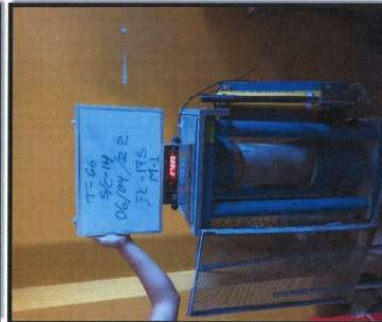
TIPO DE CURADO : SIN CURADO

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM<sup>2</sup>

EQUIPO : PRENSA HIDRAULICA - MANUAL (120 TON, INDICADOR: DIGITAL - HIWEIGH)

MODELO : X8, VALUE EACH GRAM, 120 000 KG, 10 KG/DIV.



ING. GEOTEGNIA PAREJA  
Ing. Anthony K. Pareja Flores  
CIP: 250258  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

## Anexo 4. Hoja técnica de cemento y aditivos



### Ficha Técnica

## CEMENTO ANDINO PREMIUM

#### Descripción:

- Es un Cemento Pórtland Tipo I, obtenido de la molienda Clinker Tipo I y yeso.

#### Beneficios:

- Alta resistencia a mediano y largo plazo, alta durabilidad.
- Excelente trabajabilidad y acabado.
- Bajo contenido de álcalis. Buena resistencia a los agregados álcali reactivos.
- Moderada resistencia al salitre.

#### Usos:

- Estructuras sólidas de acabados perfectos.
- Construcciones en general de gran envergadura como, puentes, estructuras industriales y conjuntos habitacionales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegues (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

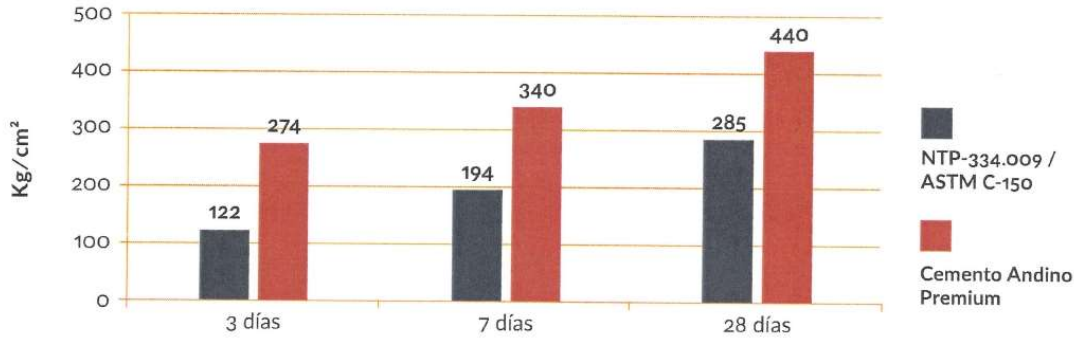
#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

INGENIERIA GEOTEGNIA PAREJA  
Ing. Anthony M. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Andino Premium



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Andino Premium	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	5.08	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.01	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	361	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.15	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	274	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	340	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	440	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	116	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	285	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	1.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	2.68	Máximo 3.0
Pérdida al fuego	%	1.49	Máximo 3.0
Residuo insoluble	%	0.69	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	15.53	No específica
C <sub>3</sub> S	%	57.35	No específica
C <sub>3</sub> A	%	7.50	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	10.61	No específica
<b>Álcalis Equivalentes</b>			
Contenido de álcalis equivalentes	%	0.47	Requisito opcional, máximo 0.60
<b>Resistencia a los Sulfatos</b>			
Resistencia al ataque de sulfatos	%	0.083	0.10 %

\*Requisito opcional

ING. ANTONIO K. PAREJA FLORES  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO  
 CIP/250255



Calidad que Construye

Hoja Técnica

# MEMBRANIL REFORZADO

Curador de concreto tipo membrana para climas templados y soleados.

VERSION: 02  
FECHA: 21/12/2017

**DESCRIPCIÓN** MEMBRANIL REFORZADO es un líquido de curado a base de polímero acrílico especialmente aditivado que lo hace formar una membrana impermeable de alta retención de agua sobre el concreto fresco, evitando que esta se evapore proporcionando una hidratación adecuada del concreto. Este tratamiento reemplaza al curado tradicional que se realiza durante 7 días con agua.

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-309, Tipo I, Clase A (Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete)

- VENTAJAS**
- Forma una película de alta retención de agua.
  - Con una sola aplicación reemplaza al curado tradicional que se realiza por 7 días con agua.
  - Prolonga la hidratación del concreto evitando la formación de fisuras por un secado prematuro.
  - No se necesita de mano de obra especializada, se aplica fácilmente con mochila aspersora.
  - Permite desarrollar las resistencias a la flexión y compresión deseadas.
  - Adecuado color blanco lechoso en húmedo que permite distinguir las partes cubiertas.

**USOS** Para el curado de concreto fresco en toda clase de superficies como calzadas, veredas, techos, carreteras, diques, revestimientos de canales, losas, columnas, vigas, placas, cubiertas de puentes, estacionamientos, vías peatonales, etc.

- DATOS TÉCNICOS**
- Apariencia : Líquido
  - Color : Blanco lechoso ( transparente una vez seco)
  - Densidad : 3.70 – 3.80 kg/gal- (0.978-1.004 Kg/ L)
  - pH : 6.0 – 9.0
  - VOC : 0 gr/L

INGENIERIA GEOTEGNIA PAREJA  
  
 Ing. Anthony K. Pareja Flores  
 CIP: 250255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

**PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO**

Agitar el envase antes de usar.

El momento ideal para aplicar es inmediatamente después de que haya desaparecido la exudación de la superficie o después de haber desencofrado.

Aplicar con mochila aspersora dejando una capa uniforme sobre toda la superficie.

Limpiar las herramientas de aplicación después de culminar el trabajo con agua limpia.

**RENDIMIENTO** Se recomienda aplicar 15m<sup>2</sup>/gal. como máximo para garantizar un espesor de película adecuado.



## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika® Antisol® S

Agente de curado de concreto

## DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Antisol® S es un agente de curado líquido aplicado con aerosol y listo para usar para prevenir la pérdida de agua de la superficie del concreto recién colocado. Forma un sello microcristalino en los poros del concreto que reduce la tasa de evaporación de la humedad de la mezcla de concreto. La adhesión de los tratamientos posteriores a la superficie del hormigón no se ve afectada.

## USOS

- Edificios
- Industrias manufactureras
- Hangares y áreas de carga
- Muro de contención
- Estructuras pretensadas
- Canales de irrigación
- Estructuras de ingeniería civil

## INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Envase plástico x 1gal</li> <li>▪ Balde x 18 L</li> <li>▪ Cilindro x 200 L</li> </ul>
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido transparente
<b>Vida Útil</b>	24 meses desde la fecha de producción.
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	Sika® Antisol® S puede ser almacenado en un sitio libre de congelamiento a temperaturas sobre los +5 °C
<b>Densidad</b>	~1,11±0,01 kg/l

## CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Generalmente mejora la apariencia de la superficie.
- Reduce el agrietamiento
- Ayuda a alcanzar las fortalezas requeridas.
- Reduce el encogimiento
- Controla la hidratación del cemento.
- Reduce la formación de polvo.
- Permeabilidad del hormigón reducida.
- Alivia otros costosos métodos de curado.
- La adhesión de los tratamientos posteriores a la superficie del hormigón no se ve afectada.

## CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la Norma U.N.I. 8656 bajo la clase tipo 1.

INGENIERIA GEOTEGNIA PAREJA  
  
 Ing. Anthony R. Pareja Flores  
 CIP: 250295  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Consumo	0,20 L/m <sup>2</sup>
Rendimiento	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Envase x 1gal rinde 19 m<sup>2</sup>.</li><li>▪ Balde x18 l rinde 90 m<sup>2</sup>.</li><li>▪ Cilindro x200L rinde 1,000 m<sup>2</sup>.</li></ul>
Equipo	<b>Aplicación</b> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Mochila tipo mano o pulverizadores motorizados que garantice un aspersión uniforme.</li><li>▪ La idoneidad del equipo debe ser aprobada antes de usar para una aplicación completa.</li></ul>

## NOTAS

Cualquier duda o consulta favor de contactar con el servicio técnico de Sika.

## LIMITACIONES

- Se recomienda que Sika® Antisol® S se aplique lo antes posible después de que la superficie de concreto esté lista para recibir el compuesto de curado.
- Después de la aplicación, protéjase de la luz solar directa, el viento seco intenso o la lluvia durante al menos 2 a 3 horas, dependiendo de las condiciones ambientales.
- Cuando se requiere una superficie resistente a la abrasión altamente duradera, es decir, en condiciones de exposición severa, aplique una capa adicional de Sika® Antisol® S después de 3 días. Los sistemas de revestimiento posteriores se pueden aplicar después de 7 días.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### CALIDAD DEL SUSTRATO PRE-TRATAMIENTO

La superficie de concreto debe estar libre de agua superficial. La evaporación de la superficie del agua puede tomar de 30 minutos a 2 horas, dependiendo de la temperatura y la relación agua / cemento.

### APLICACIÓN

**Superficies Verticales** luego de remover el encofrado, humedezca el concreto con agua, luego cuando esté saturado con la superficie seca rocíe el producto cubriendo uniformemente la superficie de concreto.

**Superficies Horizontales** coloque el producto en una niebla fina para cubrir completamente la superficie de concreto. Mantenga la presión en el equipo de aplicación para garantizar una aspersión uniforme.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en In-

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
Ing. Anthony R. Pareja Flores  
CIP: 260255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Hoja De Datos Del Producto  
Sika® Antisol® S  
Septiembre 2021, Versión 01.04  
021405031000000008



ternet a través de nuestra página web  
www.sika.com.pe. La presente edición anula y reem-  
plaza la edición anterior, misma que deberá ser des-  
truida.

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
  
Ing. Anthony N. Pareja Flores  
CIP: 250255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

Sika Perú  
Habilitación Industrial  
El Lúcumo Mz. "B" Lote 6  
Lurín, Lima  
Tel. (511) 618-6060

Hoja De Datos Del Producto  
Sika® Antisol® S  
Septiembre 2021, Versión 01.04  
021405031000000008

SikaAntisolS-es-PE-(09-2021)-1-4.pdf

3 / 3

CONSTRUYENDO CONFIANZA



## Anexo 5. Cronograma de elaboración de testigos



**L.G. PAREJA**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
PAVIMENTOS, CONCRETO Y SUELOS

### CRONOGRAMA PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS CILINDRICOS

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS  
FC=175 KG/CM2, CARMEN ALTO - HUAMANGA - AYACUCHO - 2022

SOLICITANTE : GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO

UBICACIÓN : AYACUCHO - HUAMANGA - CARMEN ALTO

MUESTRA : TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)

NOMENCLATURA : N° TESTIGO - TIPO DE CURADO - N° MOLDE

UNIVERSIDAD : UNIVERSIDAD CONTINENTAL

CONCRETO : 175 KG/CM2

LOTE - FECHA DE ELABORACION	METODOS DE CURADO - TESTIGOS DE CONCRETO					EDAD	FECHA DE ROTURA
LOTE N° 01 lunes 28 de marzo de 2022	T-01 CHE-01 M-1	T-02 INM-01 M-2	T-04 DIS-01 M-3	T-03 S/C-01 M-4	T-05 SIK-01 M-5	28 DIAS	lunes 25 de abril de 2022
	T-06 S/C-02 M-1	T-07 SIK-02 M-2	T-08 INM-02 M-3	T-09 CHE-02 M-4	T-10 DIS-02 M-5		
LOTE N° 02 lunes 28 de marzo de 2022	T-11 DIS-03 M-1	T-12 S/C-03 M-2	T-13 SIK-03 M-3	T-14 INM-03 M-4	T-15 CHE-03 M-5	28 DIAS	martes 26 de abril de 2022
	T-16 INM-04 M-1	T-17 DIS-04 M-2	T-18 CHE-04 M-3	T-19 SIK-04 M-4	T-20 S/C-04 M-5		
LOTE N° 03 martes 29 de marzo de 2022	T-21 SIK-05 M-1	T-22 CHE-05 M-2	T-23 S/C-05 M-3	T-24 DIS-05 M-4	T-25 INM-05 M-5	21 DIAS	miércoles 20 de abril de 2022
	T-26 S/C-06 M-1	T-27 SIK-06 M-2	T-28 INM-06 M-3	T-29 CHE-06 M-4	T-30 DIS-06 M-5		
LOTE N° 04 martes 29 de marzo de 2022	T-31 CHE-07 M-1	T-32 INM-07 M-2	T-33 DIS-07 M-3	T-34 S/C-07 M-4	T-35 SIK-07 M-5	21 DIAS	jueves 21 de abril de 2022
	T-36 DIS-08 M-1	T-37 S/C-08 M-2	T-38 SIK-08 M-3	T-39 INM-08 M-4	T-40 CHE-08 M-5		
LOTE N° 05 miércoles 30 de marzo de 2022	T-41 INM-09 M-1	T-42 DIS-09 M-2	T-43 CHE-09 M-3	T-44 SIK-09 M-4	T-45 S/C-09 M-5	14 DIAS	lunes 18 de abril de 2022
	T-46 SIK-10 M-1	T-47 CHE-10 M-2	T-48 S/C-10 M-3	T-49 DIS-10 M-4	T-50 INM-10 M-5		
LOTE N° 06 miércoles 30 de marzo de 2022	T-51 SIK-11 M-1	T-52 S/C-11 M-2	T-53 INM-11 M-3	T-54 CHE-11 M-4	T-55 DIS-11 M-5	14 DIAS	martes 19 de abril de 2022
	T-56 CHE-12 M-1	T-57 INM-12 M-2	T-58 DIS-12 M-3	T-59 S/C-12 M-4	T-60 SIK-12 M-5		
LOTE N° 07 jueves 31 de marzo de 2022	T-61 INM-13 M-1	T-62 DIS-13 M-2	T-63 CHE-13 M-3	T-64 SIK-13 M-4	T-65 S/C-13 M-5	7 DIAS	miércoles 13 de abril de 2022
	T-66 S/C-14 M-1	T-67 CHE-14 M-2	T-68 DIS-14 M-3	T-69 SIK-14 M-4	T-70 INM-14 M-5		
LOTE N° 08 lunes 04 de abril de 2022	T-71 DIS-15 M-1	T-72 SIK-15 M-2	T-73 S/C-15 M-3	T-74 INM-15 M-4	T-75 CHE-15 M-5	7 DIAS	jueves 14 de abril de 2022
	T-76 S/C-16 M-1	T-77 CHE-16 M-2	T-78 SIK-16 M-3	T-79 DIS-16 M-4	T-80 INM-16 M-5		
LOTE N° 09 lunes 04 de abril de 2022	T-61 INM-13 M-1	T-62 DIS-13 M-2	T-63 CHE-13 M-3	T-64 SIK-13 M-4	T-65 S/C-13 M-5	7 DIAS	miércoles 13 de abril de 2022
	T-66 S/C-14 M-1	T-67 CHE-14 M-2	T-68 DIS-14 M-3	T-69 SIK-14 M-4	T-70 INM-14 M-5		
LOTE N° 10 martes 05 de abril de 2022	T-71 DIS-15 M-1	T-72 SIK-15 M-2	T-73 S/C-15 M-3	T-74 INM-15 M-4	T-75 CHE-15 M-5	7 DIAS	jueves 14 de abril de 2022
	T-76 S/C-16 M-1	T-77 CHE-16 M-2	T-78 SIK-16 M-3	T-79 DIS-16 M-4	T-80 INM-16 M-5		
LOTE N° 11 martes 05 de abril de 2022	T-51 SIK-11 M-1	T-52 S/C-11 M-2	T-53 INM-11 M-3	T-54 CHE-11 M-4	T-55 DIS-11 M-5	14 DIAS	martes 19 de abril de 2022
	T-56 CHE-12 M-1	T-57 INM-12 M-2	T-58 DIS-12 M-3	T-59 S/C-12 M-4	T-60 SIK-12 M-5		
LOTE N° 12 miércoles 06 de abril de 2022	T-61 INM-13 M-1	T-62 DIS-13 M-2	T-63 CHE-13 M-3	T-64 SIK-13 M-4	T-65 S/C-13 M-5	7 DIAS	miércoles 13 de abril de 2022
	T-66 S/C-14 M-1	T-67 CHE-14 M-2	T-68 DIS-14 M-3	T-69 SIK-14 M-4	T-70 INM-14 M-5		
LOTE N° 13 miércoles 06 de abril de 2022	T-71 DIS-15 M-1	T-72 SIK-15 M-2	T-73 S/C-15 M-3	T-74 INM-15 M-4	T-75 CHE-15 M-5	7 DIAS	jueves 14 de abril de 2022
	T-76 S/C-16 M-1	T-77 CHE-16 M-2	T-78 SIK-16 M-3	T-79 DIS-16 M-4	T-80 INM-16 M-5		
LOTE N° 14 jueves 07 de abril de 2022	T-76 S/C-16 M-1	T-77 CHE-16 M-2	T-78 SIK-16 M-3	T-79 DIS-16 M-4	T-80 INM-16 M-5	7 DIAS	jueves 14 de abril de 2022
	T-76 S/C-16 M-1	T-77 CHE-16 M-2	T-78 SIK-16 M-3	T-79 DIS-16 M-4	T-80 INM-16 M-5		

#### LISTA DE ROTURA POR DIAS

DIA DE ROTURA	TESTIGOS DE CONCRETO					LOTE
miércoles 13 de abril de 2022	T-61	T-62	T-63	T-64	T-65	LOTE N° 13
	T-66	T-67	T-68	T-69	T-70	LOTE N° 14
jueves 14 de abril de 2022	T-71	T-72	T-73	T-74	T-75	LOTE N° 15
	T-76	T-77	T-78	T-79	T-80	LOTE N° 16

INGENIERIA GEOTECNIA PAREJA  
Ing. Anthony B. Pareja Flores  
CIP: 1236255  
ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO





**CRONOGRAMA PARA LA ELABORACION DE TESTIGOS CILINDRICOS**

<b>PROYECTO</b>	: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS VENTAJAS ECONÓMICAS Y TÉCNICAS DEL CURADO CON ADITIVO Y CURADO TRADICIONAL PARA CONCRETOS FC=175 KG/CM2, CARMEN ALTO – HUAMANGA – AYACUCHO - 2022		
<b>SOLICITANTE</b>	: GAMADIEL RICHARD MENDEZ APAICO		
<b>UBICACIÓN</b>	: AYACUCHO - HUAMANGA, CARMEN ALTO	<b>UNIVERSIDAD</b>	: UNIVERSIDAD CONTINENTAL
<b>MUESTRA</b>	: TESTIGOS DE CONCRETO (PROBETAS)	<b>CONCRETO</b>	: 175 KG/CM2
<b>NOMENCLATURA</b>	: N° TESTIGO - TIPO DE CURADO - N° MOLDE		

LISTA DE ROTURA POR DÍAS						
DÍA DE ROTURA	TESTIGOS DE CONCRETO					LOTE
lunes 18 de abril de 2022	T-41	T-42	T-43	T-44	T-45	LOTE N° 09
	T-46	T-47	T-48	T-49	T-50	LOTE N° 10
martes 19 de abril de 2022	T-51	T-52	T-53	T-54	T-55	LOTE N° 11
	T-56	T-57	T-58	T-59	T-60	LOTE N° 12
miércoles 20 de abril de 2022	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25	LOTE N° 05
	T-26	T-27	T-28	T-29	T-30	LOTE N° 06
jueves 21 de abril de 2022	T-31	T-32	T-33	T-34	T-35	LOTE N° 07
	T-36	T-37	T-38	T-39	T-40	LOTE N° 08
lunes 25 de abril de 2022	T-01	T-02	T-04	T-03	T-05	LOTE N° 01
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10	LOTE N° 02
martes 26 de abril de 2022	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	LOTE N° 03
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	LOTE N° 04

INGENIERIA GEOTÉCNICA PAREJA  
 Ing. Anthony R. Pareja Flores  
 CIP: 260255  
 ESPECIALISTA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO

## Anexo 6. Panel fotográfico



Fotografía 01. Adquisición de agregado fino de la cantera Chillico



Fotografía 02. Adquisición de agregado grueso de la cantera Chillico



Fotografía 03. Instrumentos empleados para los ensayos PUCS y PUSS.



Fotografía 04. Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado grueso.



Fotografía 05. Ensayo de peso unitario varillado o compactado seco del agregado grueso.



Fotografía 06. Ensayo de peso unitario suelto seco del agregado fino.



Fotografía 07. Ensayo de peso unitario varillado o compactado seco del agregado fino.



Fotografía 08. Instrumentos empleados para ensayo de peso específico de agregado fino.



Fotografía 09. Ensayo de peso específico de agregado fino.



Fotografía 10. Instrumentos utilizados para ensayo de peso específico de agregado grueso.



Fotografía 11. Ensayo de peso específico del agregado grueso.



Fotografía 12. Tamices empleados para ensayo de granulometría.



Fotografía 13. Dosificación por peso de materiales para la elaboración de concreto  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup>.



Fotografía 14. Elaboración del ensayo de asentamiento.





Fotografía 15. Asentamiento de 3 a 4 pulgadas según diseño de mezcla.



Fotografía 16. Instrumentos empleados para la elaboración de testigos de concreto.



Fotografía 17. Colocación de la mezcla de concreto en moldes.



Fotografía 18. Proceso de compactación con varilla por capas en testigos de concreto.



Fotografía 19. Acabado de la superficie de los testigos.



Fotografía 20. Elaboración del Lote 1 de testigos de concreto.



Fotografía 21. Elaboración del Lote 2 de testigos de concreto.



Fotografía 22. Elaboración del Lote 3 de testigos de concreto.



Fotografía 23. Elaboración del Lote 4 de testigos de concreto.



Fotografía 24. Elaboración del Lote 5 de testigos de concreto.



Fotografía 25. Elaboración del Lote 6 de testigos de concreto.



Fotografía 26. Elaboración del Lote 7 de testigos de concreto.



Fotografía 27. Elaboración del Lote 8 de testigos de concreto.



Fotografía 28. Elaboración del Lote 9 de testigos de concreto.



Fotografía 29. Elaboración del Lote 10 de testigos de concreto.



Fotografía 30. Elaboración del Lote 11 de testigos de concreto.

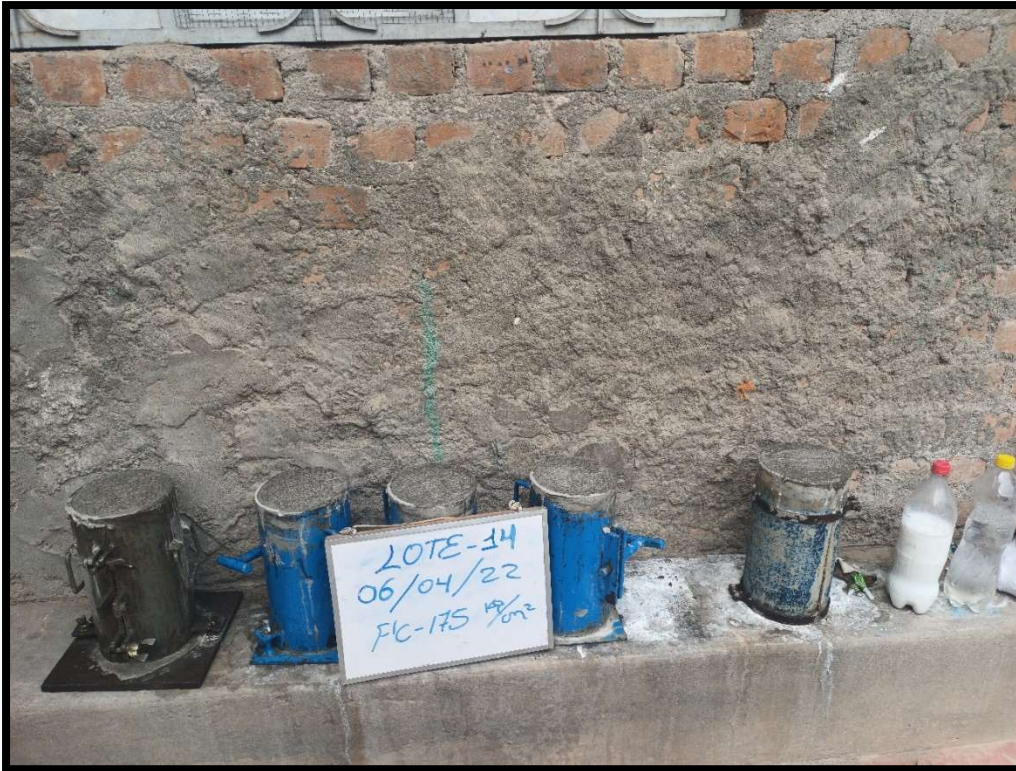




Fotografía 31. Elaboración del Lote 12 de testigos de concreto.



Fotografía 32. Elaboración del Lote 13 de testigos de concreto.



Fotografía 33. Elaboración del Lote 14 de testigos de concreto.



Fotografía 34. Elaboración del Lote 15 de testigos de concreto.



Fotografía 35. Elaboración del Lote 16 de testigos de concreto.



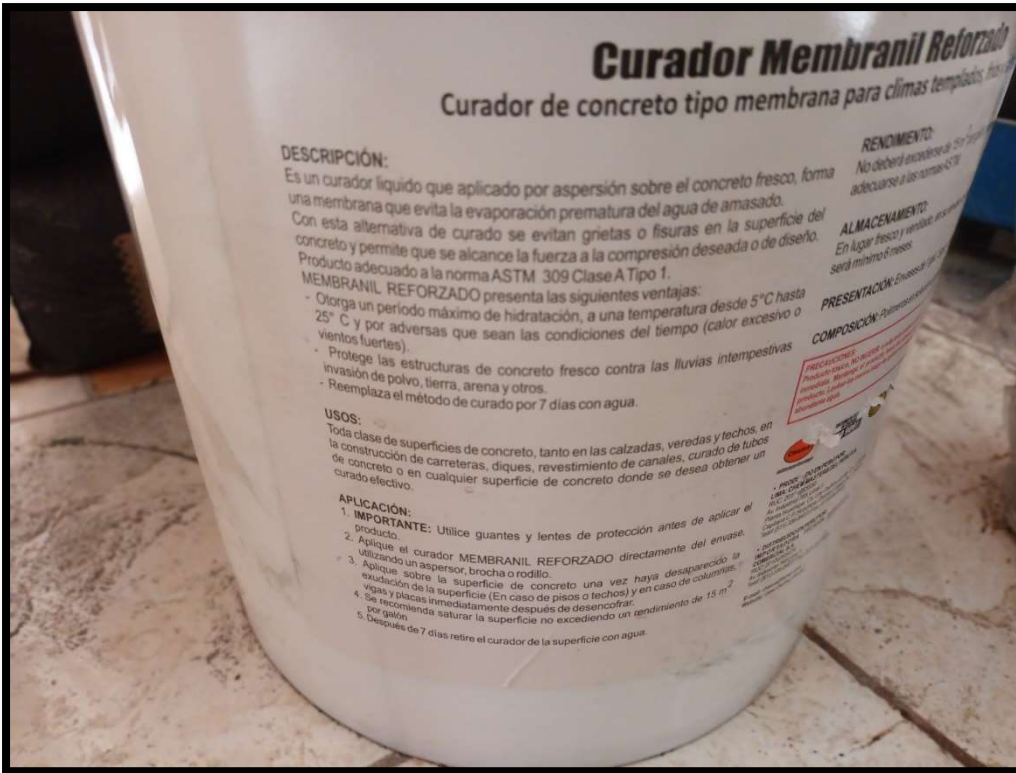
Fotografía 36. Colocación de datos en los testigos para su fácil identificación.



Fotografía 37. Colocación por grupos para su respectivo curado por los diferentes métodos.



Fotografía 38. Curado tradicional por inmersión de testigos cilíndricos



Fotografía 39. Empleo de aditivo Curador Membranil Reforzado Chema



Fotografía 40. Empleo de aditivo Sika Antisol S para curado de concreto.



Fotografía 41. Preparación de testigos previos empleo de maquina a compresión.



Fotografía 42. Empleo de maquinaria a compresión



Fotografía 43. Ensayo de rotura de testigos de concreto a compresión



Fotografía 44. Control en el manejo de desperdicios de testigos.