

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación de la permeabilidad y las propiedades
mecánicas del concreto en la construcción de una
cisterna, con aditivo Sika -1, en la ciudad de Juliaca,
provincia de San Román - Puno**

Nilton Elvis Yerba Pacori

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

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 : Felipe Nestor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : Ma. Ing. Edinson José Porras Arroyo
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 22 de enero de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA -1, EN LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMAN - PUNO", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Nilton Elvis Yerba Pacori, 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 (Nº de palabras excluidas:) SI NO
- 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, Nilton Elvis Yerba Pacori, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 70124193, 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: **“EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA -1, EN LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMAN – PUNO”**, 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.

26 de Enero de 2024.



Nilton Elvis Yerba Pacori

DNI. No. 70124193

PERMEABILIDAD - JULIACA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	fr.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	nanopdf.com Fuente de Internet	1%
4	vbook.pub Fuente de Internet	1%
5	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	docshare04.docshare.tips Fuente de Internet	1%

10	issuu.com Fuente de Internet	1 %
11	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
15	ribuni.uni.edu.ni Fuente de Internet	<1 %
16	creativecommons.org Fuente de Internet	<1 %
17	idoc.tips Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
21	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %

22	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	oa.upm.es Fuente de Internet	<1 %
25	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	doctiktak.com Fuente de Internet	<1 %
28	revistas.uned.es Fuente de Internet	<1 %
29	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1 %
30	vdocuments.mx Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
32	www.skbs.se Fuente de Internet	<1 %
33	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

34	repositorio.umsa.bo Fuente de Internet	<1 %
35	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
36	public4.pagefreezer.com Fuente de Internet	<1 %
37	bibciv.ucla.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
38	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
39	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1 %
40	repositorio.upse.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
41	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
42	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
43	quimicaencasa.com Fuente de Internet	<1 %
44	revista.sangregorio.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
45	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

46	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
47	vdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
48	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
49	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
50	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
51	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
53	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
54	civilgeeks.com Fuente de Internet	<1 %
55	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
56	col.sika.com Fuente de Internet	<1 %
57	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

58	www.readbag.com Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.usanpedro.pe Fuente de Internet	<1 %
60	n-bar.ru Fuente de Internet	<1 %
61	doczz.biz.tr Fuente de Internet	<1 %
62	repositorio.utelesup.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
63	virtual.umng.edu.co Fuente de Internet	<1 %
64	documents.mx Fuente de Internet	<1 %
65	fdocuments.ec Fuente de Internet	<1 %
66	prezi.com Fuente de Internet	<1 %
67	repositorio.unicauca.edu.co:8080 Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.upsc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
69	www.gore.com Fuente de Internet	<1 %

70

repositorio.usil.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

71

J. M. Ortega, J. L. Pastor, A. Albaladejo, I. Sánchez, M. A. Climent. "Durability and compressive strength of blast furnace slag-based cement grout for special geotechnical applications", *Materiales de Construcción*, 2014

Publicación

<1 %

72

Vivián Andrea Ulloa Mayorga. "Durabilidad de hormigones armados, con árido reciclado: Una evaluación de la corrosión en un ambiente marino", *Universitat Politecnica de Valencia*, 2012

Publicación

<1 %

73

repositoriodemo.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

74

CAMAC ARRIETA CARLOS FRANK. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero de Huaychaamarca-IGA0012546", R.A. N° 623-2019-A-MPDAC-YHCA, 2020

Publicación

<1 %

75

repositorio.caen.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

76

repositorio.undac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

77	www.caralunaonline.nl Fuente de Internet	<1 %
78	revistas.univalle.edu Fuente de Internet	<1 %
79	David Revuelta, Pedro Carballosa, José Luis García Calvo, Filipe Pedrosa, Joan Mas. "Análisis de factores que afectan a algunos métodos de ensayo para la medida de las prestaciones de durabilidad del hormigón", Informes de la Construcción, 2023 Publicación	<1 %
80	R. J. Galán-Arboledas, A. Merino, S. Bueno. "Utilización de nuevas materias primas y residuos industriales para mejorar las posibilidades de uso de los materiales cerámicos del área de Bailén (Jaén)", Materiales de Construcción, 2012 Publicación	<1 %
81	pdfslide.net Fuente de Internet	<1 %
82	bibliotecadigital.umsa.bo:8080 Fuente de Internet	<1 %
83	netcentriccampaigns.org Fuente de Internet	<1 %
84	oppai.96.lt Fuente de Internet	<1 %

85	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
86	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
87	www.hidroven.gov.ve Fuente de Internet	<1 %
88	M. O. Valcuende, C. Parra, J. C. Jarque. "Homogeneidad de los hormigones autocompactantes", Materiales de Construcción, 2007 Publicación	<1 %
89	repositorio.esge.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
90	riaa.uaem.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
91	vdocuments.pub Fuente de Internet	<1 %
92	"Characterizing lightweight aggregates for improving internal curing of concrete.", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2013 Publicación	<1 %
93	M. Del Río Merino, F. Hernández Olivares. "Escayola reforzada por acción sinérgica entre aditivos del hormigón (fluidificantes, superfluidificantes y aireantes-plastificantes)	<1 %

y fibras de vidrio E", Materiales de Construcción, 2010

Publicación

94

Rafael Calabuig Pastor. "Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas.", Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

<1 %

95

drrgateway.net

Fuente de Internet

<1 %

96

repositorio.une.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

97

repositorio.upagu.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

98

repositorio.upn.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

99

repository.eia.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

100

www.cacic2016.unsl.edu.ar

Fuente de Internet

<1 %

101

www.ocpi.cu

Fuente de Internet

<1 %

102

"Análisis de funcionamiento diferencial de ítems en el portafolio del sistema de evaluación del desempeño profesional

<1 %

docente del año 2013", Pontificia Universidad Católica de Chile, 2018

Publicación

103 "Relation Between Compressive Strength of Concrete and the Effective Cement-Water from the Hydration Rate of Cement Ratio Calculated", ACI Journal Proceedings, 1969

Publicación

104 Chengzhi Li. "Numerical Analysis of Gas-Particle Flow in Vertical Impinging Stream Chamber", Drying Technology, 2003

Publicación

105 Ferrán Navarro Ferrer. "Modelos predictivos de las características prestacionales de hormigones fabricados en condiciones industriales", Universitat Politecnica de Valencia, 2016

Publicación

106 JADER RODRIGUEZ CORTINA. "CONTRIBUCION AL ESTUDIO DE LA INTENSIFICACION DEL PROCESO DE SECADO DE TOMILLO (Thymus Vulgaris L.): APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS DE POTENCIA Y SECADO INTERMITENTE", Universitat Politecnica de Valencia, 2013

Publicación

107 SNC LAVALIN PERU S.A.. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera

<1 %

Pozo Rico-IGA0005184", R.D. N° 199-
2019/MINEM-DGAAM, 2020

Publicación

108	doczz.net Fuente de Internet	<1 %
109	energyinnovation.org Fuente de Internet	<1 %
110	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
111	impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com Fuente de Internet	<1 %
112	jhonrodrigueztecm.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
113	jisikworld.co.kr Fuente de Internet	<1 %
114	library.ciat.cgiar.org Fuente de Internet	<1 %
115	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
116	tesis.ipn.mx Fuente de Internet	<1 %
117	www.apabcn.es Fuente de Internet	<1 %
118	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %

119	www.rfeda.es Fuente de Internet	<1 %
120	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
121	www.sma.df.gob.mx Fuente de Internet	<1 %
122	www.uclm.es Fuente de Internet	<1 %
123	civilmas.net Fuente de Internet	<1 %
124	archive.org Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía Activo

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mis padres por su ayuda y estar hay en los momentos más difíciles en mi vida estudiantil.

También agradezco a mis amigos que me apoyaron en cada etapa de mi tesis.

A dios, por darme salud en estos tiempos que nos aqueja por la Covid-19.

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis padres por haber estado en todo momento, en cada etapa de mi vida estudiantil.

Y a todas las personas que estuvieron a mi lado en cada etapa de esta investigación y aportando en mi etapa profesional.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	2
DEDICATORIA.....	3
ÍNDICE.....	4
INDICE DE TABLAS.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	12
INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO I	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	14
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	14
1.2. Formulación del problema	14
1.2.1. Problema general.....	14
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación en Importancia	16
1.5. Hipótesis y descripción de variables.....	16
1.5.1. Hipótesis	16
1.5.2. Identificación de variables	16
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO.....	19
2.1. Antecedentes del problema.....	19
2.1.1. Antecedentes internacionales	19

2.1.2. Antecedentes nacionales	21
2.2. Bases teóricas.....	23
2.2.1. Cemento portland.....	23
2.2.2. Agua.....	27
2.2.3. Agregados.....	29
2.2.4. Propiedades del concreto.....	35
2.2.5. Factores que afectan la resistencia del concreto.....	40
2.2.6. Concreto impermeable	44
2.2.7. Aditivos	45
2.2.8. Ecuación de valenta oldrich.....	49
CAPÍTULO III	55
METODOLOGÍA.....	55
3.1. Método y alcance de la investigación	55
3.1.1. Método de la investigación	55
3.1.2. Tipo de la investigación.....	55
3.1.3. Nivel de investigación.....	56
3.2. Diseño de la investigación.....	56
3.3. Población y muestra.....	56
3.3.1. Población	56
3.3.2. Muestra	57
3.4. Materiales y métodos	57
3.4.1. Ubicación de la cantera de agregados	57
3.4.2. Selección de muestras del agregado fino y grueso	58
3.4.3. Estudio de las características físicas de los agregados.....	58
3.4.4. Análisis granulométrico de los agregados	59
3.4.5. Análisis granulométrico de los agregados	59
3.4.6. Contenido de humedad	60
3.4.7. Peso específico y absorción del agregado grueso y fino	61

3.4.8. Peso unitario suelto del agregado fino y grueso	62
3.4.9. Peso unitario compactado del agregado fino y grueso	63
3.5. Materiales complementarios.....	64
3.5.1. Agua.....	64
3.5.2. Cemento	64
3.5.3. Aditivo	64
3.6. Diseño de mezcla.....	65
3.6.1. Consideraciones para el diseño de mezcla	65
3.6.2. Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla	65
3.6.3. Procedimiento para seleccionar las propiedades de la mezcla – método de finura de la combinación de agregados	67
3.6.4. Proceso para el diseño de mezclas de concreto	68
3.6.5. Dosificación de materiales corregidos por humedad del agregado.....	68
3.7. Elaboración de testigos de concreto.....	71
3.7.1. Equipos y herramientas usadas	71
3.7.2. Asentamiento del concreto	72
3.7.3. Moldeo de testigos	72
3.7.4. Identificación del testigo	72
3.7.5. Curado de testigos de concreto.....	72
3.8. Ensayo a la compresión del concreto	73
3.8.1. Procedimiento del ensayo	73
3.9. Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto según la norma UNE en 12390-8.....	73
3.9.1. Equipo de penetración de agua.....	74
3.10. Procedimiento del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión ..	74
3.10.1. Preparación de testigos para ensayo de penetración de agua	74
3.10.2. Ejecución del ensayo de penetración de agua	74
3.10.3. Toma y procesamiento de datos	75

3.10.4. Coeficiente de permeabilidad (ecuación de valenta)	76
CAPÍTULO IV	77
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	77
4.1. Presentación de resultados	77
4.2. Diseños realizados en laboratorio	77
4.3. Resultados del ensayo a la compresión del concreto	80
4.4. Resultados del ensayo a la flexión del concreto	87
4.5. Resultados del ensayo a la tracción del concreto	90
4.6. Resultados del ensayo de penetración de agua UNE – en – 12390 – 8	94
4.7. Contratación de hipótesis	99
4.8. Discusión de resultados	107
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS	114

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de operacionalización de variables	18
Tabla 2 Valores máximos admisibles en el agua.....	28
Tabla 3 Uso granulométrico del agregado fino	31
Tabla 4 Requerimiento de granulometría	34
Tabla 5 Coordenadas de ubicación.....	57
Tabla 6 Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² con 0% de aditivo	69
Tabla 7 Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² con 2% de aditivo	69
Tabla 8 Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² con 3% de aditivo	69
Tabla 9 Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm ² con 4% de aditivo	70
Tabla 10 Cuadro comparativo de diseño de mezclas	70
Tabla 11 Testigos de concreto con aditivo “SIKA-1” para ensayo a la compresión.....	70
Tabla 12 Testigos de concreto con aditivo SIKA -1 para ensayo a permeabilidad.....	71
Tabla 13 Diseño patrón con 0% de aditivo sika -1.....	78
Tabla 14 Diseño patrón con 2% de aditivo sika -1.....	78
Tabla 15 Diseño patrón con 3% de aditivo sika -1.....	79
Tabla 16 Diseño patrón con 4% de aditivo sika -1.....	79
Tabla 17 Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días.....	82
Tabla 18 Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días.....	83
Tabla 19 Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días.....	84
Tabla 20 Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días.....	85
Tabla 21 Cuadro resumen de resistencias $F'c= 280$ kg/cm ²	86
Tabla 22 Resistencia a la flexión a 7 días	87
Tabla 23 Resistencia a la flexión a 14 días	88
Tabla 24 Resistencia a la flexión a 21 días	88
Tabla 25 Resistencia a la flexión a 28 días	89
Tabla 26 Resumen de la resistencia a flexión curados a diferentes días.....	90

Tabla 27 Resistencia a la tracción a 7 días	90
Tabla 28 Resistencia a la tracción a 14 días	91
Tabla 29 Resistencia a la tracción a 21 días	92
Tabla 30 Resistencia a la tracción a 28 días	92
Tabla 31 Resumen de resistencia a tracción a diferentes días de curado	93
Tabla 32 Cálculo de porosidad y absorción.....	95
Tabla 33 Cálculo del coeficiente de permeabilidad.....	96
Tabla 34 Cálculo del ensayo de diamantina.....	98
Tabla 35 Prueba de normalidad para la resistencia a compresión	99
Tabla 36 Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a compresión.....	99
Tabla 37 Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a compresión	100
Tabla 38 Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a compresión.....	100
Tabla 39 Prueba de normalidad para la resistencia a flexión	101
Tabla 40 Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a flexión.....	102
Tabla 41 Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a flexión	102
Tabla 42 Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a flexión.....	102
Tabla 43 Prueba de normalidad para la resistencia a tracción	103
Tabla 44 Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a tracción	104
Tabla 45 Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a tracción.....	104
Tabla 46 Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a tracción.....	104
Tabla 47 Prueba de normalidad para la permeabilidad	106
Tabla 48 Prueba de ANOVA de un factor para la permeabilidad.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curvas envolventes según norma.....	32
Figura 2 Esquema de los patrones de tipos de fracturas	38
Figura 3 Efecto de las condiciones de humedad durante el curado y en el instante de falla sobre la resistencia a la compresión del concreto	44
Figura 4 Efecto de la adición de sílica coloidal en un concreto con un coeficiente de permeabilidad de $1 \times 10^{-13} \text{m/s}$	47
Figura 5 Efecto de la adición de un aditivo hidrofóbico en un concreto con un coeficiente de permeabilidad de $1 \times 10^{-12} \text{m/s}$	47
Figura 6 Efecto del Sika®-1 diluido a (1:5, 1:7.5 y 1:10 - Sika®-1: Agua)	48
Figura 7 Efecto del Sika®-1 diluido a (1:5, 1:7.5 y 1:10- Sika®-1: Agua) con un A/C =0.75.	49
Figura 8 Flujo de agua continuo y no derivado a través de poros de material.....	54
Figura 9 Ubicación de la cantera “piedra azul”. Fuente: google Earth (2016).....	58
Figura 10 Comparación del peso unitario de los diseños versus en reglamento del ACI y RNE	80
Figura 11 Resistencia vs porcentaje de aditivo	86
Figura 12 Comparación porcentaje de resistencia vs reglamento	87
Figura 13 Comparación de la resistencia a la flexión adicionando diversos porcentajes de aditivo.....	90
Figura 14 Comparación de la resistencia a la tracción adicionando diversos porcentajes de aditivo.....	93
Figura 15 Plano de la cisterna construida para el ensayo de diamantina.....	97

RESUMEN

El objetivo del estudio es realizar distintos diseños de mezclas con distintas proporciones de aditivo sika -1 en cantidades de 2%, 3% y 4% para alcanzar una impermeabilidad y resistencia óptima en la construcción de una cisterna de resistencia de $f_c=280\text{kg/cm}^2$, en la elaboración de esta investigación se trabajó en el laboratorio en la realización de 64 testigos de concreto, las cuales 48 se sometieron al ensayo de compresión a los 7,14, 21 y 28 días y 16 testigos de concreto para ensayo de penetración de agua bajo presión según la norma UNE-EN-12390-8. En el análisis de datos se determinó que con la adición de más aditivo impermeabilizante baja la resistencia a la compresión del concreto siendo el más óptimo la dosificación del 2% de adición de aditivo impermeabilizante la cual alcanza su máxima resistencia de diseño (280 kg/cm^2) y disminuye el coeficiente de permeabilidad de $3.25 \times 10^{-11}\text{ m/s}$ a $2.10 \times 10^{-11}\text{ m/s}$. Con relación a la muestra patrón por otro lado disminuye la porosidad de 1.003% a 0.632% y la absorción de 0.461% a 0.292% con relación a la muestra patrón, factores que son indispensables para obtener una impermeabilización óptima del concreto ,continuando con la investigación se construyó una cisterna a escala real con las medidas de $2\text{m} \times 2\text{m} \times 1.5\text{m}$ (AxLxH), esta cisterna se sometió al ensayo de diamantina donde se extrajo 4 núcleos de concreto para someterlo al ensayo de compresión y así comprobar la resistencia obtenida en el laboratorio, cuales resultados fueron favorables ya que llegaron al 100% de su resistencia de diseño.

Palabras clave: Impermeabilidad, resistencia a la compresión UNE-EN-12390-8 penetración, coeficiente de permeabilidad, cisterna.

ABSTRACT

The objective of this research is to carry out different mixture designs with different proportions of sika -1 additive in amounts of 2%, 3% and 4% to achieve optimal impermeability and resistance in the construction of a resistance tank of $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$, in the elaboration of this investigation, work was carried out in the laboratory in the elaboration of 64 concrete witnesses, of which 48 were subjected to the compression test at 7, 14, 21 and 28 days and 16 concrete witnesses for the penetration test. of water under pressure according to the UNE-EN-12390-8 standard. With the analysis of data, it was determined that with the addition of more waterproofing additive, the compressive strength of the concrete decreases, the most optimal being the dosage of 2% of addition of waterproofing additive, which reaches its maximum design resistance (280 kg/cm^2) and the permeability coefficient decreases from $3.25 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ to $2.10 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ In relation to the standard sample, on the other hand, the porosity decreases from 1.003% to 0.632% and the absorption from 0.461% to 0.292% in relation to the Pattern sample, factors that are essential to obtain an optimal waterproofing of the concrete, continuing with the investigation, a full-scale tank was built with the measurements of $2 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ (WxLxH), this tank was subjected to the diamond test where it was extracted 4 concrete cores to submit it to the compression test and thus verify the resistance obtained in the laboratory, which results were favorable since they reached 100% of their design resistance.

Keywords: Impermeability, resistance to compression UNE-EN-12390-8 penetration, coefficient of permeability, cistern.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el estudio del concreto a crecido de manera considerable no solo fabricándolo de manera convencional como se solía hacer (cemento agua y agregados), con la tecnología que está avanzando a cada momento se va adicionando aditivos al concreto para optimizar sus propiedades tanto físicas como químicas y así facilitarnos la preparación y colocación del concreto en las diferentes estructuras de nuestro país y el mundo.

En la presente investigación titulada “evaluación de la permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto en la construcción de una cisterna, con aditivo sika-1 en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román-Puno” teniendo como objetivo general realizar distintos diseños de mezcla, con distintas proporciones de aditivo sika -1, para alcanzar una impermeabilidad y resistencia a la compresión óptima en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román-Puno.

Esta tesis se realiza mediante el diseño de mezcla ACI, ensayos de laboratorio por la cual se determinará la dosificación óptima de aditivo y concreto para la construcción de una cisterna a escala real.

El presente estudio se desarrolló, considerando el contenido siguiente:

Capítulo I: en este se encuentra la muestra, el planteamiento del problema, los objetivos generales y específicos, justificación y variables.

Capítulo II: contiene el desarrollo del marco teórico respecto al diseño de mezcla los agregado y aditivo que se utilizará en la presente investigación.

Capítulo III: contiene la metodología de la investigación

Capítulo IV: expone los resultados de la investigación, características y ubicación; al finalizar se establecen las conclusiones a las cuales se llegó.

Capitulo V: las conclusiones que voy a llegar con mi investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

1.2. Formulación del problema

El uso del hormigón en estructuras hidráulicas supone un importante avance en la tecnología constructiva de estructuras de este tipo, y por tanto el uso de un material tan noble y versátil como el hormigón, que además en los últimos tiempos se ha vuelto cada vez más popular. (1) Los aditivos químicos mejoran las propiedades del concreto, dependiendo de las consideraciones especificadas en un proyecto en particular, brindando desempeño en estado fresco y endurecido dependiendo de la aplicación y sistema constructivo. (2) Los aditivos para hormigón son mecanismos de sustancias orgánicas naturales, como resinas e inorgánicos, cuyo propósito es cambiar las propiedades físicas de los materiales apilados a un estado fresco. Estos aditivos para hormigón suelen presentarse en dos formas. Tanto en polvos como líquidos y como emulsiones. (3) Por ello, el próximo trabajo de investigación está encaminado a encontrar las proporciones adecuadas de aditivos impermeabilizantes. En Japón la cantidad de aditivos impermeabilizantes que se añaden no está claramente definida porque varía según el material utilizado y la zona donde se instala.

1.2.1. Problema general

¿De qué manera incide el aditivo sika-1 en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo interviene el aditivo Sika-1, en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno?
- ¿Cómo interviene el aditivo Sika-1, en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno?
- ¿Cómo el aditivo Sika -1 incide en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia del aditivo sika-1 en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.
- Determinar la incidencia del aditivo sika-1 en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.
- Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.

1.4. Justificación en Importancia

El siguiente estudio tiene como objetivo brindar un marco para el correcto uso del aditivo impermeabilizante Sika-1 en las proporciones adecuadas para lograr una óptima impermeabilidad y resistencia a la compresión y flexotensión según un diseño específico. Esto se aplica a un acuario. Construido utilizando la proporción óptima del aditivo Sika-1, probado con diamante y el diseño de mezcla seleccionado para el camión cisterna se verifica en campo. El diseño de mezcla seleccionado está diseñado según normas ACI. Porque este estándar es de nivel internacional y el más aceptable para los ingenieros.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

El uso de aditivo Sika -1 en diferentes porcentajes sí influyen en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

- El uso de aditivo sika-1 si influye en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.
- El uso de aditivo sika-1 si influye en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.
- El uso de aditivo sika-1 si influye en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.

1.5.2. Identificación de variables

1.5.2.1. Variable independiente

Aditivo sika-1 en el diseño de mezclas

1.5.2.2. Variable dependiente

Permeabilidad y propiedades mecánicas del concreto.

1.5.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Variable Independiente Aditivo sika-1 en el diseño de mezclas.</p>	<p>Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto con propiedades hidrófugas, se utiliza para la impermeabilización de morteros y concretos.</p>	<p>El aditivo sika-1 será colocado como componente del concreto para la construcción de una cisterna en diferentes porcentajes, para conocer el efecto que produce.</p>	<p>D1: Relación agua-cemento D2: Porcentajes de adición del aditivo sika-1</p>	<p>I1: Construcción de una cisterna</p>	<p>Razón</p>
<p>Variable Dependiente Permeabilidad y propiedades mecánicas del concreto.</p>	<p>El concreto es uno de los materiales que más se utiliza en la industria de la construcción, por ende, cada vez son más los estudios que se le realizan para mejorar sus propiedades físicas como mecánicas. La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo.</p>	<p>Una vez realizado las diferentes dosificaciones en el diseño de mezcla, mediante pruebas de laboratorio serán analizados las propiedades de permeabilidad y las propiedades mecánicas como los esfuerzos últimos de compresión, flexión y tracción.</p>	<p>D1: Coeficiente de permeabilidad D2: Resistencia a la compresión D3: Resistencia a la flexo - tracción</p>	<p>I1: Grado de impermeabilidad I2: Esfuerzo último a compresión I3: Esfuerzo último a flexo – tracción</p>	<p>Razón</p>

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según, Rodríguez (2016) la investigación tuvo como **objetivo** es analizar la permeabilidad de los materiales de la zona, para cumplir con lo planteado se tomó un **método** de tipo experimental y descriptivo. Donde sus dimensiones fueron agregados, aditivos y hormigón, seguidamente como primer punto se hizo la recolección de datos, donde se quería saber la calidad, grado de penetración, grado de permeabilidad, aditivos, dosificación, calidad de los agregados. Los **resultados** fueron en el cálculo de la densidad de real del cemento en la muestra M1 163gr, M2 283.30gr, M3 618.80gr, M4 335.50 gr, M5 528.40 gr, M6 365.10, DG 0.73gr/cm³, M7 29.60, Mc 120.00, Vg 40.54, DRC 296 gr/cm³. Para el agregado de finos la densidad fue 1.66, densidad aparente 1.52, densidad real 2.580, capacidad de absorción 1.29, módulo de finura 2.01. para los ensayos de agregados en la mina Acosta densidad aparente AG. F 1.65, AG. G 147, densidad aparente AG. F 1.54, AG. G 1.38, densidad real AG. F 2.468, AG. G 2.570, capacidad de absorción AG. F 1.820, AG. G 1,171, módulo de finura AG. F2.07, AG. G 0. En la Mina Sebastián densidad aparente AG. F 1.66, AG. G 11.51, densidad aparente AG. F 1.52, AG. G 1.41, densidad real AG. F 2.580, AG. G 2.628, capacidad de absorción AG. F 1.292, AG. G 0, módulo de finura AG. 2.01, AG. G 0. En la Mina Villacres densidad aparente

AG. F 1.74, AG. G 1.44, densidad aparente AG. F 1.59, AG. G 1.28, densidad real AG. F 2.238, AG. G 2.551, capacidad de absorción AG. F 1.0.627, AG. G 1.766, módulo de finura AG. F2.46, AG. G 0. **En conclusión**, la aplicación de aditivos nos da una penetración de 14mm, sin aditivo la penetración es de 25mm (4).

Asimismo, Matar y Barhoun (2020) el autor tomo como **objetivo** examinar la influencia de los aditivos impermeabilizantes en algunas propiedades del hormigón con agregados reciclados. El **método** que utilizó el autor fue de experimental por la toma de muestras y descriptivo por la interpretación de los resultados. Los materiales utilizados fueron cemento C3SC2A y Na₂O, agregados de 5mm o 10mm. Las propiedades de los agregados fueron gravedad específica, gravedad saturada, gravedad aparente, absorción, contenido de humedad, arcilla, materiales finos, módulo de finura, índice de elongación, densidad aparente, impurezas orgánicas agregados. Resultados las propiedades del hormigón resistencia fue NAC1 31.5 MPa en 7días, NAC2 si 36.8 MPa en 7días, RAC1 24.8 MPa en 7días, RAC2 si 28.1 en 7días, resistencia en 28 días NAC1 39.4 MPa, NAC2 si 50.09 MPa s, RAC1 35.5 MPa, RAC2 si 44.5. carga pesada NAC1 4060, NAC2 si 3690, RAC1 4505, RAC2 si 3930. Profundidad de penetración del agua mm NAC1 19, NAC2 si 17, RAC1 39, RAC2 si 20. **En conclusión**, el RAC y NAC tuvieron valores dentro de los estándares (5).

Finalmente, Lia y otros (2023) plantearon el siguiente **objetivo** mejorar la calidad resistente al agua del hormigón PCC utilizando el aditivo líquido químico impermeabilizante llamado Sika® Membrane-2000. El **método** que utilizaron los autores fue cuantitativo ya que se tomaron varias muestras. Para el diseño de la mezcla se tomaron en cuenta indicadores físico y mecánicos, índices de rendimiento, indicadores de fibras. Las muestras se llevaron a un laboratorio de mecánica de rocas. El monitoreo se hizo durante un tiempo de 28 días. Los **resultados** fueron los siguientes, las muestras se analizaron después de 28 días por lo cual la muestra SEM-1 se visualizó que tiene muchas fisuras, SEM- 2 se visualiza fisuras en menor cantidad, SEM- 3 se visualiza una mejora. En la prueba de difracción XRD se visualiza que el cemento no está hidratado en C₃S y C₂S, en **conclusión**, la resistencia de las muestras fue 49.8 MPa que tiene hasta un aumento 29.3%. (6)

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según, Benites y Moreno (2023) la investigación tomó como **objetivo** de determinar de qué manera influyen los aditivos SIKA WT-100. La **metodología** es aplicativa por que se recolectaran muestras y se llevaron a laboratorio, también será descriptiva ya que se hizo el análisis de los datos que se obtuvieron para interpretarlas. El diseño que se siguió fue experimental, y finalmente experimental puro. Para los instrumentos primero se hizo la observación y guía de observación. Una vez que se tuvo los ensayos las cuales se caracterizaron se llevaron en forma de probetas de concreto. Los **resultados** de peso específico fue para la cantera M1 pe.sss 2654.17 Kg/m³, pea 2705.31 kg/m³, pem 2624.18 kg/m³ y absorción 1.14%. para la cantera M2 pe.sss 2656.00 Kg/m³, pea 2708.31 kg/m³, pem 2625.38 kg/m³ y abosorcion 1.17%. para la cantera M3 pe.sss 2652.90 Kg/m³, pea 2703.26 kg/m³, pem 2623.34 kg/m³ y absorción 1.13%. en conclusión, la aplicación del aditivo SIKA WT-100 tiene buenos resultados en la permeabilidad, otro de los puntos es la economía, este aditivo es más barato que los demás aditivos. (6).

Asimismo, Amorós y Bendezú (2019) la investigación tuvo como **objetivo** realizar un diseño con mezcla de concreto que se aplicara en pavimentos. Para lo cual utilizaron el **método** de recopilación de datos, el autor siguió la guía ACI 522 R del American Concrete Institute para el diseño de la mezcla. Para la construcción de control de concreto permeable se tomará en cuenta subrasante, mezclado del concreto, transporte de concreto, colocación del concreto, encofrado, vaciado de concreto, estacas vertientes verticales, equipos de enrasado, compactación, juntas, curado, protección de climas fríos, protección de climas calientes, reparación, mantenimiento, mantenimiento. La frecuencia de mantenimiento se hizo mensualmente, cuando sea necesario, anualmente. Como **resultado** se obtuvieron para diseño de mezcla N1 A tiene una resistencia de 91.77 Kg/cm², edad 7 días, B tiene una resistencia de 103.31 Kg/cm², edad 7 días, C de 121.10 Kg/cm², edad 14 días, D de 115.28 Kg/cm², edad 14 días, E de 129.67 Kg/cm², edad 21 días, F de 226.20 Kg/cm², edad 21 días, G de 143.09 Kg/cm², edad 28 días, H de 134.20 Kg/cm², edad 28 días. muestra N2 A tiene una resistencia de 70.90 Kg/cm², edad 7 días, B tiene una resistencia de 68.08 Kg/cm², edad

7 días, C de 82.80 Kg/cm², edad 14 días, D de 88.26 Kg/cm², edad 14 días, E de 100.17 Kg/cm², edad 21 días, F de 85.96 Kg/cm², edad 21 días, G de 103.15 Kg/cm², edad 28 días, H de 95.22 Kg/cm², edad 28 días. la resistencia a compresión en la muestra 1 fue 138.65 Kg/cm², muestra 2 99.18 Kg/cm², muestra 3 110.30 Kg/cm², muestra4 92.08 Kg/cm², muestra5 163.05 Kg/cm², muestra6 213.26 Kg/cm², muestra7 224.14 Kg/cm², muestra8 280.56 Kg/cm². En conclusión, con los resultados obtenidos se deduce que son aptas para la aplicación de pavimentos permeables (8).

También, Guillermo y Medina (2019) la investigación tiene como **objetivo** determinar la influencia de la relación agua – cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y tipo de cemento sobre la resistencia a la compresión y permeabilidad en un concreto para estructuras hidráulicas, Trujillo, 2018. La **metodología** empleada fue de diseño experimental puro con un enfoque cuantitativo, en donde los **resultados**: la resistencia a la compresión a 28 días para el hormigón estándar es de 393 kg/cm². Con la adición de sika 1, la resistencia a la compresión es de 387 kg/cm² y la relación a/c es de 0,50. La permeabilidad del concreto disminuye cuando se prueba el concreto usando cemento tipo ICo, una relación agua-cemento de 0.50, 0.55 y 0.65 y la adición de los aditivos Sika 1, Chema 1 y Zeta1 pueden reducir la absorción de agua del concreto entre un 25% y un 70%. El uso de MS tipo cemento con relaciones agua-cemento de 0,50, 0,55 y 0,65 y la adición de los aditivos Sika 1, Chema 1 y Zeta1 redujo la capacidad de absorción de agua del concreto entre un 10% y un 65% en comparación con el concreto estándar. El concreto con mayor reducción en la absorción es el concreto con una relación agua-cemento de 0.55 más aditivo Chema 1, donde los índices de absorción del cemento tipo ICo y MS son: 67.43% y 62.86%, respectivamente. **Concluyen** que la influencia de la relación agua – cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y de cemento en el concreto, es del 94.9% en la resistencia a la compresión y del 82.2% en la permeabilidad del concreto (9).

Finalmente, Sota (2017) planteó como **objetivo** de evaluar si tiene o no tiene alguna influencia la aplicación de SIKA 1 en contrato. Los materiales y **métodos** que fueron utilizados fue la selección de muestras con el método aleatorio, la granulometría de finos de acuerdo a

ASTM 33, para el tamaño de máximo y fineza del agregado, se utilizaron fórmulas, los equipos empleados fueron moldes de cilindro, varilla compactada, martillo o maso, herramientas, balanza electrónica, mezcladora eléctrica. El procedimiento para la resistencia de compresión fue una distribución de carga, diámetro de silencio, cilindros. Los **resultados** fueron con el aditivo de 0, 1, 2, 3 y 5 %. Para ZETA1 en 7 días 2338.53 kg/m³, 2321.35, 2286.29, 2234.84. En 14 días 2341.05, 2288.39, 2366.24, 2231.92 kg/m³. para 28 días 2329.92, 2330.41, 2327.52, 2315.59 kg/m³. Aditivo con Sika, en 7 días 2338.53, 2340.08, 2321.80, 2311.96. En 14 días 2341.05, 2234.24, 2312.01, 2272.91. En 28 días 2329.92, 2343.99, 2311.94, 2298.24. En **conclusión**, de todos los porcentajes aplicados, el que tuvo mejor resultado fue de 1% con un coeficiente 5.91×10^{-11} m/s (10).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Cemento portland

Característico por su reacción lenta cuando entra en contacto con otros materiales. Se encuentra ampliamente disponible en el mercado y, al mezclarse con agua, ya sea sola o en mezcla con arena, piedra u otros materiales parecidos, muestra la propiedad de reaccionar gradualmente con el agua hasta que se forma una masa endurecida. En esencia, se trata de un clinker muy fino que se obtiene mediante un proceso de cocción a altas temperaturas de una mezcla que posee cal, hierro y sílice en proporciones específicas (11).

2.2.1.1. Materia prima utilizada en su elaboración

Los dos materiales principales con que se fabrica el cemento Portland son: la piedra caliza y la arcilla.

Piedra caliza

La piedra caliza es una roca sedimentaria mayoritariamente compuesta de carbonato de calcio (CaCO₃), usualmente en forma de calcita, aunque a veces puede contener trazas de magnesita (MgCO₃) y otros carbonatos. Además, podría presentar pequeñas cantidades de minerales como arcilla, hematita, siderita y cuarzo, los cuales influyen en su color y cohesión, a veces de manera considerable. La calcita, como componente principal de la piedra caliza, se identifica fácilmente debido a dos características clave, tanto físicas como químicas.

Esta roca es menos resistente que el cobre (posee una dureza de 3 en la escala de Mohs) y reacciona de forma efervescente cuando se expone a ácidos, como el ácido clorhídrico, especialmente en presencia de cobre. (11).

Arcilla

La arcilla es un tipo de roca sedimentaria descompuesta que se forma mediante la acumulación de silicato de aluminio hidratado como resultado de la descomposición de rocas que originalmente contenían feldespato, como el granito. Su color varía desde un tono rojo anaranjado hasta blanco cuando se encuentra en su estado más puro, dependiendo de las impurezas presentes en ella. A partir del punto de vista físico, la arcilla es característico por ser un coloide compuesto por partículas extremadamente pequeñas que poseen una superficie lisa. Las partículas de arcilla tienen un diámetro que es menor a 0,002 mm. La fracción estructural de la arcilla también podría incluir partículas no minerales conocidas como fitolitos. Desde una perspectiva química, la arcilla se compone principalmente de silicato de aluminio hidratado (11).

2.2.1.2. Fabricación del cemento portland

Las materias primas, que han sido finamente trituradas y meticulosamente mezcladas, se someten a un proceso de calentamiento en hornos rotatorios de gran escala, que generalmente tienen más de 200 metros de longitud y un diámetro de alrededor de 5,50 metros. Este calentamiento se lleva a cabo hasta que las materias primas comienzan a fundirse, lo que ocurre a temperaturas de aproximadamente 1400-1450 °C. El material que resulta de este proceso parcial de fusión y que sale del horno se conoce como clinker. El clinker se presenta en forma de pequeñas bolas de color negro grisáceo, las cuales son sólidas y varían en tamaño. Una vez que el clinker ha sido enfriado y reducido a un polvo extremadamente fino, se convierte en un componente de las materias primas necesarias para fabricar cemento Portland comercial. Para modificar el tiempo de endurecimiento del cemento durante el proceso de molienda, se añade una pequeña cantidad de yeso (entre un 3 y un 4%) (11).

2.2.1.3. Características del cemento portland

El cemento Portland es un polvo de color gris, a veces con tonos verdosos, que se encuentra disponible en bolsas de 42,5 kg de peso neto y tiene un volumen aproximado de llenado de 1 pie cúbico. Cuando no se dispone de información precisa, generalmente se estima que la densidad del cemento es de alrededor de 3,15 gramos por centímetro cúbico(11).

2.2.1.4. Tipos de cemento portland

Los cementos Portland se elaboran en 5 tipos diferentes cuyas características se estandarizaron según las normas de la especificación ASTM para cemento Portland (C 150). Estos tipos se dividen de la siguiente manera:

- **Cemento Portland Ordinario (CPO):** Esta forma de cemento Portland es la más utilizada en diversas aplicaciones de la construcción. Tiene suficiente resistencia a la compresión y es apropiado para la mayoría de las situaciones.
- **Cemento Portland de Alta Resistencia Inicial (CPI):** Este cemento se distingue por su rápido desarrollo de resistencia y es útil en situaciones donde se requiere resistencia temprana, como en la construcción de carreteras y reparaciones.
- **Cemento Portland de Alta Resistencia Final (CPF):** A diferencia del CPI, este tipo de cemento Portland se caracteriza por su alta resistencia a largo plazo. Es apropiado para proyectos que demandan una resistencia elevada a largo plazo, como puentes y estructuras de gran envergadura.
- **Cemento Portland con Puzolana (CPP):** Este cemento se mezcla con puzolana, un material silíceo o aluminoso, con el fin de mejorar la durabilidad y la resistencia química del cemento. Es útil en entornos donde existe exposición a sustancias químicas corrosivas (11).

2.2.1.5. Fraguado y endurecimiento

Lafragua se refiere a la pérdida de la capacidad de deformación de la pasta de cemento, y está dividida en dos etapas:

1. Fragüe inicial: en esta etapa, la masa de cemento empieza a perder su capacidad de deformarse.
2. Fragüe final: aquí, la pasta de cemento deja de ser moldeable y se convierte en un bloque sólido y rígido.

Por otro lado, el endurecimiento se refiere al proceso gradual de desarrollo de la resistencia del cemento. (11).

2.2.1.6. Calor de hidratación

En el proceso de fraguado y endurecimiento del concreto, se generan reacciones químicas que producen calor como un subproducto. En situaciones donde las dimensiones de las secciones de concreto son pequeñas y hay suficiente capacidad para que el calor se disipe, el efecto del calor de hidratación no es de gran relevancia. Sin embargo, cuando se trabaja con volúmenes considerables de concreto y las condiciones no permiten una liberación eficiente de calor, este factor se convierte en un aspecto crítico a considerar.

En casos específicos, como la construcción de presas, se ha registrado que la temperatura generada debido a las reacciones de hidratación puede alcanzar niveles tan elevados como los 50°C, e incluso diversos investigadores observaron temperaturas aún más altas. Esto es un problema, ya que la temperatura ambiente generalmente es significativamente más baja, lo que provoca bruscas caídas de temperatura en el concreto a medida que se enfría. Estas fluctuaciones térmicas pueden ocasionar contracciones en el concreto y, como resultado, fisuras no deseadas.

Cuando se enfrenta el desafío de verter grandes volúmenes de concreto, es absolutamente esencial controlar este efecto si se desea evitar problemas inesperados y costosos. Para mitigar el impacto del calor de hidratación, se pueden tomar medidas como la elección de cemento con bajo calor de hidratación o la inclusión de puzolanas en la mezcla. El calor de hidratación del cemento se mide en calorías por gramo, y cuanto menor sea este valor, menor será el aumento de la temperatura del concreto. (11).

2.2.1.7. Función del yeso en el cemento

Es importante mantener la velocidad de endurecimiento del cemento dentro de rangos específicos para garantizar su eficacia en la construcción. Si las reacciones ocurren demasiado rápido, el concreto se solidificará antes de poder ser transportado y colocado sin que se dañe. Por otro lado, si las reacciones son muy lentas, el retraso en el desarrollo de la resistencia sería problemática. Sin embargo, controlar cuidadosamente la velocidad de reacción es fundamental. Por ello, se necesita ajustar con precisión la cantidad de yeso que se incorpora al clínker en el proceso de molienda. (11).

2.2.1.8. Almacenamiento del cemento

El cemento no debe permanecer sin usar durante largos períodos de tiempo, ya que con el transcurso del mismo tiende a experimentar una disminución en su resistencia. Esto es válido para todos los tipos de cemento. En el caso del cemento contenido en sacos, si se almacena adecuadamente en almacenes cerrados y encima de superficies de madera, es probable que experimente una pérdida de resistencia del 15% en 3 meses y del 25% en 6 meses, y esta pérdida incrementa con el tiempo. Además, es común que se formen grumos en el cemento almacenado, y la cantidad de estos grumos puede servir como indicador de su posible utilidad. Si se encuentran muchos grumos y no se pueden deshacer aplicando presión con los dedos, suele indicar que el cemento ha perdido una parte significativa de su resistencia. (11).

2.2.2. Agua

2.2.2.1. El agua en el concreto

Cuando entra en contacto con el cemento y aditivos, gracias al agua se vuelve manipulable y gracias a su composición química se puede mezclar con los componentes que tienen. (11).

2.2.2.2. Requisitos que debe cumplir el agua

El agua utilizada en la elaboración del concreto debe cumplir con ciertos estándares de calidad específicos. Debe ser de calidad óptima y estar exenta de sustancias dañinas,

como aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otros contaminantes que puedan tener efectos adversos sobre el concreto o el acero.

En situaciones en las que existan dudas acerca de la calidad del agua que se va a utilizar en la mezcla de concreto, es necesario realizar un análisis químico exhaustivo de esta agua. Los resultados de este análisis pueden compararse con los valores máximos permitidos para los componentes que estaban presentes en el agua utilizada para producir el hormigón. Este procedimiento se lleva a cabo con el fin de asegurar que el agua no comprometa la integridad, ni las características del concreto una vez que haya completado su proceso de endurecimiento.

Tabla 2

Valores máximos admisibles en el agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALORES MAXIMO 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

Nota. Tomada de Enrique Rivva López

Es fundamental realizar ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días en muestras de concreto preparadas tanto con agua destilada o potable como con el agua donde su calidad se necesita evaluar. Para considerar satisfactoria la calidad del agua, se espera que el concreto elaborado con ella presente una resistencia igual o superior al 90% de la resistencia del concreto preparado con agua potable como referencia.

Además, existen métodos rápidos para detectar la existencia de distintos contaminantes en el agua. Por ejemplo, para determinar la existencia de ácidos en el agua, se puede utilizar papel tornasol, que cambiará su color a rojo al sumergirse en agua ácida. En

el caso de buscar la presencia de sulfatos, como el yeso u otros, se puede llevar a cabo un ensayo utilizando cloruro de bario. En este procedimiento, se filtra una muestra de agua (aproximadamente 500 gramos), se le añaden ciertas gotas de ácido clorhídrico y posterior a ello se agrega más cantidad de una solución de cloruro de bario. Si se forma un precipitado blanco, que corresponde al sulfato de bario, es una señal de la presencia de sulfatos en el agua

El agua de mar podría ser empleada en el laboratorio de concreto, pero con algunas restricciones que se detallan a continuación:

- **Concreto simple:** Se permite el uso de agua de mar en la preparación de mezclas para concretos simples, que son aquellos utilizados en aplicaciones generales de construcción.
- **No para concretos de alta resistencia:** No se debe utilizar agua de mar en la preparación de concretos de alta resistencia, que son aquellos diseñados para alcanzar niveles significativamente elevados de resistencia a la compresión. Este tipo de concreto requiere agua de alta calidad para lograr sus propiedades deseadas.
- **No para elementos pretensados y postensados:** El agua de mar no es apropiada para la preparación de concretos utilizados en elementos pretensados y postensados. Estos elementos requieren un elevado grado de control de la calidad del agua debido a las altas tensiones a las que están sometidos.
- **Límite de resistencia de 175 kg/cm²:** El uso del agua de mar no se recomienda en concretos con una resistencia superior a 175 kg/cm² a los 28 días. Por encima de este nivel de resistencia, es preferible utilizar agua de calidad estándar para garantizar el rendimiento óptimo del concreto. (11).

2.2.3. Agregados

Los agregados, además denominados áridos, son sustancias inertes que se mezclan con los aglomerantes como el cemento o la cal, en conjunto con agua, para constituir concretos y morteros. La relevancia radica en que representan aproximadamente el 75% del volumen en una mezcla de concreto típica. En tanto, es de vital importancia que los agregados

posean características sólidas de resistencia, durabilidad y capacidad para soportar las influencias de los elementos ambientales. Es esencial que la superficie de los agregados esté completamente libre de impurezas, como lodo, sedimentos y materia orgánica, ya que estas impurezas podrían comprometer la unión entre los agregados y la pasta de cemento. En resumen, la calidad y la pureza de los agregados desempeñan un papel esencial en la creación de concretos y morteros que sean duraderos y resistentes. Los agregados, también conocidos como áridos, son sustancias inertes que se combinan con los aglomerantes como el cemento o la cal, junto con agua, para formar concretos y morteros. Su relevancia radica en que componen aproximadamente el 75% del volumen en una típica mezcla de concreto. Por esta razón, es crucial que los agregados posean buenas características de resistencia, durabilidad y capacidad de resistir los efectos de los elementos ambientales. Es esencial que la superficie de los agregados esté libre de impurezas, como barro, limo y materia orgánica, ya que estas impurezas podrían debilitar la adhesión entre los agregados y la pasta de cemento. En resumen, la calidad y limpieza de los agregados desempeñan un papel fundamental en la formación de concretos y morteros duraderos y resistentes. (11).

Los agregados se dividen en dos categorías principales: agregados finos, que contienen arena fina y arena gruesa; y agregados gruesos, que comprenden grava y piedra.

2.2.3.1. Agregados finos

Estos agregados se encuentran en ríos, los cuales se pueden seleccionar de gruesos y finos. (12).

Granulometría

La granulometría es muy importante, de acuerdo al trabajo que se va realizar se tiene que seleccionar un determinado N°, carretera, casas, pavimento. Para la separación utilizan mallas. Las especificaciones se dan en la siguiente tabla.

Tabla 3*Uso granulométrico del agregado fino*

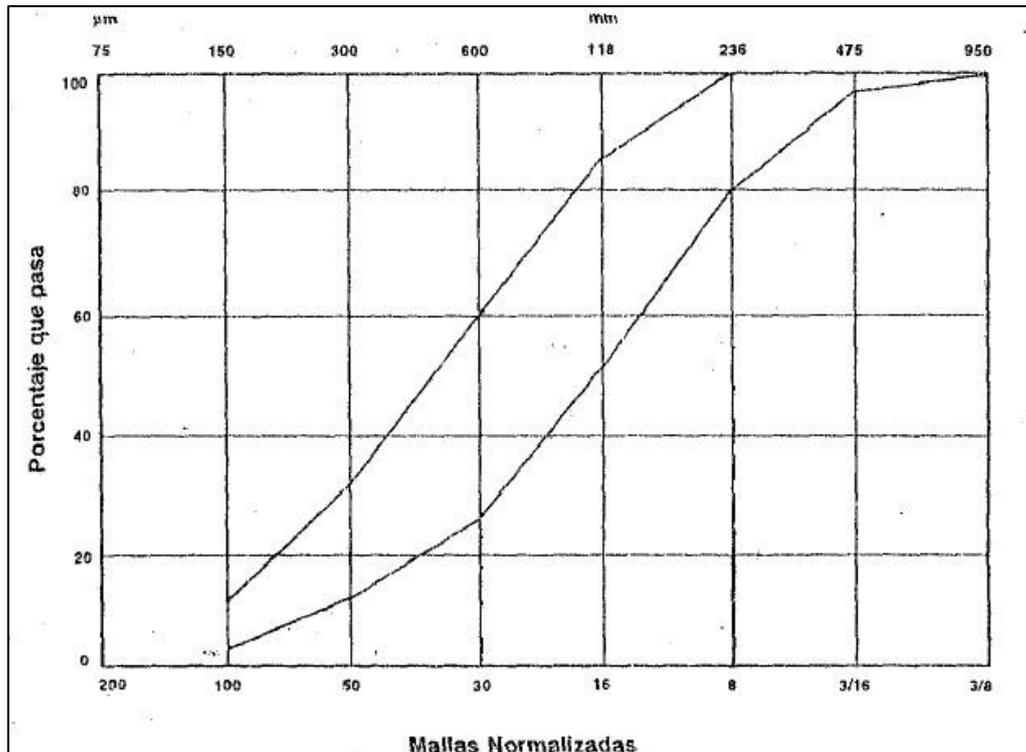
MALLA		PORCENTAJE QUE PASA (ACUMULATIVO)		
3/8"	9.5 mm			100
N°4	4.75 mm	95	a	100
N°8	2.36 mm	80	a	100
N°16	1.18 mm	50	a	85
N°30	600 µm	25	a	60
N°50	300 µm	10	a	30
N°100	150 µm	2	a	10

Nota. Tomada de ASTM C33

El control de la distribución de tamaños de los agregados se visualiza de manera efectiva mediante un gráfico en el cual el eje vertical muestra el porcentaje acumulado de material que atraviesa una malla específica, mientras que el eje horizontal presenta las aperturas correspondientes de las mallas empleadas. En la Figura N°1, se observa las curvas envolventes conforme a las regulaciones establecidas. Es importante destacar que, de acuerdo con la norma (13), existen excepciones para los concretos que contienen más de 300 kg/m³ de cemento en relación con los porcentajes que se necesitan para el material que pasa a través de las mallas N°50 y N°100. En dicho contexto, los porcentajes necesarios pueden reducirse a un 5% y un 0%, respectivamente. (13).

Figura 1

Curvas envolventes según norma



Nota. Tomada de ASTM C33

Es relevante resaltar que, según la normativa, se establece que la diferencia entre la cantidad de material que atraviesa una malla y el material retenido en la siguiente malla no debe superar el 45% del total de la muestra. Dicha limitación tiene como objetivo principal garantizar una granulometría más homogénea y consistente en los agregados. Cuando se cumple con esta restricción, se tiende a obtener una mezcla de agregados que se distribuye de manera equitativa en el concreto, lo cual es esencial para lograr una apropiada facilidad de manejo. (13).

Requisitos

Las pautas para el agregado fino en proyectos de construcción estipulan que debe consistir en arena natural. Esta arena debe estar compuesta por partículas limpias, preferiblemente con forma angular, y debe ser sólida, densa y resistente. Es de suma importancia que el agregado fino esté completamente exento de cualquier cantidad perjudicial de contaminantes, como polvo, conglomerados, partículas frágiles o blandas, esquistos,

pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias que puedan afectar negativamente la calidad y la durabilidad del concreto.

Se recomienda que los porcentajes máximos de estas sustancias perjudiciales no excedan los siguientes límites:

- Partículas deleznable: hasta un 3%.
- Material más fino que la malla N°200: hasta un 5. (11)

2.2.3.2. Agregados gruesos

El término "agregado grueso" se refiere a aquel material que queda retenido en un tamiz con una abertura de 4.75 mm (malla N°4) y se origina a partir de la desintegración natural o mecánica de las rocas. Es necesario que cumpla con los criterios entablados en la norma ITINTEC 400.037 (12). El agregado grueso puede presentarse en forma de grava, piedra chancada o cualquier otro material similar. Las gravas, a menudo conocidas como "cantos rodados", son pequeños fragmentos de piedra que se forman de manera natural debido a la descomposición de las rocas debido a factores como la acción del hielo y otros agentes atmosféricos. Estas gravas están típicamente en canteras y lechos de ríos, y su peso específico varía entre 1600 y 1700 kg/m³. La piedra triturada, por otro lado, es un árido grueso hecho de rocas o grava que han sido trituradas mecánicamente. Siempre que sea clara, robusta y resistente, cualquier tipo de piedra triturada puede utilizarse como árido grueso. El peso específico de la piedra partida generalmente oscila entre 1450 y 1500 kg/m³.

En cuanto a la distribución de tamaños del agregado grueso, esta debe cumplir con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 o, alternativamente, en la norma ASTM C33. Dichos límites son especificados en las regulaciones y aseguran que el agregado grueso tenga una distribución de tamaños adecuada para la preparación de concreto de alta calidad (11). donde se indica en la tabla siguiente:

Tabla 4

Requerimiento de granulometría

Número de Tamaño	Tamaño nominal (Tamices con aberturas cuadradas)	Cantidades más finas que pasan por un tamiz (abertura cuadrada) en porcentaje en masa													
		100 mm (4 in.)	90 mm (3½ in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2½ in.)	50 mm (2 in.)	37.5 mm (1½ in.)	25.0 mm (1 in.)	19.0 mm (¾ in.)	12.5 mm (½ in.)	9.5 mm (¾ in.)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 um (N° 50)
1	90 a 37.5 mm (¾ a 1½ in.)	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
2	63 a 37.5 mm (2½ a 1½ in.)	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—	—
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 in.)	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
357	50 a 4.75 mm (2 in. A N° 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	—	—	0 a 5	—	—	—
4	37.5 a 19.0 mm (1½ to ¾ in.)	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
467	37.5 a 4.75 mm (1½ A N° 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	—	—	—
5	25.0 a 9.5 mm (1 a ¾ in.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—	—
56	25.0 a 4.75 mm (1 a ¾ in.)	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—	—
57	25.0 a 4.75 mm (1 in. A N° 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—	—
6	19.0 a 9.5 mm (¾ in a ¾ in.)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—	—
67	19.0 a 4.75 mm (¾ in a N° 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—
7	12.5 a 4.75 mm (½ in. A N° 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—	—
8	9.5 a 2.36 mm (¾ in a N° 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	—
89	9.5 a 1.18 mm (¾ in a N° 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
g ^A	4.75 a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. Tomada de ASTM C33

El tamaño máximo de los agregados gruesos utilizados en el concreto armado se determina teniendo en cuenta la facilidad con la que deben encajar en los espacios entre elementos estructurales y barras de refuerzo. En ningún caso, el tamaño máximo del agregado grueso debe exceder los siguientes límites:

Estos límites se establecen para garantizar que el tamaño del agregado grueso sea adecuado para las dimensiones específicas de la estructura y permita una correcta colocación y compactación del concreto en la construcción.

En cuanto a los requisitos para el uso del agregado grueso:

- Debe consistir en partículas limpias, de preferencia con forma angular o semiangular, que sean duras, compactas, resistentes y tengan una superficie preferentemente rugosa.
- Las partículas deberían estar completamente libres de tierra, polvo, limo, escamas, materia orgánica, sales u otras sustancias que puedan ser dañinas.

- Es recomendable que los porcentajes máximos de sustancias perjudiciales no sobrepasen los siguientes límites:
 - Partículas deleznable: hasta un 5%.
 - Materiales más finos que la malla N°200: hasta un 1%.
 - Contenido de carbón y lignito: hasta un 0.5%.

Estos requisitos se implementan para garantizar que el agregado grueso cumpla con los estándares de calidad que se necesitan para la producción de concreto armado resistente y duradero, evitando la presencia de contaminantes que puedan afectar negativamente su rendimiento en la construcción. (11).

2.2.4. Propiedades del concreto

2.2.4.1. Trabajabilidad

La trabajabilidad del concreto se refiere a la capacidad del material para tener la fluidez adecuada, poniendo énfasis en la plasticidad y uniformidad, ya que ambos aspectos poseen un impacto significativo en el comportamiento y la apariencia final de la estructura. En pocas palabras, la trabajabilidad del concreto es fundamental para asegurar que, durante su manejo y colocación, se obtenga un concreto de alta calidad que cumpla con los estándares de diseño y las expectativas de rendimiento. (14)

2.2.4.2. Consistencia

La consistencia del concreto se refiere a una propiedad que indica la cantidad de humedad presente en la mezcla y cómo esta afecta su fluidez. En otras palabras, la consistencia determina si el concreto es más líquido o más espeso. Cuando una mezcla tiene un mayor contenido de humedad, tiende a ser más fluida y fluye con mayor facilidad durante su colocación. Sin embargo, es importante destacar que la consistencia y la trabajabilidad del concreto están relacionadas, pero no son idénticas. La trabajabilidad del concreto, como se mencionó previamente, se refiere a su capacidad para ser manipulado, transportado, colocado y compactado de manera eficaz con un mínimo esfuerzo y una máxima uniformidad. La trabajabilidad implica conceptos como plasticidad y uniformidad en la mezcla, lo que influye en su comportamiento y en su aspecto final.

Las normas clasifican el concreto sin endurecer en tres categorías según su consistencia:

- Concreto consistente o seco: Estos concretos tienen la cantidad de agua necesaria para que, después de la compactación mediante vibración, la superficie del concreto quede blanda y cohesionada. En otras palabras, la mezcla tiene suficiente humedad superficial para que el concreto sea maleable después de la compactación.
- Concreto plástico: Los concretos plásticos contienen la cantidad adecuada de agua para dar a la mezcla una consistencia parecida a una pasta suave. Esto permite que el concreto sea moldeable y se pueda trabajar eficientemente en la construcción.
- Concreto fluido: Estos concretos se mezclan con una cantidad significativamente mayor de agua, lo que hace que la mezcla fluya como una pasta suave. Los concretos fluidos son altamente líquidos y son ideales para aplicaciones que requieren una alta fluidez, como el llenado de formas complejas o la colocación en áreas de difícil acceso (14).

2.2.4.3. Resistencia

La resistencia del concreto se refiere a la máxima carga o esfuerzo que puede soportar sin sufrir daños. En gran parte, el concreto se formula para resistir esfuerzos de compresión, lo que hace que la medición de su resistencia a estos esfuerzos sea un indicador clave de su calidad.

Al estudiar los métodos para diseñar mezclas de concreto, es aconsejable realizar pruebas de mezcla para determinar las proporciones que cumplan con las características que se desean para su uso en la construcción. No obstante, es importante tener en cuenta que esto no garantiza que el concreto producido en el lugar de trabajo o en la planta tenga una resistencia uniforme y sea idéntico a las mezclas de prueba. Esto se debe a la naturaleza heterogénea del concreto, ya que sus componentes pueden tener características variables.

Las variaciones en la calidad del concreto pueden verse afectadas por factores como el método de mezclado, el transporte, la colocación en moldes, el proceso de compactación y el proceso de curado. Por lo tanto, es fundamental tomar precauciones apropiadas para asegurar que la calidad del concreto producido este aceptable. La medida definitiva que determina la calidad del concreto son los resultados de los ensayos de resistencia. Es importante destacar que la forma en que se realizan estos ensayos y la precisión de las máquinas utilizadas pueden influir en los resultados obtenidos.

Por lo general, la resistencia del concreto aumenta con el tiempo. Este incremento es más notable durante los primeros días después de la colocación y se vuelve más gradual a medida que transcurre el tiempo. La resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, evaluada mediante ensayos normalizados y asumiendo un adecuado proceso de curado, se utiliza comúnmente como indicador de la calidad del concreto. (15)

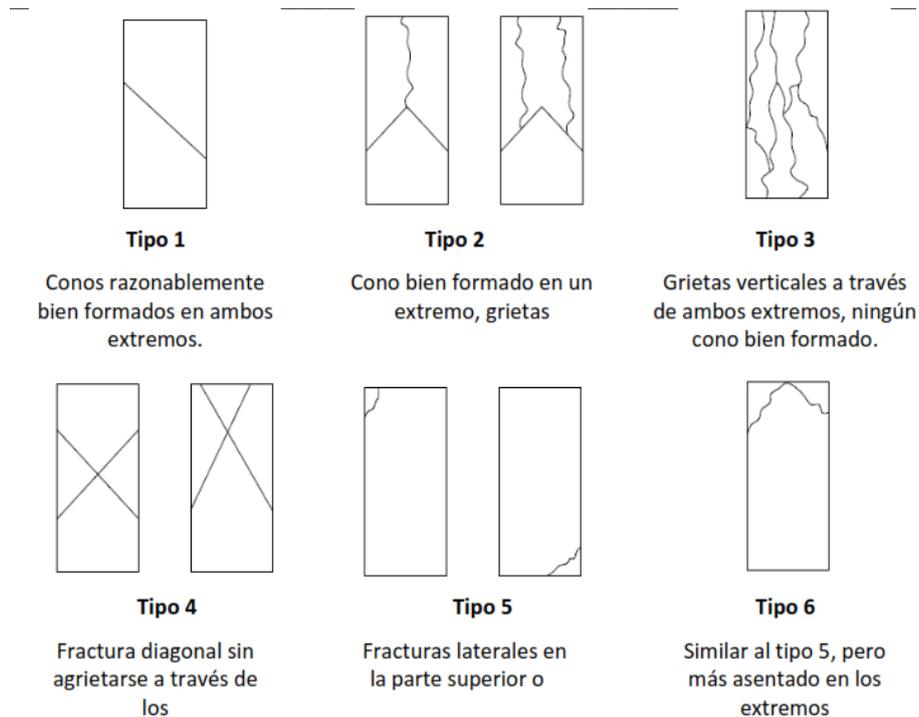
Resistencia a la compresión

El ensayo de resistencia a la compresión es un procedimiento en el cual se aplica una carga de compresión axial de manera gradual a cilindros de concreto que han sido moldeados específicamente o a extracciones diamantinas, utilizando una velocidad predeterminada dentro de un rango especificado, hasta que finalmente ocurre la falla. La resistencia a la compresión del concreto se determina al dividir la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal de la muestra.

Los resultados obtenidos de este ensayo desempeñan un papel fundamental en el control de calidad del concreto. Se emplean para verificar que el concreto cumple con las especificaciones requeridas, monitorear la eficacia de los aditivos, evaluar las proporciones y mezclas de concreto, así como para llevar a cabo otras actividades relacionadas con la calidad del concreto. Es importante que el personal encargado de realizar estos ensayos cumpla con los requisitos técnicos establecidos, lo que incluye la supervisión de un evaluador independiente durante el desarrollo del ensayo. Además, la máquina utilizada para llevar a cabo el ensayo debe tener una capacidad adecuada y ser capaz de proporcionar la velocidad de carga que se especifica en las normativas aplicables. (16)

Figura 2

Esquema de los patrones de tipos de fracturas



Nota. Tomada de ASTM C33

Resistencia a la tensión

La resistencia a la tensión del concreto suele ser muy mínima y, por lo general, no se considera en el diseño de estructuras convencionales, ya que el concreto es significativamente más resistente a la compresión que a la tensión. Sin embargo, en situaciones donde las tensiones debidas a la contracción, causada por el secado o cambios de temperatura, pueden resultar en fisuras en el concreto, la resistencia a la tensión se vuelve relevante. Esto puede ser particularmente importante en concretos que incorporan agregados livianos, ya que tienden a experimentar una mayor contracción, lo que hace que la resistencia a la tensión sea un factor a considerar en el diseño estructural.

La medición directa de la resistencia a la tensión del concreto puede ser complicada debido a los problemas para sujetar las muestras y las incertidumbres relacionadas con las tensiones secundarias generadas por los dispositivos utilizados para fijar las muestras. Para

abordar este desafío, se emplea un método indirecto en el cual la resistencia a la tensión se evalúa mediante la aplicación de una carga de compresión a un cilindro de concreto estándar. Este cilindro tiene un diámetro de 15 cm y una longitud de 30 cm, y se carga en dos puntos diametralmente opuestos a lo largo de dos líneas axiales. Para proporcionar apoyo, se utilizan listones diametrales que suelen consistir en tiras de cartón o madera laminada, con aproximadamente 3 mm de grosor y 25 mm de ancho, y que deben estar libres de imperfecciones.

La preparación y el proceso de curado de estos cilindros se llevan a cabo de manera similar al ensayo de resistencia a la compresión. La velocidad de aplicación de la carga debe estar dentro del rango de 7 a 15 kg/cm² por minuto, siguiendo los procedimientos estandarizados. La resistencia a la tensión indirecta se calcula utilizando este método con la siguiente ecuación:

$$RT = \frac{2P}{\pi LD}$$

Donde:

RT: resistencia a la tracción o tensión indirecta de un cilindro en kg/cm².

P: carga máxima aplicada en kg.

L: longitud del cilindro en cm.

D: diámetro del cilindro en cm.

(Rivera L.G., 2010, pág.131)

2.2.4.4. Peso unitario del concreto

La resistencia a la tensión del concreto suele ser muy baja y, por lo general, no se considera en el diseño de estructuras convencionales, ya que el concreto es mucho más resistente a la compresión que a la tensión. Sin embargo, en ciertos escenarios, como el agrietamiento del concreto debido a la contracción causada por el secado o las variaciones de temperatura, la resistencia a la tensión puede ser relevante y es necesario tenerla en cuenta en el diseño estructural.

Medir directamente la resistencia a la tensión del concreto puede ser complicado debido a los desafíos asociados con la sujeción de las muestras y las incertidumbres relacionadas con las tensiones secundarias inducidas por los dispositivos utilizados para fijar las muestras. Para superar esta dificultad, se emplea un método indirecto en el que se evalúa la resistencia a la tensión aplicando una carga de compresión a un cilindro estándar de concreto. Este cilindro tiene dimensiones específicas, con un diámetro de 15 cm y una longitud de 30 cm. La carga se aplica en dos puntos diametralmente opuestos a lo largo de dos líneas axiales en el cilindro. Para brindar apoyo, se utilizan listones de soporte en forma de tiras de cartón o madera laminada, con aproximadamente 3 mm de grosor y 25 mm de ancho, y deben estar libres de imperfecciones.

El proceso de preparación y curado de estos cilindros sigue procedimientos similares a los utilizados en el ensayo de resistencia a la compresión. La velocidad de aplicación de la carga debe mantenerse dentro de un rango específico, que generalmente oscila entre 7 y 15 kg/cm² por minuto. A través de este método, se calcula la resistencia a la tensión indirecta, lo que proporciona una estimación de la resistencia a la tensión del concreto en situaciones en las que medir directamente esta propiedad resulta complicado. (14)

2.2.5. Factores que afectan la resistencia del concreto

2.2.5.1. Tipo de concreto

Es claro que las características del cemento utilizado tienen un impacto significativo en la resistencia final que el concreto logra, ya que el cemento es un componente activo en las mezclas de concreto. Tanto las investigaciones como la experiencia en la construcción han confirmado una fuerte relación entre la resistencia de un tipo particular de cemento, bajo un proceso estandarizado, y la resistencia de los concretos preparados con ese cemento específico. Por lo tanto, se desaconseja la sustitución de diferentes marcas de cemento, incluso si pertenecen al mismo tipo, sin llevar a cabo una evaluación exhaustiva del posible impacto que dicho cambio podría tener en las propiedades del concreto endurecido.

La capacidad de un cemento en particular para generar resistencia depende en gran medida de su composición química. Por ejemplo, un cemento con un alto contenido de C3S

tiende a producir resistencias significativas en un período relativamente corto y genera una cantidad considerable de calor durante el proceso de endurecimiento. En contraste, un cemento con un alto contenido de C2S puede lograr resistencias elevadas, pero en un período más prolongado, con una liberación moderada de calor durante la hidratación. Esta diferencia en la composición química también influye en la resistencia del concreto a los ataques químicos.

Además de la composición química, la finura a la que se ha molido el cemento también desempeña un papel importante en las propiedades del concreto. Los cementos más finos tienden a desarrollar resistencia de manera más rápida que los cementos más gruesos, pero pueden dar lugar a una mayor contracción al endurecerse y liberar calor de hidratación de forma más intensa y rápida. Por lo tanto, la selección del tipo de cemento y su finura son consideraciones cruciales al formular mezclas de concreto para satisfacer las necesidades específicas de un proyecto. (15).

2.2.5.2. Tipo de agregados

Es frecuente observar que los concretos que incorporan agregados con superficies angulares o rugosas suelen exhibir una resistencia generalmente superior en comparación con aquellos que emplean agregados de superficies redondeadas o lisas, siempre y cuando la proporción de agua respecto al cemento sea la misma. No obstante, es relevante señalar que, para mantener la trabajabilidad del concreto, los concretos que contienen agregados angulosos pueden necesitar una cantidad ligeramente mayor de agua, y esto podría influir en la resistencia final del concreto. Por consiguiente, el tipo y la calidad de los agregados incorporados en la mezcla de concreto ejercen un impacto considerable en el desarrollo de su resistencia. (15)

2.2.5.3. Tipo de agua en la mezcla

Es generalmente aceptado que el agua adecuada para el consumo humano, que carece de color, olor y sabor notables, puede ser empleada en las mezclas de concreto. No obstante, es crítico que el agua utilizada en la elaboración del concreto esté limpia y exenta de niveles dañinos de sustancias como aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos y

otros compuestos que puedan resultar perjudiciales tanto para el concreto como para el refuerzo estructural. Es esencial destacar que en situaciones que involucran concreto preesforzado o concreto que contiene componentes de aluminio incorporados, así como en casos donde el agua proviene de la humedad natural de los agregados, se requiere especial precaución para garantizar que el agua no contenga cantidades dañinas de iones de cloro, ya que esto podría tener un impacto negativo en la durabilidad y el rendimiento del concreto.

El agua no apta para el consumo no debe ser utilizada en el concreto a menos que se cumplan las siguientes condiciones:

- La dosificación debe basarse en mezclas de concreto que utilicen agua de la misma fuente.
- Los cubos de ensayo de mortero fabricados con agua no apta para el consumo deben demostrar una resistencia a la compresión a los 7 y 28 días de edad que sea igual o superior al 90% de la resistencia a la compresión de probetas similares preparadas con agua apta para el consumo.

La comparación de los ensayos de resistencia debe llevarse a cabo utilizando morteros idénticos, excepto en lo que respecta al agua de mezcla, que debe ser preparada y ensayada de acuerdo con la normativa NTC 220. Es relevante señalar que el agua con una salinidad del 3,5% puede resultar en una disminución de la resistencia del concreto del 12% a los 28 días. Si la salinidad del agua aumenta al 5%, la reducción en la resistencia puede alcanzar el 30%. La presencia de sales en el agua puede ocasionar la oxidación del refuerzo estructural, por lo tanto, no se debe utilizar agua salina en la preparación de concreto reforzado y preesforzado para asegurar la durabilidad y el rendimiento adecuados de la estructura (15).

2.2.5.4. Tiempo, temperatura y humedad

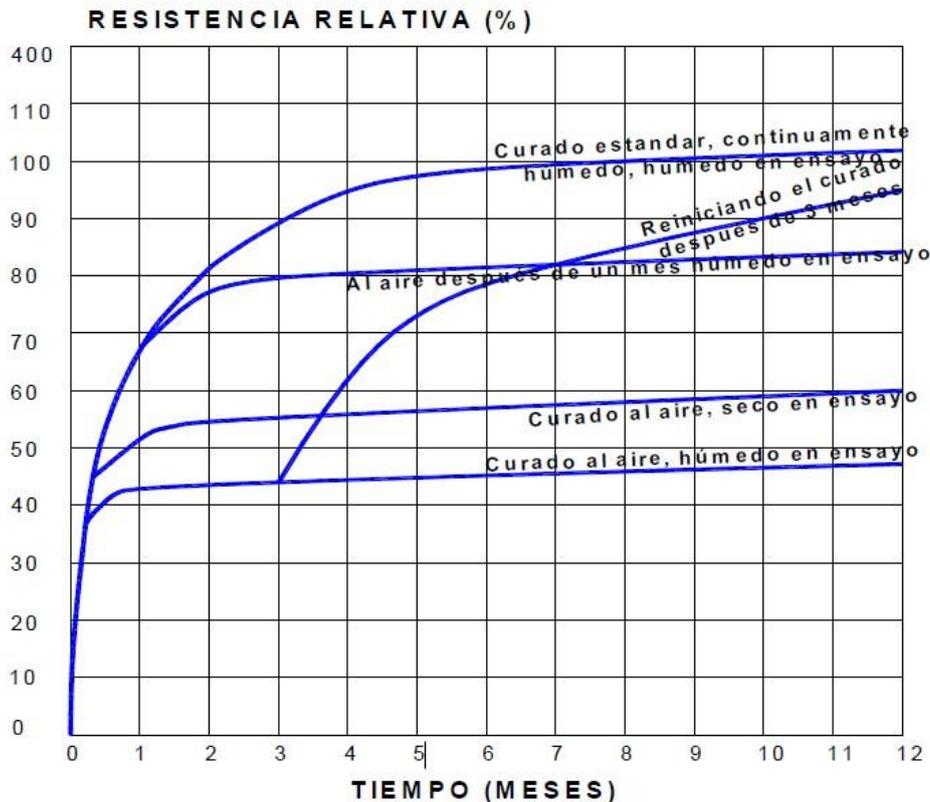
El proceso de endurecimiento del concreto se inicia cuando el agua se combina con el cemento, y gradualmente el concreto pasa de un estado plástico a uno rígido, marcando el inicio del fraguado. Durante este proceso, la temperatura puede influir de manera significativa en las reacciones químicas de hidratación del cemento, lo que, a su vez, afecta la resistencia del concreto.

Aumentar la temperatura de curado acelera las reacciones de hidratación y puede resultar en un aumento de la resistencia temprana del concreto sin afectar negativamente la resistencia a largo plazo. Sin embargo, temperaturas extremadamente altas durante la colocación y el fraguado pueden dar lugar a productos de hidratación con una estructura física de menor calidad y posiblemente más porosa, lo que podría impactar negativamente en la resistencia después de aproximadamente 7 días. Además, la exposición del concreto al aire, debido a la pérdida de humedad, puede interferir con la hidratación completa del cemento, lo que a su vez disminuirá la resistencia final del concreto. La velocidad y la magnitud de la pérdida de humedad dependen de factores como la relación entre la masa del concreto y su área superficial expuesta, así como de las condiciones ambientales de humedad.

En términos generales, un período de curado más prolongado, en mayor o menor medida, resultará en un concreto de mayor resistencia. Además, mantener una temperatura constante durante el proceso de curado puede aumentar las resistencias hasta edades cercanas a los 28 días. A temperaturas más bajas, como 10°C, la resistencia a los 28 días puede ser aproximadamente un 18% menor en comparación con una temperatura de 23°C, mientras que, a temperaturas más altas, como 35°C, la resistencia puede ser un 10% mayor. Sin embargo, es importante tener en cuenta que estos efectos pueden variar y, en condiciones de temperaturas extremas, los resultados pueden ser inversos. Por encima de aproximadamente 50°C, los efectos en la resistencia pueden ser negativos.

Figura 3

Efecto de las condiciones de humedad durante el curado y en el instante de falla sobre la resistencia a la compresión del concreto



Nota. Tomada de Rivva L.G. 2010. Pag 145-146

2.2.6. Concreto impermeable

Tienes razón en destacar que el término "concreto impermeable" puede resultar confuso, y es más preciso referirse a él como "concreto de baja permeabilidad". La permeabilidad del concreto se relaciona con su capacidad para permitir el paso de agua u otros líquidos a través de él. Esta propiedad depende tanto de la calidad del material como de la configuración de la estructura, además de factores externos como la presión del agua y la superficie en contacto.

Cuando hablamos de concreto de baja permeabilidad, nos referimos a la capacidad inherente del material para resistir la infiltración de agua. Sin embargo, como mencionaste, la eficacia de este tipo de concreto en una estructura específica depende de diversos factores, como la presión del agua y la configuración de la estructura.

Por lo tanto, es fundamental comprender que el uso de concreto de baja permeabilidad no garantiza automáticamente que una estructura sea completamente impermeable en todas las situaciones. Para lograr un rendimiento impermeable total en circunstancias particulares, se requiere una combinación de diseño y construcción adecuados de la estructura, junto con la aplicación de técnicas adicionales, como selladores y membranas impermeables. (17)

2.2.6.1. Permeabilidad

La permeabilidad hace referencia al desplazamiento de un líquido, como el agua, a través de un material poroso o una estructura cuando existe un cambio de presión. En el contexto del concreto, la permeabilidad se suele evaluar en condiciones de saturación, lo que implica que el concreto está completamente impregnado de agua. Esta característica de permeabilidad se cuantifica en unidades de medida de $m^3/(m^2 s)$, que representa la cantidad de agua que atraviesa un metro cuadrado de material en un segundo. (17)

2.2.7. Aditivos

Los aditivos en el concreto son sustancias distintas al agua, los agregados, el cemento hidráulico y las adiciones que se mezclan justo antes o durante el proceso de mezclado. Su función principal es alterar las propiedades del concreto para que se ajusten mejor a las condiciones de trabajo o para lograr características específicas. Estos aditivos pueden contribuir a mejorar la trabajabilidad, la resistencia, la durabilidad o a reducir los costos de producción del concreto.

Es relevante destacar que la utilización de aditivos en el concreto debe cumplir con requisitos y regulaciones específicas, tanto de acuerdo con normativas particulares como con las especificaciones técnicas del proyecto en cuestión. Los aditivos no deben emplearse para modificar el contenido de cemento en la mezcla, y la cantidad adecuada debe seleccionarse considerando las recomendaciones del fabricante, las propiedades deseadas del concreto, las condiciones ambientales, el método de colocación y los resultados de ensayos de laboratorio y de obra.

Además, es esencial que los aditivos empleados en la obra sean coherentes en composición, tipo y marca con aquellos utilizados durante la fase de selección de las

proporciones de la mezcla de concreto, con el fin de asegurar resultados consistentes y previsibles. (15)

2.2.7.1. Clasificación de los aditivos

La norma ASTM C 494 "Chemical Admixtures for Concrete", distingue siete tipos:

TIPO A	Reductor de Agua
TIPO B	Retardador de Fraguado
TIPO C	Acelerador de Fraguado
TIPO D	Reductor de agua y Retardador.
TIPO E	Reductor de Agua y Acelerador.
TIPO F	Reductor de Agua de Alto Efecto.
TIPO G	Reductor de Agua de Alto Efecto y Retardador

Fuente: (15)

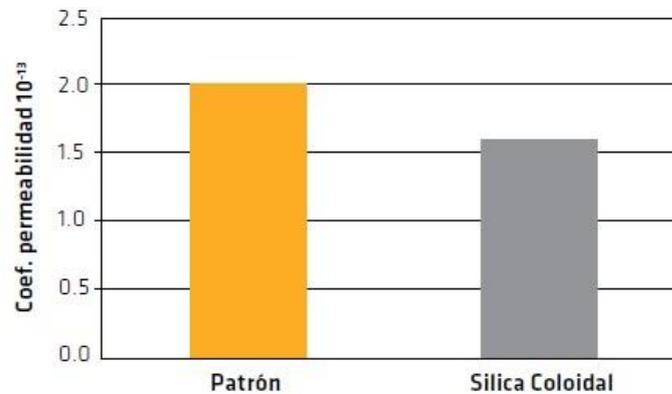
2.2.7.2. Aditivos impermeabilizantes

Los aditivos impermeabilizantes desempeñan un papel crucial en la protección y durabilidad de las estructuras, ya que no solo se utilizan para prevenir la entrada o salida de agua, sino que también ayudan a evitar otros problemas como eflorescencias, corrosión del acero de refuerzo, carbonatación y daños causados por ciclos de hielo y deshielo. Estos aditivos resultan especialmente beneficiosos en estructuras que estarán en contacto con el agua o en las que se almacenan líquidos, como tanques, estructuras subterráneas, túneles, presas, puentes, muros de contención, entre otras.

La inclusión de aditivos impermeabilizantes desempeña un papel significativo en la prolongación de la vida útil del concreto reforzado y garantiza que el agua permanezca o fluya donde debe hacerlo, lo cual es fundamental para la integridad y la seguridad de las estructuras. El enfoque modificado europeo mencionado en el informe del ACI 212 constituye una forma de evaluar y medir la eficacia de estos aditivos en la reducción de la permeabilidad del concreto. En consecuencia, los aditivos impermeabilizantes pueden tener un impacto positivo en la disminución de la permeabilidad y, por lo tanto, en la salvaguardia de las estructuras de concreto contra problemas asociados con la humedad y el agua. (15)

Figura 4

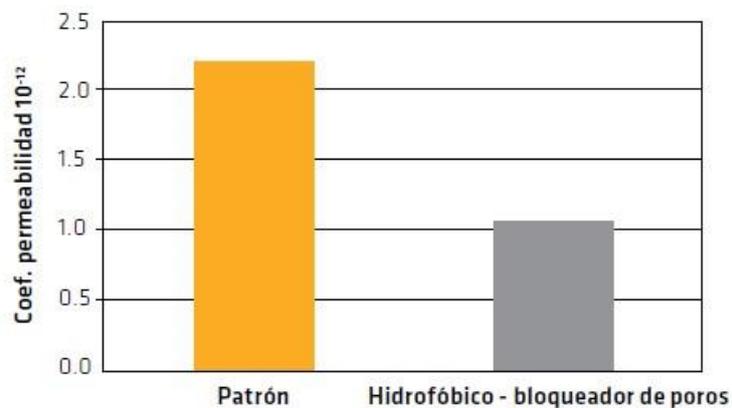
Efecto de la adición de sílica coloidal en un concreto con un coeficiente de permeabilidad de $1 \times 10^{-13} \text{m/s}$



Nota. Tomada de Hermida G., 2014. Pag.20

Figura 5

Efecto de la adición de un aditivo hidrofóbico en un concreto con un coeficiente de permeabilidad de $1 \times 10^{-12} \text{m/s}$



Nota. Tomada de Hermida G., 2014. Pag.20

2.2.7.3. Aditivo sika -1

Los aditivos Sika-1 o Sika Lite despliegan un efecto sumamente provechoso en el proceso de impermeabilización de morteros y concretos, y su acción puede desglosarse en tres componentes primordiales:

- Generación de sólidos que obstruyen la porosidad interna de la pasta: Estos aditivos llevan a cabo una reacción con los hidratos del cemento, tales como el CH (hidróxido de calcio) y el CSH (silicato de calcio hidratado), generando compuestos sólidos

adicionales. Estos sólidos llenan los poros internos y tapan la porosidad del material, lo que reduce la capacidad de absorción de agua.

- Generación de oleatos que saturan la solución capilar: Los aditivos también inducen la formación de oleatos, que saturan la solución capilar presente en el concreto o mortero y precipitan en los poros. Esto contribuye a la disminución de la permeabilidad del material y previene la infiltración de agua.
- Generación de aire: La incorporación de aire en la mezcla interrumpe la creación de capilares que podrían servir de vía de ingreso para el líquido. Esto elimina los canales por donde el líquido podría ingresar en el futuro, lo que potencia la impermeabilidad del concreto o mortero. (17)

Figura 6

Efecto del Sika®-1 diluido a (1:5, 1:7.5 y 1:10 - Sika®-1: Agua)

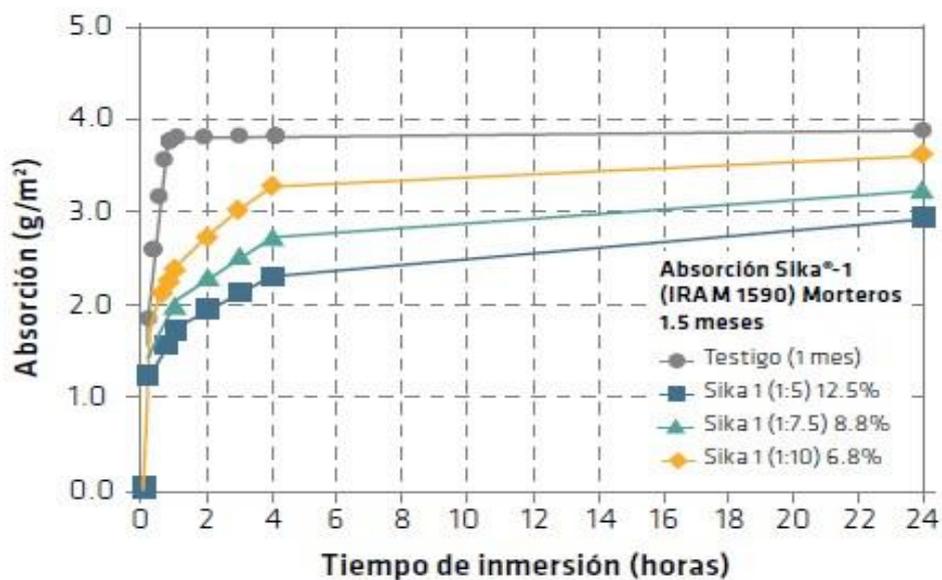
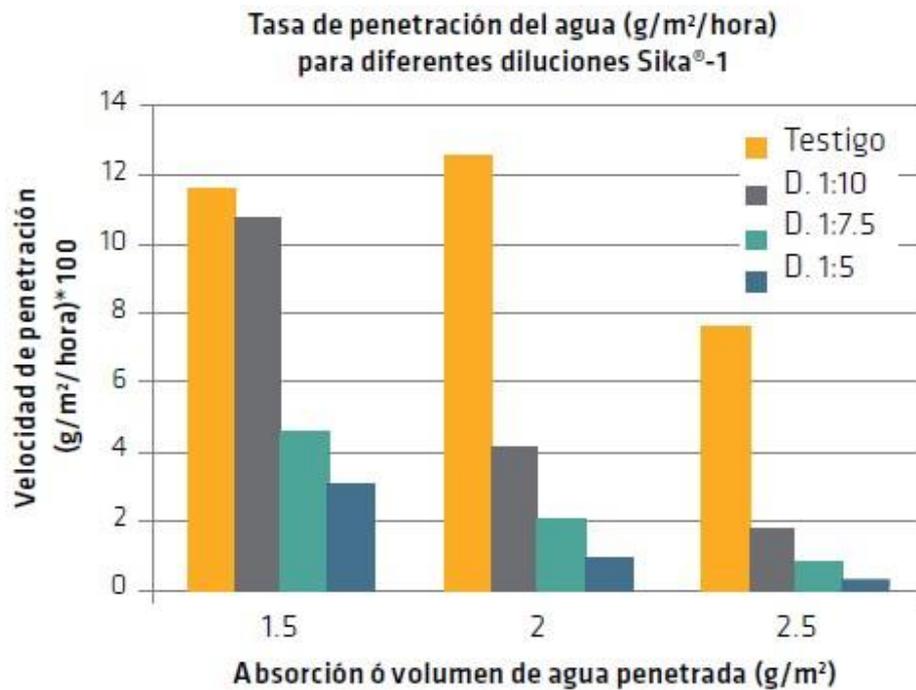


Figura 7

Efecto del Sika®-1 diluido a (1:5, 1:7.5 y 1:10- Sika®-1: Agua) con un A/C =0.75.



Nota. Tomada de Hermida G., 2014. Pag.21

2.2.8. Ecuación de valenta oldrich

La presencia de agua en los poros abiertos de un material dentro de estructuras, particularmente en condiciones de exposición severa, tiende a ejercer un efecto adverso en las características y el desempeño a largo plazo de dicho material. El contenido de agua en un material surge de las fluctuaciones continuas entre la ganancia y la pérdida de agua a lo largo del tiempo, y es de suma importancia analizar estas variaciones en relación con factores externos que puedan ser perjudiciales o agresivos.

Existen dos casos principales a considerar en relación con la presencia de agua en un material poroso:

1. Flujo inestable de agua a través de un cuerpo poroso: Esta es la situación más frecuente, en la que el agua se introduce en el material desde su superficie. Aquí, la altura del nivel de agua suele mantenerse constante, pero la profundidad de penetración y, en consecuencia, la velocidad de absorción de agua puede experimentar cambios con el tiempo. Este tipo de flujo de agua a través de un material

poroso puede tener un impacto perjudicial en las propiedades de aislamiento del material y puede desencadenar problemas como la acción del hielo-deshielo o la acción de sales corrosivas.

2. Flujo constante de agua a través de un cuerpo poroso: Este escenario se refiere a la corriente constante de agua que atraviesa un material poroso, como suele ocurrir en las paredes de galerías, túneles u otras estructuras similares. Por lo general, esta corriente de agua constante sigue un período en el que el agua penetra gradualmente a través del espesor del material. El flujo constante de agua a través de un material poroso puede plantear desafíos significativos en cuanto a la durabilidad y la integridad de la estructura.

Para ambos casos, es necesario conocer el coeficiente de permeabilidad k en la ley darcy.

$$V = KI = K \frac{Hr}{X} \times 100$$

donde:

Hr: presión.

x: profundidad de penetración de agua.

Nota: Todas las pruebas de laboratorio de permeabilidad deben conducir a esta característica física para el sistema de poro abierto continuo necesario para estudios y diseño.

En el caso de un estado inestable de flujo:

$$V = K \frac{Hr}{X} \quad , \quad dx = V dt \quad , \quad x^2 = 2K Hr t$$

$$K = \frac{X^2 P}{2Hrt}$$

Para cualquier Hr. Xy t deben medirse para el cálculo de K, en el caso de un estado estable de flujo:

$$V = K \frac{Hr}{L} \quad , \quad Q = fV \quad , \quad \frac{Q}{f} = K \frac{Hr}{L}$$

$$K = \frac{QL}{f Hr}$$

Donde:

Q: Caudal.

F: sección del flujo.

L: espesor de la música.

La presencia de agua en los poros abiertos de un material dentro de estructuras, particularmente en condiciones de exposición severa, tiende a ejercer un efecto adverso en las características y el desempeño a largo plazo de dicho material. El contenido de agua en un material surge de las fluctuaciones continuas entre la ganancia y la pérdida de agua a lo largo del tiempo, y es de suma importancia analizar estas variaciones en relación con factores externos que puedan ser perjudiciales o agresivos.

Existen dos casos principales a considerar en relación con la presencia de agua en un material poroso:

1. Flujo inestable de agua a través de un cuerpo poroso: Esta es la situación más frecuente, en la que el agua se introduce en el material desde su superficie. Aquí, la altura del nivel de agua suele mantenerse constante, pero la profundidad de penetración y, en consecuencia, la velocidad de absorción de agua puede experimentar cambios con el tiempo. Este tipo de flujo de agua a través de un material poroso puede tener un impacto perjudicial en las propiedades de aislamiento del material y puede desencadenar problemas como la acción del hielo-deshielo o la acción de sales corrosivas.
2. Flujo constante de agua a través de un cuerpo poroso: Este escenario se refiere a la corriente constante de agua que atraviesa un material poroso, como suele ocurrir en las paredes de galerías, túneles u otras estructuras similares. Por lo general, esta corriente de agua constante sigue un período en el que el agua penetra gradualmente a través del espesor del material. El flujo constante de agua a través de un material

poroso puede plantear desafíos significativos en cuanto a la durabilidad y la integridad de la estructura.

La presencia de agua en los poros abiertos de un material dentro de estructuras, particularmente en condiciones de exposición severa, tiende a ejercer un efecto adverso en las características y el desempeño a largo plazo de dicho material. El contenido de agua en un material surge de las fluctuaciones continuas entre la ganancia y la pérdida de agua a lo largo del tiempo, y es de suma importancia analizar estas variaciones en relación con factores externos que puedan ser perjudiciales o agresivos. Existen dos casos principales a considerar en relación con la presencia de agua en un material poroso: Flujo inestable de agua a través de un cuerpo poroso: Esta es la situación más frecuente, en la que el agua se introduce en el material desde su superficie. Aquí, la altura del nivel de agua suele mantenerse constante, pero la profundidad de penetración y, en consecuencia, la velocidad de absorción de agua puede experimentar cambios con el tiempo. Este tipo de flujo de agua a través de un material poroso puede tener un impacto perjudicial en las propiedades de aislamiento del material y puede desencadenar problemas como la acción del hielo-deshielo o la acción de sales corrosivas. Flujo constante de agua a través de un cuerpo poroso: Este escenario se refiere a la corriente constante de agua que atraviesa un material poroso, como suele ocurrir en las paredes de galerías, túneles u otras estructuras similares. Por lo general, esta corriente de agua constante sigue un período en el que el agua penetra gradualmente a través del espesor del material. El flujo constante de agua a través de un material poroso puede plantear desafíos significativos en cuanto a la durabilidad y la integridad de la estructura.

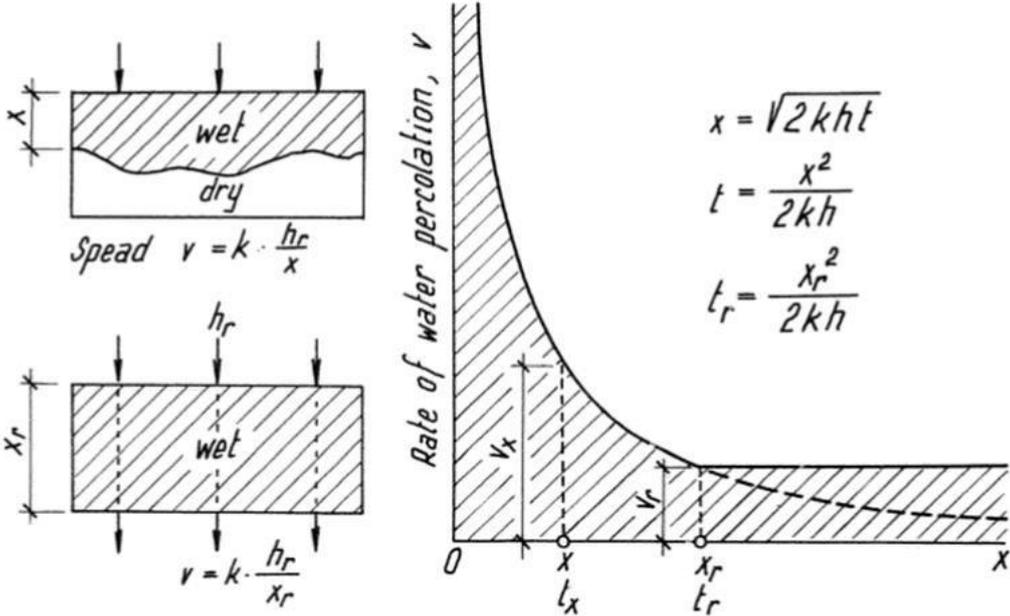
La existencia de agua en los poros abiertos de un material en estructuras, especialmente en condiciones de exposición severa, tiende a tener un efecto desfavorable en las características y el comportamiento a largo plazo de dicho material. El contenido de agua en un material resulta de las fluctuaciones continuas entre la ganancia y pérdida de agua a lo largo del tiempo, y es de suma importancia evaluar estas variaciones en relación con factores externos que puedan ser perjudiciales o agresivos.

Existen dos situaciones fundamentales que deben ser tomadas en consideración en relación con la presencia de agua en un material poroso:

1. Flujo inestable de agua a través de un cuerpo poroso: Esta es la circunstancia más común, en la que el agua penetra en el material desde su superficie. En este caso, la altura del nivel de agua generalmente se mantiene constante, pero la profundidad de penetración y, por lo tanto, la tasa de absorción de agua puede variar con el tiempo. Este tipo de flujo de agua a través de un material poroso puede tener un efecto perjudicial en las propiedades de aislamiento del material y puede desencadenar problemas como la acción del hielo-deshielo o la acción de sales corrosivas.
2. Flujo constante de agua a través de un cuerpo poroso: Este escenario se refiere al flujo constante de agua que atraviesa un material poroso, como suele ocurrir en las paredes de galerías, túneles u otras estructuras similares. Por lo general, este flujo constante de agua está precedido por un período en el que el agua penetra gradualmente a través del espesor del material. El flujo constante de agua a través de un material poroso puede plantear desafíos significativos en términos de la durabilidad y la integridad de la estructura

Figura 8

Flujo de agua continuo y no derivado a través de poros de material.



Nota. Mechanics and kinetics of water permeation into materials, its factors and their determination –
Valenta Oldrich

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método de la investigación

La investigación experimental es aquella que se lleva a cabo manteniendo una serie de variables de control constantes, mientras el resto se miden como sujetos del experimento (18)

La presente investigación se basa en los diferentes diseños de mezclas en la cual se determinó la adecuada dosificación del aditivo impermeabilizante SIKÁ -1, para así determinar el grado de impermeabilización y una resistencia a la compresión del concreto aceptable para un diseño de mezcla aplicado en una cisterna.

3.1.2. Tipo de la investigación

En el enfoque cuantitativo, la calidad de una investigación se relaciona con el grado en que apliquemos el diseño tal como fue concebido (particularmente en el caso de los experimentos) Desde luego, en cualquier tipo de investigación el diseño de debe de ajustar por contingencias o cambios en la situación (19 pág. 128)

En esta investigación se aplicaron los conocimientos en diseños de mezclas con métodos conocidos y comprobados, conocimientos de los diferentes ensayos de laboratorio como son: ensayo de granulometría, ensayo a la compresión del concreto ensayo de

diamantina esto en el estado endurecido del concreto y en el estado fresco, a través del ensayo de consistencia (cono de Abrams).

3.1.3. Nivel de investigación

La diferencia entre los niveles de investigación experimental radica, fundamentalmente, en el grado de control de las variables extrañas o interferentes. En las investigaciones experimentales propiamente dichas en control de las variables extrañas es total, es decir, es al 100%. (20 pág. 189).

En esta investigación se busca la correcta dosificación del concreto con la adición del aditivo Sika -1 y encontrar un óptimo diseño de mezcla y alcanzar un grado de permeabilidad bajo y una resistencia alta del concreto en la construcción de una cisterna.

3.2. Diseño de la investigación

Una vez que se precisó el planteamiento del problema, se definió el alcance inicial de la investigación y se formularon las hipótesis, la investigación debe visualizar la manera práctica y concreta de contestar las preguntas de investigación, además de cumplir con los objetivos fijados. Esto implica seleccionar o desarrollar uno o más diseños de investigación y aplicarlos al contexto particular de su estudio. (19 pág. 128).

Esta investigación es de tipo experimental cuantitativa porque se aplicó las variables experimentales no comprobadas de manera controlada, basada en conocimientos existentes, sobre las propiedades de resistencia mecánica y permeabilidad en especímenes de concreto.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población es un conjunto infinito o finito de sujetos con características similares o comunes entre sí (7).

En esta investigación la población está compuesta por elementos de concreto simple con distintas proporciones de aditivo Sika -1 y así determinar la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto.

3.3.2. Muestra

La muestra es, en definitiva, un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. En efecto, raras veces es posible medir a toda la población, por lo que seleccionamos una muestra (8 pág. 175).

Para esta investigación la muestra fue compuesta por una cisterna de 1.50mx1.50mx1.50m (BxHxL) la cual fue construido con fines de investigación porque se realizó un ensayo destructivo la cual es la diamantina y así constatar las pruebas de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto in situ, también compuesta por las briquetas o testigos de concreto con las diferentes adiciones de aditivo las cuales se rompieron a diferentes edades y son a los 7, 14, 21 y 28 días para determinar su incremento de resistencia y permeabilidad.

3.4. Materiales y métodos

3.4.1. Ubicación de la cantera de agregados

Los agregados a utilizar en la presente investigación fueron proporcionados por la cantera “piedra azul” de la cual se extrajo la piedra chanca (agregado grueso) y arena (agregado fino) la cual está ubicado a 11 km de la ciudad de Juliaca en las coordenadas siguientes:

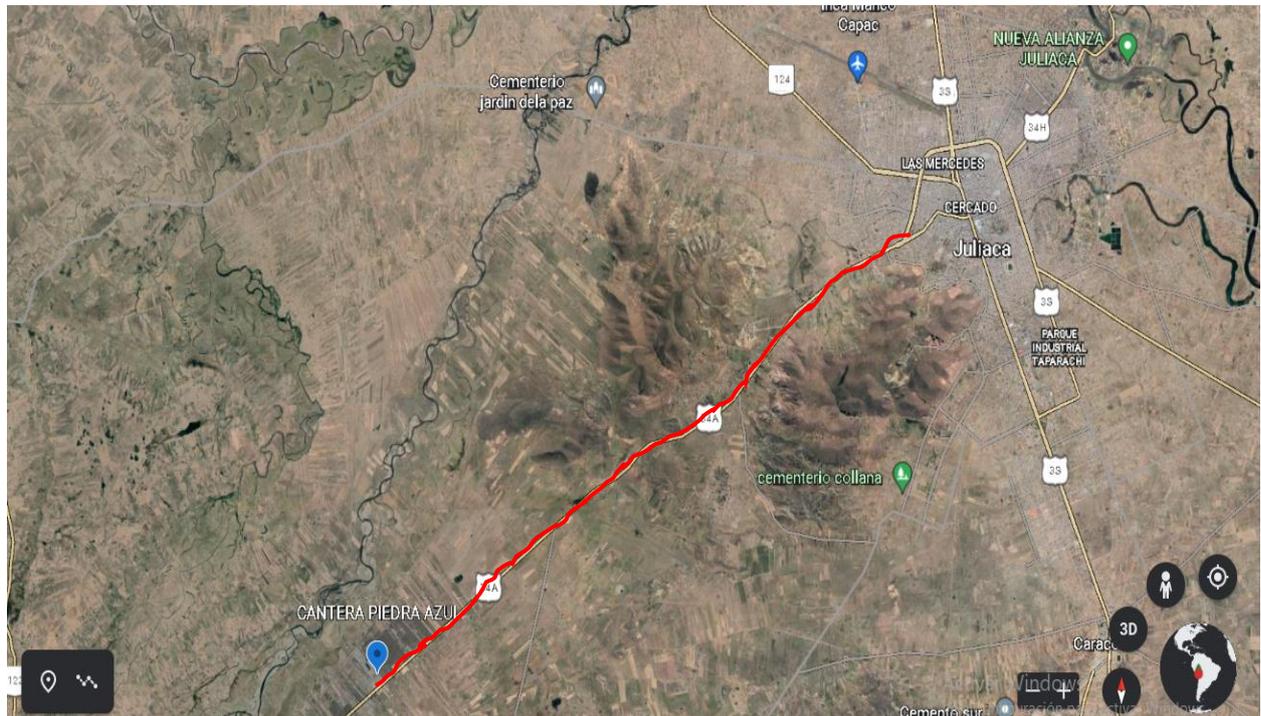
Tabla 5

Coordenadas de ubicación

Cantera	Este	Norte	Altitud
Piedra Azul	364817.00 m	8277607.00m	3860 m.s.n.m

Figura 9

Ubicación de la cantera “piedra azul”. Fuente: google Earth (2016).



Nota. Tomada de google Earth (2016).

3.4.2. Selección de muestras del agregado fino y grueso

Para la selección de las muestras de agregado grueso y fino se utiliza un método aleatorio según la norma ASTM D75 (es la práctica que cubre el muestreo del agregado grueso y el agregado fino),

- Para la selección del agregado grueso se tomó 3 muestras del montículo una superior, intermedia e inferior.
- Para la selección del agregado fino se tomó 3 muestras del montículo una superior, intermedia e inferior

3.4.3. Estudio de las características físicas de los agregados

La arena se trasladó una distancia de 14 km, en volquete las cual partió desde Arequipa hasta Juliaca.

Enseguida se procedió a realizar los siguientes ensayos:

- Toma de muestra del agregado fino (arena) y agregado grueso (piedra chancada) mediante el método del cuarteo de la norma (ASTM D-75)

- Análisis granulométrico de los agregados para determinar: tamaño máximo nominal, porcentaje de finos, módulo de fineza según la norma (ASTM C33 o NTP4 400.037).

3.4.4. Análisis granulométrico de los agregados

3.4.4.1. Granulometría del agregado fino

Según ASTM C33, NTP400.037, tiene que tomarse en cuenta la relación entre el agua y la cantidad de cemento, mucho dependerá a que obra se aplicará ya que de acuerdo a eso se pondrá la cantidad de arena fina una cantidad y otra cantidad de arena gruesa, para economizar mucho dependerá del cemento y agua.

La granulometría de los agregados finos de acuerdo con las normas ASTM C 33 y NTP400.037, es generalmente satisfactoria para la mayoría de los concretos.

3.4.4.2. Granulometría del agregado grueso

Según las normas ASTM C 33 y NTP400.037, esta granulometría permitirá dar densidad al concreto, es importante colocar el cemento y agua adecuado para la mezcla.

3.4.5. Análisis granulométrico de los agregados

Los métodos de prueba actualmente en uso se refieren a la determinación de la distribución granulométrica de agregados finos y gruesos mediante cribado de acuerdo con las normas establecidas en la norma ASTM C136. Algunas especificaciones de agregados que se aplican a este método incluyen requisitos de clasificación que incluyen secciones de agregado grueso y fino. Se incluyen instrucciones para dimensionar las partículas de agregado.

3.4.5.1. Tamaño máximo nominal del agregado grueso

El tamaño nominal máximo es otro parámetro derivado del análisis granulométrico y se define en la norma NTP 400.037 como la siguiente apertura de malla (la más grande) con un porcentaje de retención acumulada de 15% o más. La mayoría de las especificaciones de tamaño de partículas se basan en un tamaño máximo nominal y generalmente se especifican de manera que el agregado cumpla con los siguientes requisitos. El tamaño nominal máximo de la unidad de prueba es 3/4 de pulgada.

3.4.5.2. Módulo de fineza del agregado fino

El módulo de finura se calcula sumando los porcentajes de retención acumulados de los tamices estándar (que se muestran a continuación) y dividiendo la suma por 100. Los cambios significativos en el tamaño de las partículas de arena afectan significativamente los requisitos de agua y, por lo tanto, la trabajabilidad de la arena y la grava. Por lo tanto, si el tamaño de las partículas de arena cambia significativamente, el contenido de cemento y agua debe ajustarse para mantener la resistencia del concreto. Para evitar volver a calcular la dosis de concreto, el módulo de finura de los agregados finos no debe cambiar en más de $\pm 0,2$ entre lotes sucesivos. Tamices especificados para determinar el módulo de finura son: No. 100, No. 50, No. 30, No. 16, No. 8, No. 4, 3/8", 3/4", 1 1/2", 3" y el módulo de finura será:

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ret. acum. (3"+1 1/2" + 3/8" + N°4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}}{100}$$

3.4.6. Contenido de humedad

3.4.6.1. Fórmula para la determinación del contenido de humedad

Para el cálculo del contenido de humedad se realizó mediante la siguiente fórmula a continuación:

$$w\% = \frac{Ps - Ph}{Ph} \times 100$$

donde:

w%: contenido de humedad (%)

Ps: masa inicial de la muestra o muestra humedad

Ph: masa final de la muestra seca

Procedimiento

- Para determinar el contenido de humedad W% del agregado fino y agregado grueso, se realizó los procedimientos establecidos en la norma ASTM D2216.
- Se Seleccionó una muestra representativa por cuarteo.
- Se determinó la masa de la muestra.
- En un recipiente, se anotó su identificación y determino su peso.
- Se pesó la muestra húmeda más el recipiente que lo contiene.

3.4.7. *Peso específico y absorción del agregado grueso y fino*

3.4.7.1. **Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso**

La muestra a utilizar debe rechazar todo el material que pase por la criba No. 4 limpiando o eliminando todo el polvo u otros recubrimientos de la superficie. Si el material contiene una gran cantidad de árido fino, tamiz no. 4 se utiliza el tamiz no. 8 en su lugar.

Procedimientos

- Se lavó la muestra hasta eliminar el polvo, luego se secó en el horno.
- Se esperó que enfié hasta una temperatura cómoda al tacto y que la muestra tenga un peso constante.
- Se dejó la muestra en agua por un par de horas, luego de ello se secó partículas sobre una tela, hasta eliminar el agua superficial, en esto obtuvo el estado saturado superficialmente seco (SSS).
- Se determinó la masa de la muestra en el aire en su estado SSS.
- Se colocó la muestra en el interior de la canastilla metálica y se determinó su peso sumergido en agua.
- Después de ello se colocó la muestra en el horno y se deja reposar por 24 horas, luego se retiró y se dejó enfriar.

Fórmulas

Peso específico de masa: $Pe = \frac{A}{B-C}$

Peso específico saturado superficialmente seco: $Pe(sss) = \frac{A}{B-C}$

Peso específico aparente: $Pe = \frac{A}{B-C}$

Absorción: $A\% = \frac{A}{B-C} \times 100$

Donde:

A: Peso seco en el aire

B: Peso de la muestra saturada superficialmente seco

C: Peso de la muestra en el agua

3.4.7.2. Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino

Procedimientos

- Se seleccionó por cuarteo 1kg de muestra y se llevó en el horno, luego se dejó enfriar a una temperatura cómoda al tacto, una vez seca se repite el proceso hasta tener un peso constante.
- Se cubrió a la muestra completamente con agua, por 24hrs.
- Terminando se decantó la muestra evitando la pérdida de finos, luego de ello se secó su superficie con una moderada corriente de aire caliente, para asegurarnos de ello, se hizo la prueba del cono, llenándolo y dándole 25 golpes. Luego se introdujo la muestra en el picnómetro de 500g del agregado fino

Fórmulas

Peso específico de masa: $Pe = \frac{W_o}{V-V_a}$

Peso específico de masa saturada de superficie seca: $Pe = \frac{500}{V-V_a}$

Peso específico aparente: $Pe = \frac{W_o}{(V-V_a)-(500-W_o)}$

Absorción: $A\% = \left(\frac{500-W_o}{W_o}\right) \times 100$

Donde:

Wo: Peso de aire de la muestra secada

V: Volumen del frasco

Va: Peso del agua añadida al frasco

3.4.8. *Peso unitario suelto del agregado fino y grueso*

Procedimientos

- Se seleccionó una muestra representativa por cuarteo del agregado a ensayar (grava o arena).
- La muestra debe estar previamente seca (secada al horno) a una temperatura constante de 110°C.
- Se pesó el recipiente volumétrico.
- Se depositó el material en el recipiente procurando efectuar esta operación con ayuda de un recipiente volumétrico pequeño, utilizando una altura constante.
- Una vez llenado el recipiente se enrasa, tomando en cuenta para realizar esta operación cuando el material es grava utilizamos los dedos de la mano y en el caso de la arena nos auxiliamos de un enrazado, y finalmente se pesó el recipiente con el material.

Fórmulas

Se representa mediante la siguiente fórmula:

$$P_{us} = \frac{(\text{peso material} + \text{recipiente}) - (\text{peso recipiente})}{\text{volumen recipiente}}$$

Donde:

P_{us}: Peso unitario suelto

3.4.9. *Peso unitario compactado del agregado fino y grueso*

Procedimientos

Fórmulas

Se representa mediante la siguiente fórmula:

$$P_{uc} = \frac{(\text{peso material} + \text{recipiente}) - (\text{peso recipiente})}{\text{volumen recipiente}}$$

Donde:

P_{uc}: Peso unitario compactado

3.5. Materiales complementarios

- Se seleccionó una muestra representativa por cuarteo del agregado a ensayar (Grava o Arena).
- La muestra debe estar previamente seca (Secada al Horno) a una temperatura constante de 110 ± 5 °C.
- Se pesó el recipiente volumétrico.
- Se depositó el material en el recipiente en tres capas procurando efectuar esta operación a una altura constante.
- Esta operación se realizó hasta 1/3 de la capacidad del recipiente aplicándole 25 golpes con ayuda de la varilla, distribuida en toda el área.
- Una vez llenado el recipiente habiéndole aplicado los 25 golpes a la última capa, se enraza, tomando en cuenta para realizar esta operación si el material fuese grava utilizamos los dedos de la mano y en el caso de la arena nos auxiliamos de un enrazado.
- Finalmente se pesó el recipiente con el material

3.5.1. Agua

El agua que se utilizó en la elaboración del concreto para esta investigación fue de la red pública, apta para el consumo humano (agua potable), libre de sustancias como aceites, ácidos, sustancias alcalinas y materias orgánicas, por lo cual cumple los requisitos de calidad para la elaboración y curado del concreto indicado en la norma NTP 339.088.

3.5.2. Cemento

Para la investigación se usó el cemento Portland Tipo I de Cementos rumi, que es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales.

3.5.3. Aditivo

El aditivo utilizado en la preparación de la mezcla es “Sika 1”, un aditivo impermeabilizante de material inorgánico coloidal en base agua que bloquea los poros y capilares del hormigón o mortero al incorporarse.

3.6. Diseño de mezcla

3.6.1. Consideraciones para el diseño de mezcla

Es importante saber que se ha trabajado mucho sobre los aspectos teóricos del diseño de mezclas de concreto; Generalmente se acepta que el diseño de mezclas es un procedimiento empírico y existen varios métodos de diseño. En este estudio utilizamos el método del módulo de finura para la combinación de agregados porque este método proporciona cantidades similares de agregados finos y gruesos, proporcionando una dosis fresca adecuada que mejora la trabajabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

3.6.1.1. Trabajabilidad

Es importante que el hormigón esté diseñado para que sea lo suficientemente trabajable para ser vertido, esto depende principalmente de las características y propiedades del árido y de la calidad del cemento. Para una trabajabilidad óptima se deben evitar los perfiles de grava o arena.

3.6.1.2. Resistencia

La resistencia a la compresión del hormigón está diseñada para $f'c=280\text{kg/cm}^2$, porque es la más utilizada en varios tipos de edificios en nuestras ciudades. Se realizaron todos los procedimientos apropiados de colocación, sellado de acabado, protección y curado para lograr esta resistencia.

3.6.1.3. Consistencia

Para el diseño de mezcla del concreto de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$, se consideró que el concreto no endurecido, cumpla con una consistencia plástica (asentamiento de 3" – 4").

3.6.2. Propiedades de los materiales para el diseño de mezcla

3.6.2.1. Propiedades del agregado fino

Las propiedades del agregado fino de la cantera piedra zul cumplen con la norma NTP 400.037.

- Contenido de humedad: 4.49%
- Absorción: 4.41%
- Módulo de fineza: 3.42%
- Peso unitario suelto seco: 1.560 gr/cm²
- Peso unitario compactado seco: 1.672 gr/cm²
- Peso específico de masa: 2.54 gr /cm²



3.6.2.2. Propiedades del agregado grueso

las propiedades del agregado fino de la cantera piedra azul cumplen con la norma NTP 400.037.

- Tamaño máximo nominal: 3/4"
- Contenido de humedad: 0.63%
- Absorción: 1.96%
- Peso unitario suelto seco: 1.308 gr/cm²
- Peso unitario compactado seco: 1.465 gr/cm²
- Peso específico de masa: 2.62 gr/cm²
- Perfil: angular _____

3.6.2.3. Propiedades del cemento

Las propiedades del cemento cumplen con la norma ASTM C150 y NTP 334.009.

- Tipo: Cemento portland tipo I
- Marca: Cementos rumi
- Peso Específico: 3.13 gr/cm³

3.6.2.4. Propiedades del aditivo usado

- Marca: SIKA
- Nombre: SIKA -1
- Tipo: impermeabilizante
- Densidad: 1.00kg/lt

3.6.3. Procedimiento para seleccionar las propiedades de la mezcla – método de finura de la combinación de agregados

Los métodos de diseño de mezclas de concreto incluyen métodos experimentales y métodos de análisis empíricos, todos los cuales se han desarrollado en procedimientos que satisfacen las necesidades del proyecto, y se han ejecutado algunas pautas estandarizadas para adaptarse a las propiedades del concreto.

3.6.4. Proceso para el diseño de mezclas de concreto

- Tamaño máximo nominal: 3/4"
- Contenido de humedad: 0.63%
- Absorción: 1.96%
- Peso unitario suelto seco: 1.308 gr/cm²
- Peso unitario compactado seco: 1.465 gr/cm²
- Peso específico de masa: 2.62 gr/cm²
- Perfil: angular
- Tipo: Cemento portland tipo I
- Marca: Cementos rumi
- Peso Especifico: 3.13 gr/cm³
- Estudio de las especificaciones requeridas.
- Definición de la resistencia promedio a Compresión
- Elección del asentamiento
- Determinación tamaño máximo nominal del agregado (TMN)
- Estimación cantidad de aire
- Estimación contenida de agua
- Estimación de la relación agua/cemento
- Determinación de material cementante
- Determinación del módulo de fineza de la combinación de agregados
- Determinación de agregado grueso

3.6.5. Dosificación de materiales corregidos por humedad del agregado

Según el cálculo de las proporciones del diseño patrón los materiales a utilizar ya corregidos por humedad son los siguientes:

Tabla 6*Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm² con 0% de aditivo*

material	peso por m ³	% de incidencia	peso por brique ^a (kg)	16	peso por brique ^a s (kg)
cimento	439.91	18.8420	2.7980		44.77
agua	215.26	9.2196	1.3691		21.91
a.f	856.96	36.7046	5.4506		87.21
a.g	822.62	35.2337	5.2322		83.72
aditivo	0.000	0.0000	0.0000		0.00

Nota. Elaboración propia

* proporciones de diseño:	1	1.9	1.9	21
---------------------------	---	-----	-----	----

El cálculo para el diseño patrón con 2% de aditivo, que se tiene que proporcionar ya corregidos por humedad y resistencia son:

Tabla 7*Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm² con 2% de aditivo*

material	peso por m ³	% de incidencia	peso por brique ^a (kg)	16	peso por brique ^a s (kg)
cimento	439.91	18.9701	2.8171		45.07
agua	215.27	9.2831	1.3785		22.06
a.f	832.38	35.8941	5.3303		85.28
a.g	822.62	35.4732	5.2678		84.28
aditivo	8.798	0.3794	0.0563		0.90

Nota. Elaboración propia

El cálculo para el diseño patrón con 3% de aditivo, que se tiene que proporcionar ya corregidos por humedad y resistencia son:

Tabla 8*Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm² con 3% de aditivo*

material	peso por m ³	% de incidencia	peso por brique ^a (kg)	16	peso por brique ^a s (kg)
cimento	439.91	19.0348	2.8267		45.23
agua	215.28	9.3152	1.3833		22.13
a.f	820.09	35.4848	5.2695		84.31
a.g	822.62	35.5942	5.2857		84.57
aditivo	13.197	0.5710	0.0848		1.357

Nota. Elaboración propia

El cálculo para el diseño patrón con 4% de aditivo, que se tiene que proporcionar ya corregidos por humedad y resistencia son:

Tabla 9

Cantidad de elementos para un concreto $f'c=280$ kg/cm² con 4% de aditivo

material	peso por m ³	% de incidencia	peso por briqueta (kg) 16	peso por briquetas (kg)
cemento	439.91	19.0999	2.8363	45.38
agua	215.29	9.3475	1.3881	22.21
a.f	807.80	35.0726	5.2083	83.33
a.g	822.62	35.7160	5.3038	84.86
aditivo	17.597	0.7640	0.1135	1.815

Nota. Elaboración propia

Tabla 10

Cuadro comparativo de diseño de mezclas

Elemento	Diseño patrón peso por m ³	Diseño +2% de aditivo peso por m ³	Diseño +3% de aditivo peso por m ³	Diseño +4% de aditivo peso por m ³
cemento	439.91	439.91	439.91	439.91
agua	215.26	215.27	215.28	215.29
a.fino	856.96	832.38	820.09	807.80
a.grueso	822.62	822.62	822.62	822.62
aditivo	0.00	8.80	13.20	17.60

Nota. Elaboración propia

Con las cantidades de elementos de las tablas 11 y 12 se elaboraron los testigos de concreto, que contenía el aditivo SIKA -1; se elaboraron 48 testigos para los ensayos de resistencia a la compresión y 16 testigos para el ensayo de permeabilidad que es la profundidad de penetración de agua bajo presión. En total se elaboraron 64 testigos de concreto

Tabla 11

Testigos de concreto con aditivo "SIKA-1" para ensayo a la compresión.

porcentaje de aditivo	7 días	14 días	21 días	28 días	TOTAL
0%	3	3	3	3	12

2%	3	3	3	3	12
3%	3	3	3	3	12
4%	3	3	3	3	12
	12	12	12	12	48
TOTAL	testigos para 7 días	testigos para 14 días	testigos para 21 días	testigos para 28 días	testigos en total con aditivo SIKA -1

Nota. Elaboración propia

Tabla 12

Testigos de concreto con aditivo SIKA -1 para ensayo a permeabilidad.

porcentaje de aditivo	0%	2%	3%	4%	total
28 días	4	4	4	4	16
TOTAL	Testigos para ensayo de permeabilidad - aditivo "SIKA -1"				

Nota. Elaboración propia

3.7. Elaboración de testigos de concreto

Para la elaboración de testigos de concreto tienen que ser realizados con los ajustes de la dosificación satisfactoria de la mezcla y el aditivo correspondiente. Para la elaboración de los testigos de concreto se realizó siguiendo los pasos de la norma técnica peruana (NTP 339.033.)

3.7.1. Equipos y herramientas usadas

3.7.1.1. Moldes cilíndricos (NTP 339.209)

Los moldes para los testigos de concreto fueron de acero. Fierro fundido u otro material no absorbente que no reaccione al contacto con el concreto, los moldes reutilizables fueron revestidos en su interior con un líquido que no permita que el concreto se pegue al molde o altere su comportamiento del concreto. las dimensiones de los moldes utilizados son: H=30cm y Ø=15cm.

3.7.1.2. Varilla compactadora

Es una varilla recta lisa de acero inoxidable la cual termina en una punta semi esférica. La medida de la varilla es: 5/8" y 20" de longitud

3.7.1.3. Martillo o comba de goma

Se usó un martillo con cabeza de goma (caucho) o cuero con una masa de 0,6kg+/- 0,2kg

3.7.1.4. Herramientas manuales

Se utilizaron pala, cucharón y para enrazar plancha o paleta de albañil y el molde de concreto, balanza electrónica, mezcladora electrónica de 6 pies 3, termómetro para la medición de la temperatura esta última tiene que cumplir con la NTP 339.184.

3.7.2. Asentamiento del concreto

Para la realización del ensayo se midió con un flexómetro el asentamiento que sufre el concreto mediante el cono de abra ms, inmediatamente después de extraerlo de la mezcladora y depositarlo en la carretilla, conforme a lo establecido en la NTP 339.035.

3.7.3. Moldeo de testigos

Para iniciar con el moldeo de los testigos de concreto se verifica que todos los materiales estén a disposición enseguida se procede a colocar el concreto en el molde cilíndrico en tres capas compactando cada capa con la varilla lisa y punta redondeada a 25 golpes y con la ayuda de la comba de goma se quita los espacios vacíos del concreto al final de la última capa se enraza con la varilla y para darle el acabado final se utiliza la plancha de tal modo que la superficie quede totalmente plana para así poder facilitar el ensayo de la rotura de testigo.

3.7.4. Identificación del testigo

Al finalizar con el moldeo de los testigos se espera a que fragüe el concreto y así proseguir con la identificación del testigo como es la fecha, lugar, elemento y nomenclaturas que pueda identificar de donde es el testigo.

3.7.5. Curado de testigos de concreto

Al finalizar con el moldeo los testigos se trasladaron a un lugar para su almacenamiento los testigos deben ser almacenados en un lugar horizontal y así evitar que se incline el testigo.

3.7.5.1. Curado inicial

Al finalizar con el moldeo los testigos se trasladaron a un lugar donde no se pierda la humedad por un tiempo de 24 horas como indicado en la norma ASTM C192.

3.7.5.2. Curado final

Se procedió con el desmolde del testigo y antes que el testigo pierda su humedad natural se procedió a poner en la posa de curación del laboratorio donde se realizó el ensayo.

3.8. Ensayo a la compresión del concreto

Este ensayo es la más utilizada para saber la resistencia en el concreto, este ensayo consiste en someter a un testigo de concreto cilíndrico a una fuerza ejercida por la máquina de compresión a una determinada velocidad la cual es 0.25 ± 0.05 mpa todo este ensayo se basa a la norma (ASTM C39).

3.8.1. Procedimiento del ensayo

- Se realiza 2 mediciones del diámetro del testigo de concreto en la parte central luego se saca el promedio de las mediciones.
- Enseguida se realiza el refrendado no adherido en la parte superior e inferior (pads de neopreno) según la norma (ASTM C1231)
- Enseguida se llevó a la máquina de compresión hasta que el testigo de concreto falle y enseguida se anotó el tipo de falla.
- Posteriormente se calculó la resistencia a la compresión del concreto la cuales dividiendo la máxima carga soportada por el testigo según la norma (ASTM C39)
- Se procedió a la anotación de los datos obtenidos.

3.9. Ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto según la norma UNE en 12390-8

Este ensayo consiste en determinar la permeabilidad del concreto ejerciendo presión de agua en la parte superior del testigo de concreto con una fuerza de 500 kpa todo esto controlada mediante un manómetro calibrado.

3.9.1. Equipo de penetración de agua

El equipo se fabricó conectando unas mangueras al balde hidráulico para así poder ejercer la presión requerida para el ensayo la cual no tiene que tener ninguna fuga de agua para lo cual se utilizó anillos de goma elástica (jebe), también se fabricó el lugar en donde irán a poner los testigos de concreto. y así cumplir con la norma UNE EN 12390-8.

3.10. Procedimiento del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión

3.10.1. Preparación de testigos para ensayo de penetración de agua

- Primeramente, se desmoldo las probetas y luego se curaron durante 28 días para luego limpiarlo y secarlo con un trapo y proceder con el pesado saturado.
- Enseguida se llevó al horno para su secado a $50\pm 5^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas.
- Luego obtenido los datos saturado y seco se calculó la porosidad y absorción del espécimen mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Porosidad} = \frac{Vv}{Vt} \times 100 \dots \dots \dots (3.14)$$

$$\text{Absorcion} = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100 \dots \dots \dots (3.15)$$

Donde:

Vv: volumen de vacíos

Vt: volumen total

Ph: peso húmedo

Ps: peso seco

Nota: es completamente necesario que los testigos estén totalmente secos para el ensayo de tal manera que este notorio la altura de penetración de agua en el concreto.

3.10.2. Ejecución del ensayo de penetración de agua

- Primeramente, se llena de agua el balde hidráulico.
- Enseguida se verifica las conexiones de agua al balde hidráulico
- Después se colocó en la parte superior del testigo un sellador de goma elástica (jebe) para así evitar fugas de agua.

- Luego se centró el testigo adecuadamente sobre el equipo de penetración de agua.
- Enseguida se fijó los pernos manualmente y para ejercer más presión se utilizó una llave francesa N12 girando los pernos en sentido horario.
- En seguida se bombeo el balde hidráulico para alcanzar la presión requerida la cual es 72 psi (500kpa)
- Luego se purgo el aire atrapado en las tuberías y así evitando que el aire choque al testigo de concreto
- Se procedió a abrir la llave para que el agua ingrese a los testigos de concreto, también se verificó que no se produzcan fugas de ser el caso se cierra la llave y se procede a ajustar las tuercas enseguida se abre la llave, si la fuga persiste se saca la probeta y se verifica el sellador de goma.
- Verificando que no hubiera fugas se pone a una presión constante de 72 psi (500 kpa) por un tiempo de 72 horas (3 días)
- Al finalizar el tiempo concluido para el ensayo se cerró la válvula que ejercía presión en el testigo de concreto y enseguida se abrió la válvula de fuga para despresurar el equipo.
- Enseguida se destornillo los cuatro pernos y se retiró el testigo de concreto.
- Luego se llevó al equipo de compresión donde se realizará en ensayo con el método brasileño.
- Para el ensayo brasileño al testigo de concreto se le somete a una carga continua hasta que el testigo de concreto falle y se divide en dos, al realizar esto se separa el testigo y se procederá a identificar cuánto ha penetrado el agua marcándolo con un plumón y midiendo la con el vernier y enseguida se anotó la profundidad que alcanzó la penetración de agua en el testigo de concreto.

3.10.3. Toma y procesamiento de datos

Los resultados obtenidos se registran en un formato de prueba para determinar la profundidad de penetración del agua a presión según EN 12390-8. La profundidad de

penetración de agua a presión máxima promedio para ambos lados de la muestra se registró y se representó en un gráfico de calibración basado en las características de la muestra.

3.10.4. Coeficiente de permeabilidad (ecuación de valenta)

Según la norma EN 12390-8, el resultado final del ensayo es una medición de la profundidad máxima de penetración de agua, pero este valor no permite la determinación directa de la permeabilidad. Por lo tanto, se utiliza la ecuación de Valent para calcular el coeficiente de permeabilidad en función de la profundidad de penetración. Para utilizar la ecuación de Valent, es necesario medir con precisión el aumento de masa de cada muestra para determinar la fracción de volumen de poros en el hormigón (porosidad), que no forma parte de la norma EN 12390-8. "

La fórmula de Valenta es la siguiente:

$$K = \frac{VP^2}{2TH}$$

Donde:

K: coeficiente de permeabilidad

P: profundidad de penetración (m)

V: porosidad del concreto (%)

T: tiempo de ensayo (seg)

H: presión (m.c.a.)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

En la siguiente investigación se plantearon diferentes diseños de mezclas con proporciones de aditivos diferentes y así alcanzar el óptimo diseño de mezclas también obtener la resistencia y permeabilidad ideales para la construcción de una cisterna a escala real en la cual se extrajo 4 núcleos de diamantina a las cuales se sometieron al ensayo de compresión y así verificar el diseño realizado.

El lugar donde se realizó los ensayos fue en el laboratorio de geocontroltotal y la construcción de una cisterna se realizó en la urbanización Villa Manuelita.

4.2. Diseños realizados en laboratorio

Los diseños realizados en el laboratorio fueron de proporciones distintas para investigar sus diferentes comportamientos en el concreto las dosificaciones fueron del 2% ,3% y 4% de aditivo SIKA -1 con respecto al peso del cemento a continuación se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio.

Tabla 13*Diseño patrón con 0% de aditivo sika -1*

Material	Peso unitario por m ³
cemento	439.91 kg
agua	215.26 kg
a.f	856.96 kg
a.g	822.62 kg
aditivo	0.000 kg
total	2334.75 kg

Nota. Elaboración propia

Viendo la tabla N° 13 vemos que el peso unitario es de 2334.75 kg/m³ y según la norma del ACI-318-19 (cap. 2) nos dice que para un concreto de peso normal: tienen una densidad entre 2160 y 2560 kg/m³, comúnmente se toma entre 2320 y 2400 kg/m³ y según la norma técnica peruana (NTP) dice: concreto de peso normal: en un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m³ según estas 2 normas en nuestro diseño estamos dentro del rango permitido.

Tabla 14*Diseño patrón con 2% de aditivo sika -1*

Material	Peso unitario por m ³
cemento	439.91
agua	215.27
a.f	833.61
a.g	822.62
aditivo	8.798
total	2320.22

Nota. Elaboración propia

Viendo en la tabla N° 14 vemos que el peso unitario es de 2320.22 kg/m³ y según la norma del ACI-318-19 (cap. 2) nos dice que para un concreto de peso normal: tienen una densidad entre 2160 y 2560 kg/m³, comúnmente se toma entre 2320 y 2400 kg/m³ y según la norma técnica peruana (NTP) dice: concreto de peso normal: en un concreto que tiene un

peso aproximado de 2300 kg/m³ según estas 2 normas en nuestro diseño estamos dentro del rango permitido.

Tabla 15

Diseño patrón con 3% de aditivo sika -1

Material	Peso unitario por m ³
cemento	439.91
agua	215.28
a.f	821.93
a.g	822.62
aditivo	13.197
total	2312.95

Nota. Elaboración propia

Viendo en la tabla N° 15 vemos que el peso unitario es de 2312.95 kg/m³ y según la norma del ACI-318-19 (cap. 2) nos dice que para un concreto de peso normal: tienen una densidad entre 2160 y 2560 kg/m³, comúnmente se toma entre 2320 y 2400 kg/m³ y según la norma técnica peruana (NTP) dice: concreto de peso normal: en un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m³ según estas 2 normas en nuestro diseño estamos dentro del rango permitido.

Tabla 16

Diseño patrón con 4% de aditivo sika -1

Material	Peso unitario por m ³
cemento	439.91
agua	215.29
a.f	810.26
a.g	822.62
aditivo	17.597
total	2305.68

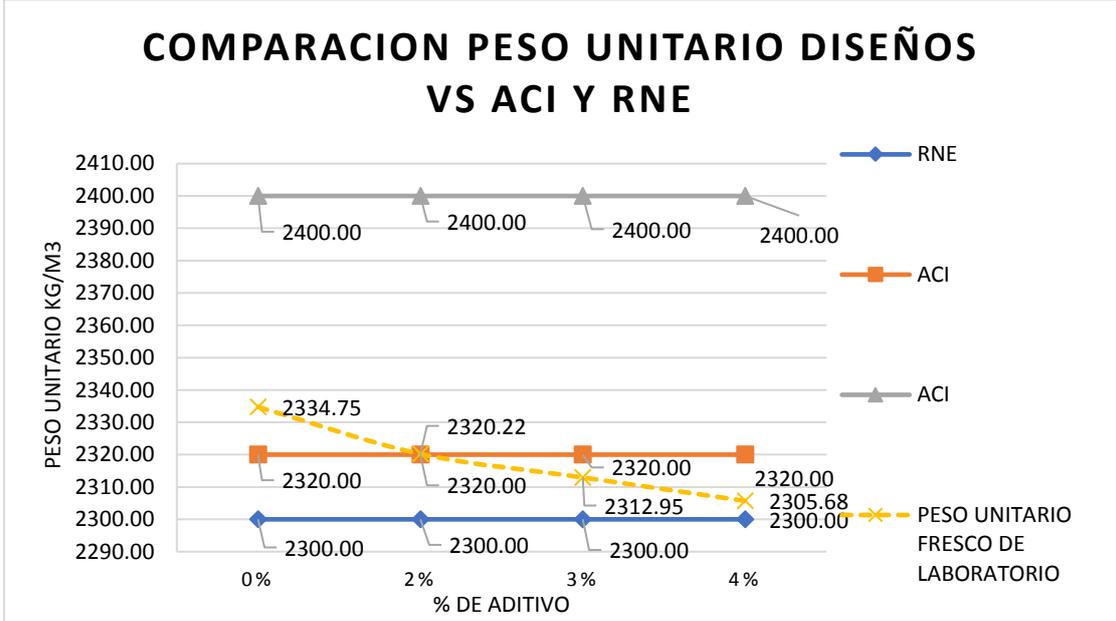
Nota. Elaboración propia

Viendo en la tabla N° 16. vemos que el peso unitario es de 2305.68 kg/m³ y según la norma del ACI-318-19 (cap. 2) nos dice que para un concreto de peso normal: tienen una

densidad entre 2160 y 2560 kg/m³, comúnmente se toma entre 2320 y 2400 kg/m³ y según la norma técnica peruana (NTP) dice: concreto de peso normal: en un concreto que tiene un peso aproximado de 2300 kg/m³ según estas 2 normas en nuestro diseño estamos dentro del rango permitido.

Figura 10

Comparación del peso unitario de los diseños versus en reglamento del ACI y RNE



Nota. Elaboración propia

En el cuadro se observa una comparación entre el peso unitario hecho en laboratorio y el peso unitario escrito en el ACI y RNE con las diferentes proporciones de aditivo SIKA -1, en la cual se observa que con la adición del 0% y 2% de aditivo cumple con la norma del ACI mientras que con la adición del 3% y 4% de aditivo cumple con el RNE.

4.3. Resultados del ensayo a la compresión del concreto

Los resultados obtenidos del ensayo a la compresión del concreto fueron tomados en el laboratorio donde se realizaron los testigos de concreto.

Tabla 17*Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días*

Probeta	Diámetro (cm)	Área de probeta (cm ²)	Resistencia especificada kg/cm ²	Carga rotura kn	Carga rotura kgs.	Resistencia rotura kg/cm ²	Resistencia obtenida %	Tipo de rotura	Resistencia promedio	Resistencia promedio %
MP+0%	15.27	183.01	280	374.61	38199.73	208.73	74.55 %	V		
MP+0%	15.09	178.72	280	385.00	39259.22	219.67	78.45 %	II	214.23	77%
MP+0%	15.22	181.82	280	382.12	38965.54	214.31	76.54 %	V		
MP+2%	15.36	185.18	280	343.34	35011.07	189.07	67.52 %	V		
MP+2%	15.34	184.70	280	326.13	33256.13	180.06	64.31 %	III	183.78	66%
MP+2%	15.33	184.58	280	329.82	33632.40	182.21	65.08 %	III		
MP+3%	15.00	176.60	280	340.88	34760.22	196.83	70.30 %	V		
MP+3%	15.23	182.06	280	329.39	33588.56	184.50	65.89 %	V	189.33	68%
MP+3%	15.23	182.06	280	333.28	33985.23	186.67	66.67 %	V		
MP+4%	15.25	182.65	280	324.86	33126.62	181.36	64.77 %	V		
MP+4%	15.24	182.41	280	360.62	36773.14	201.59	72.00 %	V	187.90	67%
MP+4%	15.28	183.37	280	325.05	33146.00	180.76	64.56 %	V		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 17 se muestra los resultados del ensayo a la compresión de concreto a los 7 días donde se muestra que con las adiciones del 0% de aditivo llega a una resistencia del 77%, con la adición del 2% llega a una resistencia del 66%, con la adición del 3% llega a una resistencia del 68% y con la adición del 4% del aditivo llega a una resistencia del 67% resumiendo los datos a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia del concreto a los 7 días.

Tabla 18*Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días*

Probeta	Diámetro (cm)	Área de probeta (cm ²)	Resistencia especificada kg/cm ²	Carga rotura kn	Carga rotura kgs.	Resistencia rotura kg/cm ²	Resistencia obtenida %	Tipo de rotura	Resistencia promedio	Resistencia promedio %
MP+0%	15.12	179.43	280	430.46	43894.87	244.63	87.37 %	V		
MP+0%	15.17	180.74	280	400.01	40789.82	225.68	80.60 %	II	235.64	84%
MP+0%	15.17	180.74	280	419.38	42765.02	236.61	84.50 %	V		
MP+2%	15.29	183.61	280	371.92	37925.43	206.55	73.77 %	V		
MP+2%	15.18	180.86	280	359.27	36635.48	202.56	72.34 %	III	208.93	75%
MP+2%	15.12	179.55	280	383.29	39084.85	217.68	77.74 %	III		
MP+3%	15.21	181.70	280	342.90	34966.20	192.44	68.73 %	V		
MP+3%	15.30	183.85	280	379.09	38656.57	210.26	75.09 %	V	204.31	73%
MP+3%	15.20	181.46	280	374.13	38150.78	210.25	75.09 %	V		
MP+4%	15.23	182.18	280	365.68	37289.12	204.69	73.10 %	V		
MP+4%	14.90	174.37	280	369.43	37671.52	216.05	77.16 %	V	207.17	74%
MP+4%	15.31	184.09	280	362.47	36961.79	200.78	71.71 %	V		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 18 se muestra los resultados del ensayo a la compresión de concreto a los 14 días donde se muestra que con las adiciones del 0% de aditivo llega a una resistencia del 84%, con la adición del 2% llega a una resistencia del 75%, con la adición del 3% llega a una resistencia del 73% y con la adición del 4% del aditivo llega a una resistencia del 74% resumiendo los datos a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia del concreto a los 14 días.

Tabla 19

Resistencia a la compresión del concreto a los 21 días

Probeta	Diámetro (cm)	Área de probeta (cm ²)	Resistencia especificada kg/cm ²	Carga rotura kn	Carga rotura kgs.	Resistencia rotura kg/cm ²	Resistencia obtenida %	Tipo de rotura	Resistencia promedio	Resistencia promedio %
MP+0%	15.01	176.95	280	521.54	53182.48	300.55	107.34 %	III		
MP+0%	15.03	177.42	280	542.21	55290.24	311.63	111.30 %	V	304.27	109%
MP+0%	14.98	176.13	280	519.24	52947.94	300.63	107.37 %	III		
MP+2%	15.14	180.03	280	498.54	50837.12	282.38	100.85 %	III		
MP+2%	15.06	178.13	280	520.21	53046.85	297.80	106.36 %	III	287.10	103%
MP+2%	15.15	180.15	280	496.65	50644.39	281.13	100.40 %	III		
MP+3%	14.99	176.36	280	456.21	46520.65	263.78	94.21 %	III		
MP+3%	15.12	179.55	280	439.65	44831.99	249.69	89.17 %	V	252.80	90%
MP+3%	14.96	175.77	280	422.21	43053.60	244.94	87.48 %	V		
MP+4%	15.02	177.19	280	398.65	40651.14	229.43	81.94 %	V		
MP+4%	15.05	177.78	280	402.21	41014.16	230.71	82.40 %	V	236.79	85%
MP+4%	15.07	178.37	280	437.71	44634.16	250.24	89.37 %	V		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 19 se muestra los resultados del ensayo a la compresión de concreto a los 21 días donde se muestra que con las adiciones del 0% de aditivo llega a una resistencia del 109%, con la adición del 2% llega a una resistencia del 103%, con la adición del 3% llega a una resistencia del 90% y con la adición del 4% del aditivo llega a una resistencia del 85% resumiendo los datos a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia del concreto a los 21 días.

También se observa que la muestra patrón y la adición del 2% ya llegó a su máxima resistencia

Tabla 20*Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días*

Probeta	Diámetro (cm)	Área de probeta (cm ²)	Resistencia especificada kg/cm ²	Carga rotura kn	Carga rotura kgs.	Resistencia rotura kg/cm ²	Resistencia obtenida %	Tipo de rotura	Resistencia promedio	Resistencia promedio %
MP+0%	15.25	182.65	280	667.48	68064.27	372.64	133.09 %	V		
MP+0%	15.25	182.53	280	648.36	66114.57	362.20	129.36 %	V	365.87	131%
MP+0%	15.20	181.46	280	645.54	65827.00	362.77	129.56 %	V		
MP+2%	14.97	176.01	280	505.47	51543.79	292.85	104.59 %	V		
MP+2%	15.19	181.22	280	540.21	55086.29	303.98	108.56 %	V	296.95	106%
MP+2%	15.28	183.25	280	528.38	53879.96	294.02	105.01 %	V		
MP+3%	15.22	181.94	280	483.05	49257.57	270.74	96.69 %	V		
MP+3%	15.29	183.61	280	500.02	50988.04	277.69	99.18 %	V	275.07	98%
MP+3%	15.29	183.61	280	498.39	50821.82	276.79	98.85 %	V		
MP+4%	15.29	183.61	280	456.58	46558.38	253.57	90.56 %	V		
MP+4%	15.17	180.74	280	472.32	48163.41	266.47	95.17 %	V	259.93	93%
MP+4%	15.25	182.65	280	465.24	47441.45	259.73	92.76 %	V		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 20 se muestra los resultados del ensayo a la compresión de concreto a los 28 días donde se muestra que con las adiciones del 0% de aditivo llega a una resistencia del 131%, con la adición del 2% llega a una resistencia del 106%, con la adición del 3% llega a una resistencia del 98% y con la adición del 4% del aditivo llega a una resistencia del 93% resumiendo los datos a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia del concreto a los 28 días.

Tabla 21

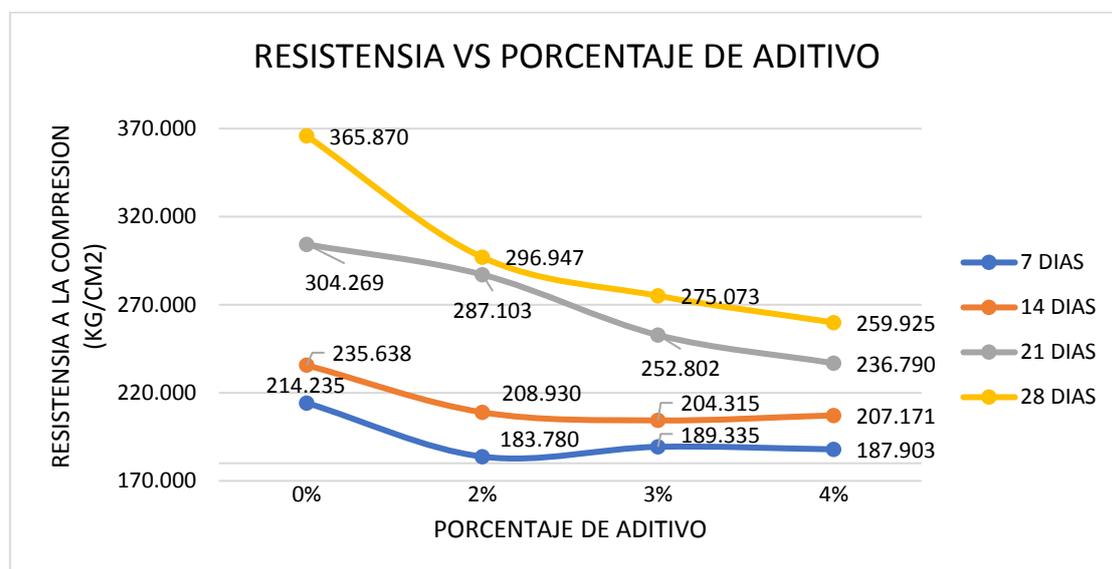
Cuadro resumen de resistencias $F'c= 280 \text{ kg/cm}^2$

% de aditivo	resistencia a la compresión			
	7 días	14 días	21 días	28 días
0%	214.235	235.638	304.269	365.870
2%	183.780	208.930	287.103	296.947
3%	189.335	204.315	252.802	275.073
4%	187.903	207.171	236.790	259.925

Nota. Elaboración propia

Figura 11

Resistencia vs porcentaje de aditivo

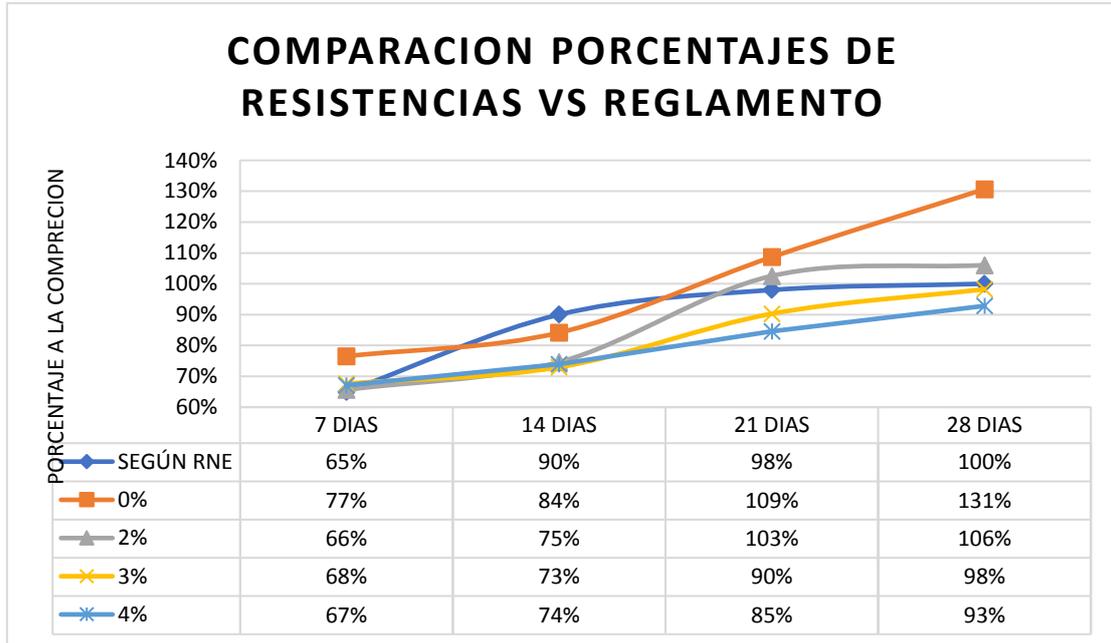


Nota. Elaboración propia

En la gráfica N°4 se observa que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a la compresión del concreto por lo tanto el óptimo diseño de mezcla es aquel que contiene el 2 % de aditivo SIKA -1 la cual alcanza una resistencia de 296.947kg/cm² a los 28 días

Figura 12

Comparación porcentaje de resistencia vs reglamento



Nota. Elaboración propia

En la gráfica N°5 se observa que con la adición del 0% y 2% de aditivo SIKA -1 alcanza más del 100% de su resistencia la cual cumple con la normativa del RNE mientras que con las adiciones del 3% y 4% de aditivo SIKA -1 son menores al 100% de su resistencia.

4.4. Resultados del ensayo a la flexión del concreto

Tabla 22

Resistencia a la flexión a 7 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	27.91	28.42	0.00
	M-02	28.04		
	M-03	29.30		
MP + 2% sika-1	M-01	25.70	25.91	-8.83
	M-02	26.07		
	M-03	25.95		
MP + 3% sika-1	M-01	25.52	25.29	-10.99
	M-02	24.94		
	M-03	25.42		
MP + 4% sika-1	M-01	25.33	25.33	-10.86
	M-02	25.03		
	M-03	25.63		

En la Tabla 22 se muestra los resultados del ensayo a la flexión de concreto a los 7 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 28.42 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 8.83%, agregando 3% disminuye en un 10.99% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 10.86% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a flexión del concreto a los 7 días.

Tabla 23

Resistencia a la flexión a 14 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	29.82	29.82	0.00
	M-02	29.64		
	M-03	30.01		
MP + 2% sika-1	M-01	26.64	26.48	-11.21
	M-02	26.48		
	M-03	26.32		
MP + 3% sika-1	M-01	26.36	26.48	-11.20
	M-02	26.15		
	M-03	26.94		
MP + 4% sika-1	M-01	25.73	25.66	-13.96
	M-02	25.50		
	M-03	25.75		

En la Tabla 23 se muestra los resultados del ensayo a la flexión de concreto a los 14 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 29.82 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 11.21%, agregando 3% disminuye en un 11.20% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 13.96% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a flexión del concreto a los 14 días.

Tabla 24

Resistencia a la flexión a 21 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	30.58	30.81	0.00
	M-02	30.89		
	M-03	30.95		
	M-01	28.19	28.12	-8.71

MP + 2% sika-1	M-02	28.06		
	M-03	28.12		
	M-01	27.08		
MP + 3% sika-1	M-02	26.97	27.08	-12.11
	M-03	27.18		
	M-01	26.49		
MP + 4% sika-1	M-02	26.22	26.26	-14.75
	M-03	26.08		

En la Tabla 24 se muestra los resultados del ensayo a la flexión de concreto a los 21 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 30.81 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 8.71%, agregando 3% disminuye en un 12.11% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 14.75% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a flexión del concreto a los 21 días.

Tabla 25

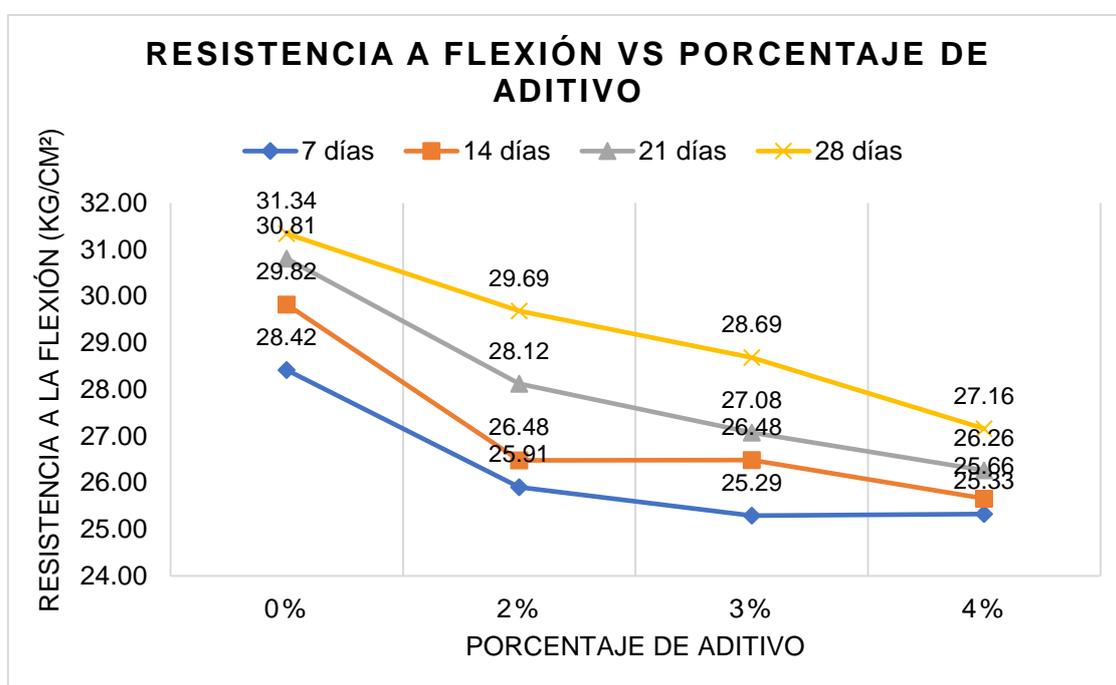
Resistencia a la flexión a 28 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	31.27		
	M-02	31.16	31.34	0.00
	M-03	31.59		
MP + 2% sika-1	M-01	29.94		
	M-02	29.44	29.69	-5.28
	M-03	29.68		
MP + 3% sika-1	M-01	28.79		
	M-02	28.94	28.69	-8.47
	M-03	28.33		
MP + 4% sika-1	M-01	27.26		
	M-02	26.87	27.16	-13.34
	M-03	27.35		

En la Tabla 25 se muestra los resultados del ensayo a la flexión de concreto a los 28 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 31.34 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 5.28%, agregando 3% disminuye en un 8.47% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 13.34% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a flexión del concreto a los 28 días.

Tabla 26*Resumen de la resistencia a flexión curados a diferentes días*

% de aditivo	Resistencia a la flexión del concreto			
	7 días	14 días	21 días	28 días
0%	28.42	29.82	30.81	31.34
2%	25.91	26.48	28.12	29.69
3%	25.29	26.48	27.08	28.69
4%	25.33	25.66	26.26	27.16

Figura 13*Comparación de la resistencia a la flexión adicionando diversos porcentajes de aditivo*

En la Figura 13 se observa que a mayor cantidad de aditivo sika-1 la resistencia a la flexión del concreto disminuye considerablemente, por lo tanto, no se considera una adición óptima, ya que, la muestra patrón tuvo una resistencia de 31.34 kg/cm², el cual es mayor al resto de adiciones, considerándose la más óptima.

4.5. Resultados del ensayo a la tracción del concreto

Tabla 27*Resistencia a la tracción a 7 días*

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
	M-01	22.83	22.36	0.00

Muestra patrón	M-02	22.96		
	M-03	21.29		
	M-01	21.06		
MP + 2% sika-1	M-02	22.00	21.39	-4.35
	M-03	21.10		
	M-01	24.22		
MP + 3% sika-1	M-02	23.66	24.12	7.87
	M-03	24.48		
	M-01	20.81		
MP + 4% sika-1	M-02	20.65	21.18	-5.26
	M-03	22.09		

En la Tabla 27 se muestra los resultados del ensayo a la tracción de concreto a los 7 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 22.36 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 4.35%, agregando 3% la resistencia aumenta en un 7.87% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 5.26% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a tracción del concreto, exceptuando a la adición del 3%, ya que superó la resistencia del concreto patrón a los 7 días.

Tabla 28

Resistencia a la tracción a 14 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	26.25		
	M-02	25.39	25.91	0.00
	M-03	26.09		
MP + 2% sika-1	M-01	24.58		
	M-02	25.26	24.78	-4.36
	M-03	24.50		
MP + 3% sika-1	M-01	27.44		
	M-02	26.57	27.03	4.31
	M-03	27.07		
MP + 4% sika-1	M-01	23.07		
	M-02	21.91	22.77	-12.13
	M-03	23.32		

En la Tabla 28 se muestra los resultados del ensayo a la tracción de concreto a los 14 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 25.91 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 4.35%, agregando 3% la resistencia aumenta en un 4.31% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un

12.13% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a tracción del concreto, exceptuando a la adición del 3%, ya que supero la resistencia del concreto patrón a los 14 días.

Tabla 29

Resistencia a la tracción a 21 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	30.70	30.02	0.00
	M-02	28.84		
	M-03	30.52		
MP + 2% sika-1	M-01	27.94	28.46	-5.21
	M-02	28.45		
	M-03	28.98		
MP + 3% sika-1	M-01	32.91	33.04	10.06
	M-02	33.03		
	M-03	33.18		
MP + 4% sika-1	M-01	27.24	25.80	-14.07
	M-02	25.05		
	M-03	25.10		

En la Tabla 29 se muestra los resultados del ensayo a la tracción de concreto a los 21 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 30.02 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 5.21%, agregando 3% la resistencia aumenta en un 10.06% e incrementando 4% la resistencia disminuye en un 14.07% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a tracción del concreto, exceptuando a la adición del 3%, ya que supero la resistencia del concreto patrón a los 21 días.

Tabla 30

Resistencia a la tracción a 28 días

Dosificación	Muestra	Resistencia (kg/cm ²)	Promedio (kg/cm ²)	Variación (%)
Muestra patrón	M-01	33.83	33.36	0.00
	M-02	32.49		
	M-03	33.76		
MP + 2% sika-1	M-01	29.79	29.51	-11.53
	M-02	29.35		
	M-03	29.40		
MP + 3% sika-1	M-01	35.55	35.37	6.02
	M-02	34.65		

	M-03	35.90		
	M-01	29.68		
MP + 4% sika-1	M-02	26.85	28.62	-14.21
	M-03	29.33		

En la Tabla 30 se muestra los resultados del ensayo a la tracción de concreto a los 28 días donde se observa que la muestra patrón sin adición de aditivo llega a una resistencia del 33.36 kg/cm², adicionando 2% de aditivo la resistencia disminuye en un 11.53%, agregando 3% la resistencia aumenta en un 6.02% e incorporando 4% la resistencia disminuye en un 14.21% respecto a la resistencia del concreto patrón, resumiendo los datos afirmamos que a mayor cantidad de aditivo baja la resistencia a tracción del concreto, exceptuando a la adición del 3%, ya que supero la resistencia del concreto patrón a los 28 días.

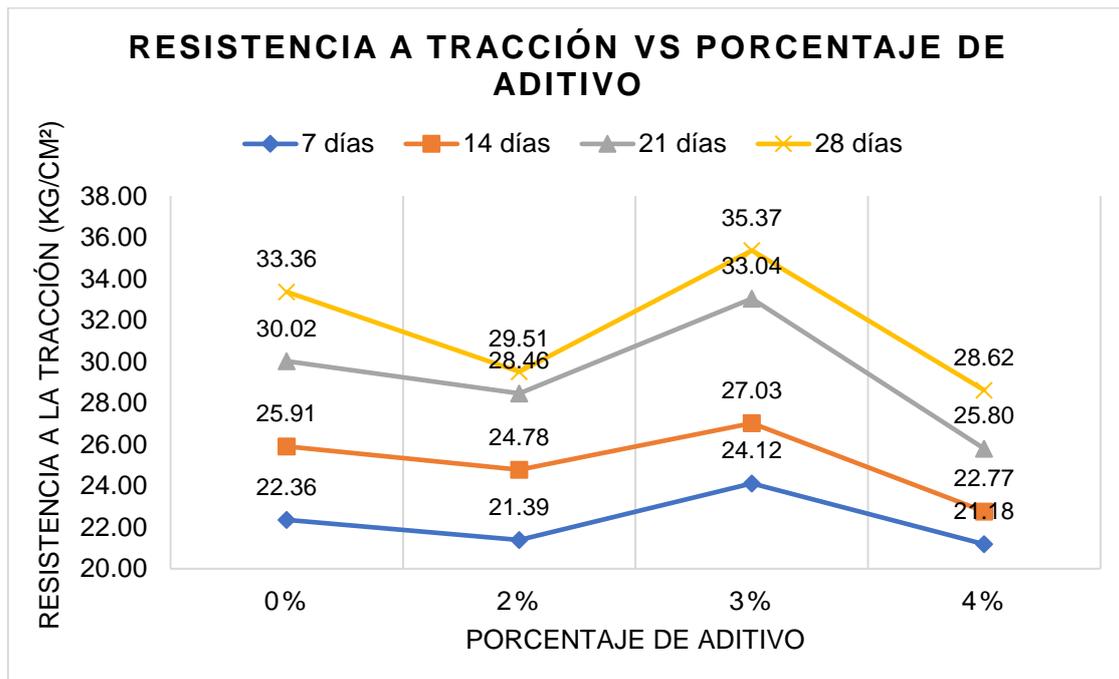
Tabla 31

Resumen de resistencia a tracción a diferentes días de curado

% de aditivo	Resistencia a la tracción del concreto			
	7 días	14 días	21 días	28 días
0%	22.36	25.91	30.02	33.36
2%	21.39	24.78	28.46	29.51
3%	24.12	27.03	33.04	35.37
4%	21.18	22.77	25.80	28.62

Figura 14

Comparación de la resistencia a la tracción adicionando diversos porcentajes de aditivo



En la Figura 14 se observa una distribución no continua al adicionar aditivo sika-1, con las adiciones de 2% y 4% de aditivo la resistencia a la tracción disminuye respecto a la muestra patrón, sin embargo, al adicionar un 3% de aditivo la resistencia a tracción se eleva superando al concreto sin aditivo, por lo que es considerado como la adición más óptima.

4.6. Resultados del ensayo de penetración de agua UNE – en – 12390 – 8

Los resultados obtenidos del ensayo de penetración de agua en el concreto fueron tomados en el laboratorio donde se realizaron los testigos de concreto.

Tabla 32*Cálculo de porosidad y absorción*

Probeta	Tiempo de ensayo	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Altura (cm)	Peso saturado (g)	Peso seco (g)	Porosidad (%)	Absorción (%)	Porosidad promedio (%)	Absorción promedio (%)
	horas									
MP+0%	72.000	15.100	179.079	30.000	11894.000	11863.000	0.577	0.261		
MP+0%	72.000	15.000	176.715	30.000	11904.000	11872.000	0.604	0.270	1.003	0.461
MP+0%	72.000	15.400	186.265	30.560	12112.000	12030.000	1.441	0.682		
MP+0%	72.000	15.100	179.079	30.500	12078.000	12002.000	1.391	0.633		
MP+2%	72.000	15.000	176.715	29.000	11683.000	11675.000	0.156	0.069		
MP+2%	72.000	15.280	183.373	31.000	12189.000	12183.000	0.106	0.049	0.632	0.292
MP+2%	72.000	14.880	173.898	29.900	11487.000	11424.000	1.212	0.551		
MP+2%	72.000	15.180	180.981	29.900	11521.000	11464.000	1.053	0.497		
MP+3%	72.000	15.400	186.265	31.000	12153.000	12133.000	0.346	0.165		
MP+3%	72.000	15.140	180.029	29.000	11621.000	11602.000	0.364	0.164	1.001	0.473
MP+3%	72.000	15.150	180.267	29.950	11369.000	11281.000	1.630	0.780		
MP+3%	72.000	15.200	181.458	30.500	11825.000	11733.000	1.662	0.784		
MP+4%	72.000	15.120	179.553	30.000	11586.000	11563.000	0.427	0.199		
MP+4%	72.000	15.280	183.373	31.000	12143.000	12114.000	0.510	0.239	1.514	0.725
MP+4%	72.000	15.090	178.841	29.900	11381.000	11248.000	2.487	1.182		
MP+4%	72.000	15.430	186.991	30.470	11858.000	11708.000	2.633	1.281		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 22 se observa el diseño patrón con diferentes proporciones de aditivo SIKA -1, se calculó la porosidad y la absorción del concreto en la cual se observa que para el diseño con 2% de aditivo es el menor porcentaje tanto para la porosidad y la absorción del concreto

Tabla 33

Cálculo del coeficiente de permeabilidad

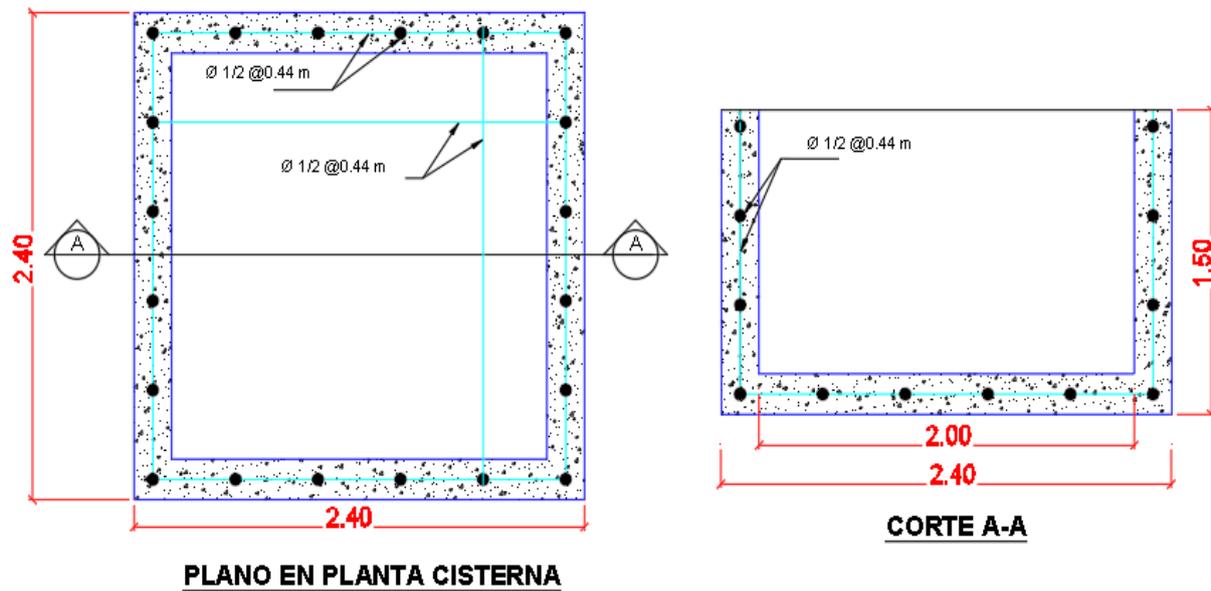
PROBETA	PENETRACIÓN MÁXIMA	TIEMPO (SEG)	POROSIDAD (%)	PRESIÓN (M)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	PROMEDIO COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD	PROMEDIO PENETRACIÓN MÁXIMA
	(m)				(m/s)	(m/s)	(M)
MP+0%	0.03037	259200	0.577	50	2.05E-11		
MP+0%	0.02092	259200	0.604	50	1.02E-11	3.25E-11	0.02789
MP+0%	0.03017	259200	1.441	50	5.06E-11		
MP+0%	0.03010	259200	1.391	50	4.86E-11		
MP+2%	0.02054	259200	0.156	50	2.54E-12	2.10E-11	0.02540
MP+2%	0.02065	259200	0.106	50	1.74E-12		
MP+2%	0.03004	259200	1.212	50	4.22E-11		
MP+2%	0.03035	259200	1.053	50	3.74E-11		
MP+3%	0.04050	259200	0.346	50	2.19E-11	8.81E-11	0.04045
MP+3%	0.02017	259200	0.364	50	5.71E-12		
MP+3%	0.05016	259200	1.630	50	1.58E-10		
MP+3%	0.05095	259200	1.662	50	1.66E-10		
MP+4%	0.05000	259200	0.427	50	4.12E-11	2.60E-10	0.05540
MP+4%	0.03080	259200	0.510	50	1.87E-11		
MP+4%	0.07028	259200	2.487	50	4.74E-10		
MP+4%	0.07050	259200	2.633	50	5.05E-10		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 23 se observa que la menor permeabilidad es la que corresponde al 2% de adición aditivo SIKA -1 la cual su promedio es de 2.10E-11 m/s con una penetración de agua promedio de 0.02540m la cual cumple con la norma española EN 12390 -8 que dice la penetración de agua tiene un valor < 30 mm.

Figura 15

Plano de la cisterna construida para el ensayo de diamantina



Nota. Elaboración propia

En la imagen N° 2 se muestra el plano de la cisterna que se construyó para realizar el ensayo de diamantina y comprobar la resistencia obtenida en laboratorio realizando el ensayo a una altura de 0.75m de altura de la cisterna para obtener un núcleo de concreto y someterlo a presión y saber la real resistencia realizada en campo.

Tabla 34*Cálculo del ensayo de diamantina*

Probeta	Diámetro (cm)	Área de probeta (cm ²)	Resistencia especificada kg/cm ²	Carga rotura kn	Carga rotura kgs.	Resistencia rotura kg/cm ²	Resistencia obtenida %	Tipo de rotura	Resistencia promedio	Resistencia promedio %
frontal	9.93	77.44	280	215.45	21969.87	283.69	101.32 %	V		
lateral derecho	9.93	77.44	280	213.95	21816.91	281.71	100.61 %	V		
lateral izquierdo	9.89	76.82	280	212.78	21697.60	282.44	100.87 %	III	281.88	101%
posterior	9.91	77.13	280	211.56	21573.20	279.69	99.89 %	V		

Nota. Elaboración propia

En la tabla N° 24 se observa los resultados del ensayo de diamantina en la cual se tiene una rotura favorable y tiene una resistencia que pasa el 100%

4.7. Contrastación de hipótesis

HE1: aplicar el aditivo Sika -1 aumenta la resistencia a la compresión del concreto en una cisterna en la ciudad de Juliaca. Provincia de San Román-Puno.

a) Prueba de normalidad

Ho: Los datos poseen una distribución normal, estadística paramétrica

Ha: Los datos no poseen una distribución normal, estadística no paramétrica

Se utilizó la prueba de shapiro – wilk debido a que la cantidad de los datos en los grupos son menores a 50.

Tabla 35

Prueba de normalidad para la resistencia a compresión

Propiedad mecánica	Adición de aditivo sika - 1	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	MP + 0% sika-1	,791	3	,093
	MP + 2% sika-1	,828	3	,183
	MP + 3% sika-1	,845	3	,228
	MP + 4% sika-1	,999	3	,950

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 35 se observa la prueba de normalidad, en donde el p-valor de cada grupo analizado de resistencia a la compresión es mayor a 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística nula que menciona que los datos presentan una distribución normal, por ende, la prueba estadística a utilizar fue paramétrica.

b) Prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor

Ho: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son iguales

Ha: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son diferentes

Tabla 36

Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a compresión

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
,354	3	8	,788

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 37*Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a compresión*

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19723,337	3	6574,446	205,805	,000
Dentro de grupos	255,560	8	31,945		
Total	19978,897	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 38*Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a compresión*

(I) Adición de aditivo sika - 1	(J) Adición de aditivo sika - 1	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
MP + 0% sika-1	MP + 2% sika-1	68,92000*	,000
	MP + 3% sika-1	90,79667*	,000
	MP + 4% sika-1	105,94667*	,000
MP + 2% sika-1	MP + 0% sika-1	-68,92000*	,000
	MP + 3% sika-1	21,87667*	,006
	MP + 4% sika-1	37,02667*	,000
MP + 3% sika-1	MP + 0% sika-1	-90,79667*	,000
	MP + 2% sika-1	-21,87667*	,006
	MP + 4% sika-1	15,15000*	,045
MP + 4% sika-1	MP + 0% sika-1	-105,94667*	,000
	MP + 2% sika-1	-37,02667*	,000
	MP + 3% sika-1	-15,15000*	,045

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 36 se observa la prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión, en la que el p – valor obtenido es de 0.788, el cual es mayor a la significancia 0.05, por tanto, aceptamos la hipótesis estadística nula que nos menciona que las varianzas son homogéneas.

En la Tabla 37 se observa la prueba de ANOVA de un factor, en la que el p-valor resultante es de 0.000, el cual es menor a la significancia planteada de 0.05, por lo que se acepta la hipótesis estadística alterna, el cual menciona que las medias de los grupos son diferentes, es decir que al adicionar diferentes porcentajes de aditivo impermeabilizante sika-

1 si influye en la resistencia a la compresión del concreto para su uso en la construcción de una cisterna.

En la Tabla 38 se observa la prueba post hoc de Tukey, en la que nos menciona las diferencias de las medias de los grupos respecto a la muestra patrón, con la adición del 4% de aditivo sika-1 la diferencia de medias fue de 105,94667, el cual es mayor al resto de dosificaciones considerándose la dosificación óptima que más influye en la resistencia a la compresión del concreto.

HE2: Al aplicar el aditivo Sika -1 aumenta la resistencia a la flexo – tracción del concreto en una cisterna en la ciudad de Juliaca Provincia de San Román – Puno.

a) Prueba de normalidad

Ho: Los datos poseen una distribución normal, estadística paramétrica

Ha: Los datos no poseen una distribución normal, estadística no paramétrica

Se utilizó la prueba de shapiro – wilk debido a que la cantidad de los datos en los grupos son menores a 50.

Tabla 39

Prueba de normalidad para la resistencia a flexión

Propiedad mecánica	Adición de aditivo sika - 1	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la flexión	MP + 0% sika-1	,926	3	,475
	MP + 2% sika-1	,999	3	,956
	MP + 3% sika-1	,921	3	,455
	MP + 4% sika-1	,885	3	,339

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 39 se observa la prueba de normalidad, en donde el p-valor de cada grupo analizado de resistencia a la flexión es mayor a 0.05, por lo que se acepta la hipótesis estadística nula que menciona que los datos presentan una distribución normal, por ende, la prueba estadística a utilizar fue paramétrica.

b) Prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor

Ho: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son iguales

Ha: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son diferentes

Tabla 40

Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a flexión

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
,246	3	8	,862

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 41

Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a flexión

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	27,721	3	9,240	132,682	,000
Dentro de grupos	,557	8	,070		
Total	28,278	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 42

Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a flexión

(I) Adición de aditivo sika - 1	(J) Adición de aditivo sika - 1	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
MP + 0% sika-1	MP + 2% sika-1	1,65333*	,000
	MP + 3% sika-1	2,65333*	,000
	MP + 4% sika-1	4,18000*	,000
MP + 2% sika-1	MP + 0% sika-1	-1,65333*	,000
	MP + 3% sika-1	1,00000*	,007
	MP + 4% sika-1	2,52667*	,000
MP + 3% sika-1	MP + 0% sika-1	-2,65333*	,000
	MP + 2% sika-1	-1,00000*	,007
	MP + 4% sika-1	1,52667*	,000
MP + 4% sika-1	MP + 0% sika-1	-4,18000*	,000
	MP + 2% sika-1	-2,52667*	,000
	MP + 3% sika-1	-1,52667*	,000

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 40 se observa la prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la flexión, en la que el p – valor obtenido es de 0.862, el cual es mayor a la significancia 0.05, por tanto, se acepta la hipótesis estadística nula que nos menciona que las varianzas son homogéneas.

En la Tabla 41 se observa la prueba de ANOVA de un factor, en la que el p-valor resultante es de 0.000, el cual es menor a la significancia planteada de 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística alterna, el cual menciona que las medias de los grupos son diferentes, es decir que al adicionar diferentes porcentajes de aditivo impermeabilizante sika-1 si influye en la resistencia a la flexión del concreto para su uso en la construcción de una cisterna.

En la Tabla 42 se observa la prueba post hoc de Tukey, en la que menciona las diferencias de las medias de los grupos respecto a la muestra patrón, con la adición del 4% de aditivo sika-1 la diferencia de medias fue de 4,18000, el cual es mayor al resto de dosificaciones considerándose la dosificación óptima que más influye en la resistencia a la flexión del concreto.

a) Prueba de normalidad

Ho: Los datos poseen una distribución normal, estadística paramétrica

Ha: Los datos no poseen una distribución normal, estadística no paramétrica

Se utilizó la prueba de shapiro – wilk debido a que la cantidad de los datos en los grupos son menores a 50.

Tabla 43

Prueba de normalidad para la resistencia a tracción

Propiedad mecánica	Adición de aditivo sika - 1	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la tracción	MP + 0% sika-1	,789	3	,089
	MP + 2% sika-1	,834	3	,199
	MP + 3% sika-1	,939	3	,525
	MP + 4% sika-1	,841	3	,217

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 43 se observa la prueba de normalidad, en donde el p-valor de cada grupo analizado de resistencia a la tracción es mayor a 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística nula que menciona que los datos presentan una distribución normal, por ende, la prueba estadística utilizada fue paramétrica.

b) Prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor

Ho: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son iguales

Ha: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son diferentes

Tabla 44

Prueba de homogeneidad de varianzas para la resistencia a tracción

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	df1	df2	Sig.
4,805	3	8	,034

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 45

Prueba de ANOVA de un factor para la resistencia a tracción

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	91,401	3	30,467	35,602	,000
Dentro de grupos	6,846	8	,856		
Total	98,247	11			

Nota. Datos extraídos del SPSS

Tabla 46

Prueba de post hoc - Tukey para la resistencia a tracción

(I) Adición de aditivo sika - 1	(J) Adición de aditivo sika - 1	Diferencia de medias (I-J)	Sig.
MP + 0% sika-1	MP + 2% sika-1	3,84667*	,004
	MP + 3% sika-1	-2,00667	,108
	MP + 4% sika-1	4,74000*	,001
MP + 2% sika-1	MP + 0% sika-1	-3,84667*	,004
	MP + 3% sika-1	-5,85333*	,000
	MP + 4% sika-1	,89333	,653

	MP + 0% sika-1	2,00667	,108
MP + 3% sika-1	MP + 2% sika-1	5,85333*	,000
	MP + 4% sika-1	6,74667*	,000
	MP + 0% sika-1	-4,74000*	,001
MP + 4% sika-1	MP + 2% sika-1	-,89333	,653
	MP + 3% sika-1	-6,74667*	,000

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 44 se observa la prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la tracción, en la que el p – valor obtenido es de 0.034, el cual es menor a la significancia 0.05, por tanto, aceptamos la hipótesis estadística alterna que nos menciona que las varianzas no son homogéneas.

En la Tabla 45 se observa la prueba de ANOVA de un factor, en la que el p-valor resultante es de 0.000, el cual es menor a la significancia planteada de 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística alterna, el cual menciona que las medias de los grupos son diferentes, es decir que al adicionar diferentes porcentajes de aditivo impermeabilizante sika-1 si influye en la resistencia a la tracción del concreto para su uso en la construcción de una cisterna.

En la Tabla 46 se observa la prueba post hoc de Tukey, en la que nos menciona las diferencias de las medias de los grupos respecto a la muestra patrón, con la adición del 4% de aditivo sika-1 la diferencia de medias fue de 4,74000, el cual es mayor al resto de dosificaciones considerándose la dosificación óptima que más influye en la resistencia a la tracción del concreto.

HE3: Al aplicar el aditivo Sika -1 reduce la permeabilidad en el concreto en una cisterna en la ciudad de Juliaca. Provincia de San Román-Puno.

a) Prueba de normalidad

Ho: Los datos poseen una distribución normal, estadística paramétrica

Ha: Los datos no poseen una distribución normal, estadística no paramétrica

Se utilizará la prueba de shapiro – wilk debido a que la cantidad de los datos en los grupos son menores a 50.

Tabla 47*Prueba de normalidad para la permeabilidad*

Propiedad física	Adición de aditivo sika - 1	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Coeficiente de permeabilidad	MP + 0% sika-1	,857	4	,249
	MP + 2% sika-1	,790	4	,085
	MP + 3% sika-1	,797	4	,097
	MP + 4% sika-1	,779	4	,069

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 47 se observa la prueba de normalidad, en donde el p-valor de cada grupo analizado de coeficiente de permeabilidad es mayor a 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística nula que menciona que los datos presentan una distribución normal, por ende, la prueba estadística utilizada fue paramétrica.

b) Prueba de análisis de varianza ANOVA de un factor

Ho: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son iguales

Ha: Las medias de los grupos de resistencia a la compresión son diferentes

Tabla 48*Prueba de ANOVA de un factor para la permeabilidad*

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	2,465	,112
Dentro de grupos	,000	12	,000		
Total	,000	15			

Nota. Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 37 se observa la prueba de ANOVA de un factor, en la que el p-valor resultante es de 0.112, el cual es mayor a la significancia planteada de 0.05, por lo que aceptaremos la hipótesis estadística nula, el cual menciona que las medias de los grupos son iguales, es decir que al adicionar diferentes porcentajes de aditivo impermeabilizante sika-1 no influye en la permeabilidad del concreto para su uso en la construcción de una cisterna, sin embargo se observa una ligera variación que el programa SPSS no considera.

4.8. Discusión de resultados

OE1: Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el esfuerzo a compresión del concreto para la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.

Según, Cadillo (2023) en su tesis de investigación, en donde los resultados al adicionar 0%, 2%, 3% y 4% de aditivo sika 1 del peso de cemento a los 28 días la resistencia a la compresión fue de 280.22 kg/cm², 315.73 kg/cm², 301.39 kg/cm² y 294.11 kg/cm². Asimismo, Lia y otros (2023) en su artículo de investigación en donde los resultados al adicionar 1.5% de aditivo impermeabilizante la resistencia a la compresión a 28 días fue de 4 MPa, finalmente, Guillermo y Medina (2019) en su tesis de investigación, los resultados de resistencia a la compresión a 28 días del concreto patrón fueron de 393 kg/cm², al adicionar sika 1 la resistencia fue de 387 kg/cm² con una relación de a/c 0.50. En nuestra investigación la resistencia a la compresión a 28 días adicionando 0%, 2%, 3% y 4% de aditivo sika-1 fue de 365.87 kg/cm², 296.95 kg/cm², 275.07 kg/cm² y 259.93 kg/cm², disminuyendo considerablemente la resistencia, todo lo contrario, a lo mencionado por los demás autores, en las que se obtuvo una mejora en la compresión al adicionar 3% de aditivo sika.

OE2: Determinar la incidencia del aditivo sika-1 en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto para la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.

En nuestra investigación se observa una resistencia a la flexión a 28 días adicionando 0%, 2%, 3% y 4% de aditivo sika-1 31.34 kg/cm², 29.69 kg/cm², 28.69 kg/cm² y 27.16 kg/cm², la resistencia a la tracción fue de 33.36 kg/cm², 29.51 kg/cm², 35.37 kg/cm² y 28.62 kg/cm² respectivamente, se observa una clara disminución de la resistencia a la flexión del concreto y aumento en la resistencia a la tracción adicionando 3% de aditivo sika-1, el cual se considera la que más influye en la tracción del concreto para la construcción de una cisterna.

OE3: Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el coeficiente de permeabilidad del concreto para la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.

Según, Rodríguez (2016) desarrolló una tesis en la que se incorporó un aditivo impermeabilizante al 2% del peso de cemento, y resultó una disminución muy importante de permeabilidad en hormigones de resistencia 210kg/cm^2 con la adición de aditivo impermeabilizante. Asimismo, Amorós y Bendezú (2019) es su tesis desarrollada, los resultados indicaron que el diseño de mezcla usado en el prototipo con resistencia a la compresión de 261.58 kg/cm^2 y permeabilidad de 0.01744 m/s puede usarse como alternativa de superficie de rodadura para un pavimento. Finalmente, Sota (2017) desarrolló la tesis, en la que el resultado de esta investigación muestra que la adición del aditivo Sika-1 en cantidad del 3% del peso del cemento, genera el máximo valor, aumentando la resistencia a la compresión en 41.29% con respecto a la resistencia de diseño (210kg/cm^2) y disminuyendo el coeficiente de permeabilidad de $5.91 \times 10^{-11}\text{m/s}$ a $2.36 \times 10^{-11}\text{m/s}$, siendo 3% la cantidad de aditivo óptimo que genera la mayor resistencia e impermeabilidad. En nuestra investigación al adicionar 0%, 2%, 3% y 4% de aditivo sika-1, el coeficiente de permeabilidad fue de $3.25 \times 10^{-11}\text{ m/s}$, $2.10 \times 10^{-11}\text{ m/s}$, $8.81 \times 10^{-11}\text{ m/s}$ y $2.60 \times 10^{-10}\text{ m/s}$, se observa un aumento en el coeficiente de permeabilidad, todo lo contrario, a los resultados adquiridos por los autores mencionados.

CONCLUSIONES

Se logró apreciar y evaluar el comportamiento del concreto con la adición del aditivo sika-1, mediante pruebas de laboratorio, determinando la permeabilidad y las propiedades mecánicas conforme a las normas ya establecidas, el aditivo sika-1 como impermeabilizante al ser incorporada al diseño de mezcla del concreto para la construcción de una cisterna influye en la permeabilidad y en las diferentes resistencias del concreto.

Se concluye que con la adición del aditivo impermeabilizante sika -1 al concreto para la construcción de una cisterna disminuye su resistencia considerablemente a los 7, 14,21 y 28 días de curado, a los 28 días la resistencia compresiva de la muestra patrón fue de 365.87 kg/cm², con la adición de 2%, 3% y 4% de aditivo sika-1 la resistencia fue disminuyendo llegando a una resistencia de 259.93 kg/cm², siendo 71.04% menos que la muestra patrón. Las resistencias adquiridas al adicionar aditivo en cantidades del 3%y 4% del peso del cemento, baja la resistencia del concreto por debajo de lo especificado en la norma NTP, sin embargo, con la adición del 2% de aditivo sika-1 la resistencia se encuentra dentro de los requerimientos para la construcción de la cisterna, considerándose el porcentaje más óptimo, aunque la resistencia esté por debajo del concreto patrón.

Realizada las pruebas de flexo – tracción del concreto adicionando diversos porcentajes de aditivo sika-1 como impermeabilizante se concluye que a la edad de 28 días la resistencia a al flexión del concreto patrón fue de 31.34 kg/cm², adicionando porcentajes ascendentes de aditivo la resistencia disminuye considerablemente llegando a una resistencia de 27.16 kg/cm² siendo 13.34% menos que la muestra patrón, en cuanto a la resistencia a la tracción del concreto a 28 días de su curado se presenta una resistencia del concreto patrón de 33.336 kg/cm², adicionando los mismos porcentajes de aditivo sika-1 la resistencia también disminuye considerablemente, sin embargo con la adición del 3% la resistencia aumenta sobrepasando a la muestra patrón en un 6.02% llegando a una resistencia de 35.37 kg/cm², con la adición del 4% de aditivo tenemos la resistencia más baja por debajo de la muestra patrón de 28.62 kg/cm², estando a 14.2% por debajo de la resistencia patrón, con los datos

adquiridos en las diferentes pruebas de laboratorio no se aprecia una mejora en cuanto a la resistencia a flexo – tracción adicionando aditivo impermeabilizante.

El aditivo impermeabilizante sika-1 incorporada en el diseño de mezcla de un concreto para la construcción de una cisterna fue analizada mediante pruebas de laboratorio para conocer el coeficiente promedio de permeabilidad, concluyendo que la muestra patrón tuvo un coeficiente de $3.25E-11$ m/s, al adicionar 2%, 3% y 4% de aditivo sika-1 el coeficiente de permeabilidad estuvo incrementando llegando a un coeficiente de $2.60E-10$ m/s con la adición del 4%.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que se debe investigar normar extranjeras como son las normas europeas ya que en nuestro país no existen normas peruanas relacionadas con el concreto de baja permeabilidad.

Se recomienda utilizar diferentes canteras de agregados ya que los agregados cambian de acuerdo a la zona de la obra a ejecutar.

Se recomienda la realización del ensayo de estanqueidad en una estructura hidráulica y determinar la penetración del agua.

Se recomienda realizar más testigos de concreto para obtener mejores resultados en los datos y más certeza en los cálculos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SORIA, JUNIOR VASQUEZ. *obras hidráulicas mas importantes en el peru*. 2014.
2. MENDEZ G. Carlos Alberto, Liliana Maria Arias. *tecnologia de aditivos para el concreto en obras hidraulicas. construccion y tecnologia en concreto*. 2015.
3. <https://impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com/2016/08/26/aditivos-para-el-concreto/>. <https://impermeabilizaciondelconcreto.wordpress.com/2016/08/26/aditivos-para-el-concreto/>. [En línea]
4. RODRÍGUEZ, Santiago. *Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante*. Ambato - Ecuador : Universidad Técnica de Ambato, 2016.
5. *Effects of waterproofing admixture on the compressive strength and permeability of recycled aggregate concrete*. Matar, Pierre y Barhoun, Jean. s.l. : Journal of Building Engineering, 2020, Vol. 32.
6. *Water-resistance performance analysis of Portland composite concrete containing waterproofing liquid membrane*. Lia, Jianfen, y otros. s.l. : Journal of Building Engineering, 2023. 2352-7102.
7. CADILLO, Grabiél. *Influencia de los aditivos impermeabilizantes en líquido (sika WT - 100 y sika 1) en la resistencia a la compresión del concreto de 210 kg/cm² para su uso en obras hidráulicas*. Ancash - Perú : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2023.
8. AMORÓS, Carlos y BENDEZÚ, José. *Diseño de mezcla de concreto permeable para la construcción de la superficie de rodadura de un pavimento de resistencia de 210 kg/cm²*. Lima - Perú : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019.
9. GUILLERMO, Arturo y MEDINA, Bryan. *Influencia de la relación agua - cemento, tipo de aditivo impermeabilizante y de cemento en la resistencia a la compresión y permeabilidad en un concreto para estructuras hidráulicas, Trujillo, 2018*. Trujillo - Perú : Universidad Peruana del Norte, 2018.
10. SOTA, Humberto. *Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad*. Cajamarca - Perú : Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
11. CASTILLO, ing. flavio abanto. *tecnologia del concreto*. lima : "san marcos", 1996.
12. *Reglamento nacional de edificaciones*. 2009.
13. SENCICO. *ASTM C33 requisitos para granulometria y calidad de los agregados finos y gruesos*.
14. RIVVA, enrique. *naturaleza y materiales del concreto* . lima : instituto de la construccion y gerencia, 2007.
15. LOPEZ, Enrique Rivva. *concreto diseño de mazclas tomo II*. lima : instituto de la construccion y gerencia, 2005.

16. 339.034, Norma Técnica Peruana. *metodo de ensayo normalizado para la deterinacion de la reistencia a la compresion del concreto, en muestras cilindricas de concreto*. lima : s.n., 2015.
17. Ph.D., ing. German HERMIDA. *concreto impermeable*. 2014.
18. *investigacion experimental*. ARIAS, ENRIQUE RUS. 10 de diciembre, 2020.
19. SAMPIERI, Roberto Hernández. *Metodologia de la investigacion*. México : McGRAW-HILL/INTERIAMERICANA EDITORES.S.A. DE C.V., 2014. 128.
20. CUTIPA, Francisco Charaja. *EL MAPIC EN LA METOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. PUNO : SAGITARIO IMPRESORES, 2011.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Certificados de calidad

Anexo 03: Certificados de los ensayos de propiedades mecánicas al concreto endurecido

Anexo 04: Panel fotográfico

Anexo 01: Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera incide el aditivo sika-1 en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno?	Evaluar la incidencia del aditivo sika-1 en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.	El uso de aditivo Sika -1 en diferentes porcentajes si influyen en la permeabilidad y las propiedades mecánicas del concreto en la construcción de una cisterna, en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno.	Variable independiente Aditivo sika-1 en el diseño de mezclas	D1: Relación agua-cemento D2: Porcentajes de adición del aditivo sika-1	I1: Construcción de una cisterna	Método de investigación Experimental Tipo de Investigación Cuantitativo Nivel de Investigación Experimental Diseño de investigación Experimental Población está compuesta por elementos de concreto simple con distintas proporciones de aditivo Sika -1.
¿Cómo interviene el aditivo Sika-1, en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno?	Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno.	El uso de aditivo sika-1 si influye en el esfuerzo a compresión del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno.				Muestra compuesta por una cisterna de 1.50mx1.50mx1.50m (BxHxL)
¿Cómo interviene el aditivo Sika-1, en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno?	Determinar la incidencia del aditivo sika-1 en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno.	El uso de aditivo sika-1 si influye en el esfuerzo a la flexo-tracción del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – puno.		D1: Coeficiente de permeabilidad D2: Resistencia a la compresión D3: Resistencia a la flexo - tracción	I1: Grado de impermeabilidad I2: Esfuerzo último a compresión I3: Esfuerzo último a flexo – tracción	Técnicas Revisión bibliográfica Recolección de datos Ensayos de laboratorio Análisis e interpretación de resultados Instrumentos Fichas de recolección de datos Equipos y herramientas de laboratorio Software de análisis e interpretación de resultados
¿Cómo el aditivo Sika -1 incide en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno?	Demostrar que el aditivo sika-1 incide en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.	El uso de aditivo sika-1 si influye en el coeficiente de permeabilidad del concreto en la construcción de una cisterna en la ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno.	Variable dependiente Permeabilidad y propiedades mecánicas del concreto			

Anexo 02: Certificados de calidad

CERTIFICADO DE CALIDAD



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto **Sika[®] 1**.

1. ESTADO PERMISIBLE:

Aspecto	: Suspensión líquida ligeramente cremosa, color amarillo tenue
Sólidos por Dsecación (%)	: 10.0 +/- 2.0
Fecha de Vencimiento	: 02 años

2. REFERENCIA:

NICC : 1101000
Edición : 7

Atentamente,



Claudia Vargas
Gerente de Laboratorio
Sika Perú S.A.C.

Lurín, Octubre de 2020

Formato CC-F 12
Autorizado por: GMS
Fecha: 05/07/13
Edición: 5

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB WWW.SIKA.COM.PE

SIKA PERU S.A.C.

Ce Habilitación Industrial El Lúcumo Mz. "B" Lote 6, Lurín - L3 Lima - Perú
Telf: +51 1 618 6060 · Fax: +51 1 618 6070 · www.sika.com.pe



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika®-1

ADITIVO IMPERMEABILIZANTE

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-1 es un aditivo impermeabilizante líquido de fraguado normal para mortero y concreto.

USOS

Sika®-1 se utiliza para la impermeabilización de morteros y hormigón, en particular para:

- Arrendamientos, morteros de albañilería y soleras.
- Hormigón armado y no reforzado.
- Ladrillo, hormigón y sustratos de piedra.
- Aplicaciones en interiores y exteriores, como sótanos, piscinas, túneles, tanques de agua, pozos, alcantarillas.
- Uso en condiciones de clima tropical y caliente.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika®-1 bloquea los capilares y los poros en el sistema cementoso aplicado para proporcionar una barrera de agua efectiva contra la transmisión de agua líquida.

Los beneficios de Sika®-1 incluyen, entre otros, los siguientes:

- Mayor impermeabilidad del mortero / hormigón.
- Listo para usar
- Fácilmente disperso
- Libre de Cloruro

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Paquete x 4 envases PET x 4 L. • Balde x 20 L. • Cilindro x 200 L.
Apariencia / Color	Líquido amarillo
Vida Útil	12 meses de vida útil a partir de la fecha de producción si se almacena correctamente en el empaque original sellado, sin daños y sin abrir.
Condiciones de Almacenamiento	Almacenamiento a temperaturas entre 5 ° C y 30 ° C. Proteger de la luz solar directa, las heladas y la contaminación.
Densidad	~1.0 g/cm ³
Contenido Total de Iones de Cloruro	≤ 0.1 %

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada

Agregue una parte de Sika®-1 a 10 partes de agua, lo que equivale a aproximadamente el 3% del contenido de cemento. Cuando se utiliza arena muy húmeda, la proporción debe aumentarse a 1: 8 o en casos extremos 1: 6.
Nota: Las mezclas de prueba siempre deben realizarse para establecer las tasas de dosificación exactas y los requisitos de agua por mezcla.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

MEZCLADO

Sika®-1 debe agitarse lentamente antes de usar para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos. Sika®-1 se diluirá en el agua de aforo. La dilución debe agitarse lentamente (para garantizar una consistencia homogénea y sin grumos) antes de agregarla al mezclador de mortero / concreto. Sika®-1 también se puede agregar puro a la mezcla de mortero / concreto siempre que la mezcla se mezcle correctamente para lograr una consistencia homogénea.

MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

Deben seguirse las normas estándar de buenas prácticas de hormigonado (relativas a la producción, colocación y curado). Consulte las normas pertinentes.

Sika®-1 puede combinarse con muchos otros productos Sika®.

Nota: Se requieren pruebas preliminares para probar la compatibilidad. Póngase en contacto con el servicio técnico de Sika para obtener más información y asesoramiento.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

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.

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.

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 Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





IP CEMENTO RUMI

Alta Durabilidad

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO CLÁSICO DE ALTA DURABILIDAD

RUMI IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

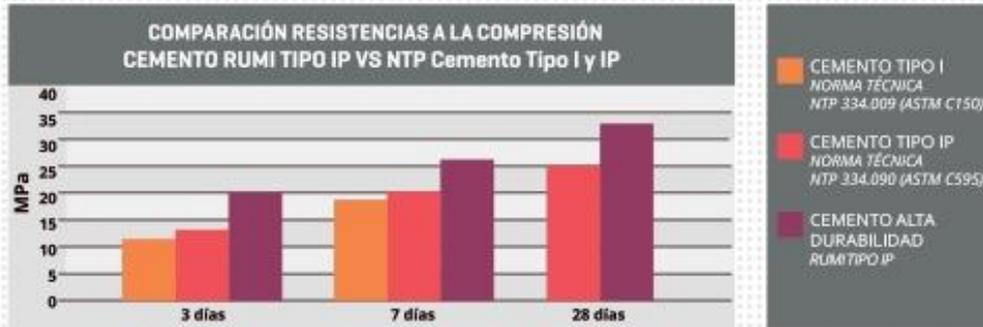
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS QUÍMICOS	CEMENTO RUMI TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.099 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
MgO (%)						
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0					
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0					
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85					
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03					
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270					
Contenido de aire	2.5 a 8.0					12 Máx
Resistencia a la compresión		Kg/cm ²	MPa	Kg/cm ²	MPa	
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6		133 Min	13	122 Min 12Min
7 días	225 a 255	22 a 25		204 Min	20	194 Min 19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33.3		255 Min	25	- -
Resistencia a los sulfatos		%		%		
% Expansión a los 6 meses		< 0.04			0.05 Máx	
% Expansión a 1 año		< 0.05			0.10 Máx	

RUMI

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



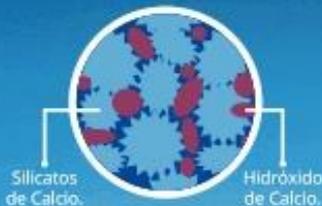
OTRAS PROPIEDADES

1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

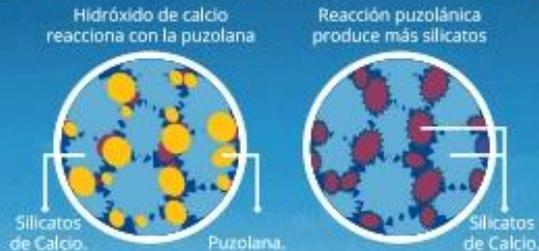
Los silicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

CON CEMENTO TIPO I



El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25% es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO DE ALTA DURABILIDAD RUMI IP



La puzolana que contiene el cemento ALTA DURABILIDAD RUMI IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Rumi para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO ALTA DURABILIDAD RUMI IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO ALTA DURABILIDAD RUMI IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.



3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

El CEMENTO ALTA DURABILIDAD RUMI IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los silicatos de la puzolana con los hidróxido de calcio producidos en la hidratación del cemento disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali - agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO ALTA DURABILIDAD RUMI IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.



5 RECOMENDACIONES DE USO

- Curado adecuado con abundante agua.
- Mantener humectada la superficie para lograr la mayor resistencia y evitar fisuramiento por excesivo secado.
- Tomar precauciones para el adecuado curado en vaciados cuando se presentan bajas temperaturas.
- Asesorarse siempre con un profesional de la construcción/ingeniero civil.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor emisión de gases de efecto invernadero durante su fabricación
- Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.



Botas Impermeables



Protección Respiratoria



Guantes Impermeables



Protección Ocular



ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 25 Kg	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 Of.68	Cemento Pozolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Pozolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Pozolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolánico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO UG

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.



Cuidemos juntos el medio ambiente.
Big Bag: Se sugiere desechar como basura común.
Bolsas: Se sugiere reciclar el envase.



Anexo 03: Certificados de los ensayos de propiedades mecánicas al concreto endurecido



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION
NTP 339.034 : 2015

CODIGO DE INFORME
GCT-EC-2348
FIRM Y 81

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKÁ-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2021-11-11
F. EMISIÓN : 2021-11-15
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Nº	PRUEBA			FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	MASA (kg)	AREA (cm²)	FC (Kg/cm²)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (KN)	RESULTADOS	
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA	RESISTENCIA ROTURA (F'c) (kg/cm²)								%	TIPO DE FRACTURA
1	M-P	—	2021-11-04	2021-11-11	7	15.27	12.30	183.01	280	38199.73	374.61	208.73	74.55%	tipo V
2	M-P	—	2021-11-04	2021-11-11	7	15.09	12.30	173.72	280	36299.22	385.00	219.67	78.49%	tipo I
3	M-P	—	2021-11-04	2021-11-11	7	15.22	12.30	181.82	280	38965.54	382.12	214.31	76.54%	tipo V
4	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-12	7	15.38	12.30	185.18	280	35011.07	343.34	189.07	67.52%	tipo V
5	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-12	7	15.34	12.30	184.7	280	33296.13	326.13	180.05	64.31%	tipo II
6	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-12	7	15.33	12.30	194.58	280	33632.41	329.82	182.21	65.88%	tipo II
7	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-13	7	15.00	12.30	176.8	280	34780.22	340.88	196.83	79.30%	tipo V
8	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-13	7	15.23	12.30	182.06	280	33588.66	329.39	184.49	69.89%	tipo V
9	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-13	7	15.23	12.30	182.06	280	33985.23	333.28	186.67	68.67%	tipo V
10	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-15	7	15.25	12.30	182.85	175	33126.62	324.86	181.37	103.64%	tipo V
11	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-15	7	15.24	12.30	182.41	280	36773.14	360.62	201.60	72.99%	tipo V
12	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-15	7	15.28	12.30	183.37	280	33146.00	325.05	180.76	64.56%	tipo V

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES: NO TAMANO DE PRUEBAS: 15x30 cm.	TIPOS DE FRACTURA <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">       </div>
---	--

1. La marca de prensa utilizado fue de PyG S/TC-2000 Digital Display, Serial No. 150652.
 2. El diametro se midió presionado en base a dos lecturas.
 3. La rotura fue realizada con la presencia del solicitante.
 4. —
 5. —
 6. —



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Rony Hinariá Jaramilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

027881

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION
NTP 308.034 : 2015

CODIGO DE INFORME
GCT-EC-2349
Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIK-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2021-11-18

F. EMISIÓN : 2021-11-22

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ENSAYO											RESULTADOS			
N°	PROBETA		FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	MASA (kg)	AREA (cm ²)	F'c (kg/cm ²)	CARGA MAXIMA (kg)	CARGA MAXIMA (MN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c) (kg/cm ²)	%	TIPO DE FRACTURA
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA										
1	M-P	--	2021-11-04	2021-11-18	14	15.12	12.30	179.43	280	43894.87	430.48	244.64	87.37%	tipo II
2	M-P	--	2021-11-04	2021-11-18	14	15.17	12.30	190.74	280	40789.82	400.01	225.68	83.80%	tipo V
3	M-P	--	2021-11-04	2021-11-18	14	15.17	12.30	190.74	280	42705.02	419.38	236.61	84.50%	tipo II
4	M-P + 2%	--	2021-11-05	2021-11-19	14	15.29	12.30	183.61	280	37925.43	371.92	205.55	73.77%	tipo II
5	M-P + 2%	--	2021-11-05	2021-11-19	14	15.18	12.30	180.88	280	36935.48	359.27	202.56	72.94%	tipo II
6	M-P + 2%	--	2021-11-05	2021-11-19	14	15.12	12.30	179.55	280	39384.85	383.29	217.68	77.74%	tipo II
7	M-P + 3%	--	2021-11-06	2021-11-20	14	15.21	12.30	181.7	280	34866.20	342.90	192.44	68.73%	tipo II
8	M-P + 3%	--	2021-11-06	2021-11-20	14	15.30	12.30	183.85	280	38556.57	379.09	210.26	75.08%	tipo V
9	M-P + 3%	--	2021-11-06	2021-11-20	14	15.20	12.30	181.46	280	38150.78	374.13	210.24	75.08%	tipo V
10	M-P + 4%	--	2021-11-08	2021-11-22	14	15.23	12.30	182.18	280	37289.12	365.68	204.68	73.10%	tipo V
11	M-P + 4%	--	2021-11-08	2021-11-22	14	14.90	12.30	174.37	280	37671.52	369.43	216.04	77.16%	tipo V
12	M-P + 4%	--	2021-11-08	2021-11-22	14	15.31	12.30	184.09	280	36961.79	362.47	200.78	71.71%	tipo V

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:			NO	TAMANO DE PROBETAS:	15x30 cm.	TIPOS DE FRACTURA					
1	La marca de prensa utilizado fue de PyS 57E-2000 Digital Display, Serial No. 180832.										
2	El diametro es medido promedio en base a dos lecturas.										
3	La rotura fue realizada con la presencia del solicitante.										
4	--										
5	--										
6	--										

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. René Ricardo Riquelme
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovillo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 051 010447 / 051 871588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

027892

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION
NTP 339.004 - 2015

CODIGO DE INFORME
GCT-SC-2150
Folios 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKÁ-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA",

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2021-11-25

F. EMISIÓN : 2021-11-29

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	PROBETA		FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	MASA (kg)	AREA (cm ²)	F'c (Kg/cm ²)	CARGA MAXIMA (kgf)	CARGA MAXIMA (KN)	RESULTADOS		
	ELEMENTO	CODIGO	VAGADO	ROTURA								RESISTENCIA ROTURA (F'c)	%	TIPO DE FRACTURA
1	M-P	—	2021-11-04	2021-11-25	21	15.01	12.30	176.95	280	53182.48	521.54	300.55	107.04%	spo II
2	M-P	—	2021-11-04	2021-11-25	21	15.09	12.30	177.42	280	55290.24	542.21	311.63	111.36%	spo V
3	M-P	—	2021-11-04	2021-11-25	21	14.98	12.30	176.13	280	52947.94	519.24	300.52	107.38%	spo II
4	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-26	21	15.14	12.30	180.03	280	50837.12	498.54	282.38	100.85%	spo II
5	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-26	21	15.06	12.30	178.13	280	53046.85	520.21	297.80	106.36%	spo II
6	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-11-26	21	15.15	12.30	180.15	280	50644.39	496.65	281.12	100.40%	spo II
7	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-27	21	14.99	12.30	176.36	280	46520.65	456.21	263.78	94.21%	spo II
8	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-27	21	15.12	12.30	179.55	280	44891.99	439.85	249.59	89.18%	spo V
9	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-11-27	21	14.96	12.30	175.77	280	43053.60	422.21	244.94	87.49%	spo V
10	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-29	21	15.02	12.30	177.19	280	40651.14	398.65	229.42	81.94%	spo V
11	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-29	21	15.05	12.30	177.78	280	41014.16	402.21	230.70	82.39%	spo V
12	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-11-29	21	15.07	12.30	178.37	280	44634.16	437.71	250.23	88.37%	spo V

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMANO DE PROBETAS:	TIPOS DE FRACTURA
1 La marca de prensa utilizado fue de Pyd SITS-2000 Digital Display, Serial No. 190692.		150x30 cm.	
2 El diametro es medido promedio en base a dos lecturas.			
3 La rotura fue realizada con la presencia del solicitante.			
4 —			
5 —			
6 —			

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raul Miravalles Montalvo
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Este terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

027883



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION NTP 308.034 : 2015

CODIGO DE INFORME
GCT-EC-2351
Página 1 de 1

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIK-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN : PUNO - SAN ROMÁN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2021-12-02

F. EMISIÓN : 2021-12-08

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

N°	ENSAYO										RESULTADOS			
	PROBETA		FECHA		EDAD	DIMETRO	BASE	AREA	PC	CARGA MAXIMA	CARGA MAXIMA	RESISTENCIA ROTURA (F'c)	%	TIPO DE FRACTURA
	ELEMENTO	CODIGO	VIGADO	ROTURA	(Días)	(cm)	(kg)	(cm²)	Kg/cm²	(kgf)	(kN)	(kgf/cm²)		
1	M-P	—	2021-11-04	2021-12-02	28	15.25	12.30	182.65	280	68064.27	667.48	372.65	133.09%	spo V
2	M-P	—	2021-11-04	2021-12-02	28	15.25	12.30	182.53	280	66114.57	648.36	362.21	129.36%	spo V
3	M-P	—	2021-11-04	2021-12-02	28	15.20	12.30	181.66	280	66827.00	645.54	362.76	129.56%	spo V
4	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-12-03	28	14.97	12.30	176.01	280	51543.79	505.47	292.85	104.59%	spo V
5	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-12-03	28	15.19	12.30	181.22	280	55088.29	540.21	303.97	106.56%	spo V
6	M-P + 2%	—	2021-11-05	2021-12-03	28	15.28	12.30	183.25	280	53879.97	528.38	294.02	105.01%	spo V
7	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-12-04	28	15.22	12.30	181.84	280	49257.57	483.05	270.74	96.89%	spo V
8	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-12-04	28	15.29	12.30	183.61	280	50888.04	500.02	277.70	99.18%	spo V
9	M-P + 3%	—	2021-11-06	2021-12-04	28	15.29	12.30	183.61	280	50821.83	498.38	276.79	98.89%	spo V
10	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-12-06	28	15.20	12.30	183.61	280	49556.38	486.58	263.57	95.96%	spo V
11	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-12-06	28	15.17	12.30	180.74	280	48163.42	472.32	266.48	95.17%	spo V
12	M-P + 4%	—	2021-11-08	2021-12-06	28	15.25	12.30	182.85	280	47441.45	465.24	259.74	92.76%	spo V

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:			NO	TAMAÑO DE PROBETAS:	15x30 cm.	TIPOS DE FRACTURA					
1	La marca de prensa utilizada fue de PYS GTC-2000 Digital Display, Serial No. 190652.										
2	El diametro es medido promedio en base a dos lecturas.										
3	La rotura fue realizada con la presencia del solicitante.										
4	—										
5	—										
6	—										

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Anil Miravalles Jimenez
CSP: 1.314.80

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta firmantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex. av. salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871588
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027884

INFORME DE ENSAYO
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA
 ASTM C78 / C78M-18

CODIGO DE INFORME
 GCT - EFC - 018
 Página 1 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".
 UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
 SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2022-08-11
 F. EMISIÓN : 2022-09-22
 ENVIADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
 PRESENTACION : Prismas de concreto endurecido
 Fc DE DISEÑO : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

N°	PRISMA ELEMENTO	MASA (g)	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	LUZ LIBRE (cm)	CARGA kN	UBICACIÓN DE FALLA	CARGA Kg	MÓDULO DE ROTURA
1	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,02	15,35	45,0	21,06	TERCIO CENTRAL	2147,53	27,91 kg/cm2
2	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,01	15,24	45,0	20,98	TERCIO CENTRAL	2139,37	28,04 kg/cm2
3	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,08	15,16	45,0	22,01	TERCIO CENTRAL	2244,40	29,30 kg/cm2
4	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,02	15,24	45,0	22,34	TERCIO CENTRAL	2278,05	29,82 kg/cm2
5	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,04	15,14	45,0	22,12	TERCIO CENTRAL	2255,82	29,64 kg/cm2
6	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,02	15,12	45,0	22,31	TERCIO CENTRAL	2275,00	30,01 kg/cm2
7	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,03	15,19	45,0	22,87	TERCIO CENTRAL	2332,10	30,58 kg/cm2
8	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,04	15,1	45,0	22,99	TERCIO CENTRAL	2344,34	30,89 kg/cm2
9	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,03	15,1	45,0	23,01	TERCIO CENTRAL	2346,38	30,95 kg/cm2
10	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,02	15,05	45,0	23,14	TERCIO CENTRAL	2359,63	31,27 kg/cm2
11	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,04	15,05	45,0	23,12	TERCIO CENTRAL	2357,59	31,16 kg/cm2
12	MUESTRA PATRÓN	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,02	15,08	45,0	23,42	TERCIO CENTRAL	2388,18	31,59 kg/cm2

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES		NO	OBSERVACIONES
1	Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		
2	Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo		
3	La altura y Ancho es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.		
5	—		
6	—		

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raul Miranda Quiñanilla
 EIP: 131484

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA

ASTM C78 / C78M-18

CODIGO DE INFORME

GCT - EFC - 016

Página 1 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2022-08-11

F. EMISIÓN : 2022-09-22

ENVIADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PRESENTACION : Prismas de concreto endurecido
Fc DE DISEÑO : 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

N°	PRISMA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	LUZ LIBRE (cm)	CARGA kN	UBICACIÓN DE FALLA	CARGA Kg	MÓDULO DE ROTURA
	ELEMENTO	MASA (g)										
1	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,03	15,22	45,0	19,26	TERCIO CENTRAL	1963,98	25,70 kg/cm ²
2	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,02	15,15	45,0	19,42	TERCIO CENTRAL	1980,30	25,07 kg/cm ²
3	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,04	15,12	45,0	19,34	TERCIO CENTRAL	1972,14	25,85 kg/cm ²
4	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,12	14,98	45,0	19,88	TERCIO CENTRAL	2027,20	26,64 kg/cm ²
5	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,08	15,14	45,0	19,87	TERCIO CENTRAL	2026,18	26,48 kg/cm ²
6	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,09	15,12	45,0	19,75	TERCIO CENTRAL	2013,95	26,32 kg/cm ²
7	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,10	15,02	45,0	21,04	TERCIO CENTRAL	2145,49	28,19 kg/cm ²
8	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,12	15,11	45,0	21,12	TERCIO CENTRAL	2153,65	28,06 kg/cm ²
9	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,08	15,08	45,0	21,04	TERCIO CENTRAL	2145,49	28,12 kg/cm ²
10	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,03	15,02	45,0	22,14	TERCIO CENTRAL	2257,66	29,94 kg/cm ²
11	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,11	15,12	45,0	22,15	TERCIO CENTRAL	2258,68	29,44 kg/cm ²
12	MP + 2% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,11	15,02	45,0	22,18	TERCIO CENTRAL	2261,74	29,68 kg/cm ²

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES : NO

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- La altura y Ancho es medida promedio en base a dos lecturas.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
-
-

ASTM C78 - 08



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raul Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027205

INFORME DE ENSAYO

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA

ASTM C78 / C78M-18

CODIGO DE INFORME

GCT - EFC - 016

Página 1 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2022-08-11

F. EMISIÓN : 2022-09-22

EMBATADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PRESENTACION : Prismas de concreto endurecido
Fc DE DISEÑO : 280 kg/cm2

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

N°	PRISMA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	LUZ LIBRE (cm)	CARGA kN	UBICACIÓN DE FALLA	CARGA Kg	MÓDULO DE ROTURA
	ELEMENTO	MASA (g)										
1	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,04	15,00	45,0	18,87	TERCIO CENTRAL	1924,21	25,52 kg/cm2
2	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,04	15,09	45,0	18,55	TERCIO CENTRAL	1891,58	24,94 kg/cm2
3	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,07	15,11	45,0	19,01	TERCIO CENTRAL	1938,49	25,42 kg/cm2
4	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,02	15,08	45,0	19,54	TERCIO CENTRAL	1992,53	26,36 kg/cm2
5	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,01	15,07	45,0	19,35	TERCIO CENTRAL	1973,16	26,15 kg/cm2
6	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,06	15,02	45,0	20,00	TERCIO CENTRAL	2039,44	26,94 kg/cm2
7	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,04	15,07	45,0	20,12	TERCIO CENTRAL	2051,68	27,08 kg/cm2
8	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,07	15,11	45,0	20,17	TERCIO CENTRAL	2056,78	26,97 kg/cm2
9	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,02	15,1	45,0	20,18	TERCIO CENTRAL	2057,79	27,18 kg/cm2
10	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,02	15,04	45,0	21,29	TERCIO CENTRAL	2170,98	28,79 kg/cm2
11	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,04	15,12	45,0	21,57	TERCIO CENTRAL	2199,54	28,94 kg/cm2
12	MP + 3% DE SIKA-1	—	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,03	15,05	45,0	20,99	TERCIO CENTRAL	2140,39	28,33 kg/cm2

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES : NO

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- La altura y Ancho es medida promedio en base a dos lecturas.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
-
-

ASTM C78 - 08



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raúl Shiran
Ing. Raúl Shiran Quintanilla

CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027206

INFORME DE ENSAYO
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA
ASTM C78 / C78M-18

CODIGO DE INFORME

OCT - EFC - 016

Página 1 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIK-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA".

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2022-08-11

F. EMISIÓN : 2022-09-22

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TIPO DE MUESTRA : Concreto endurecido
PRESENTACION : Prismas de concreto endurecido
F_c DE DISEÑO : 280 kg/cm²

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

N°	PRISMA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	LUZ LIBRE (cm)	CARGA kN	UBICACIÓN DE FALLA	CARGA Kg	MÓDULO DE ROTURA
	ELEMENTO	MASA (g)										
1	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,03	15,07	45,0	18,79	TERCIO CENTRAL	1916,05	25,33 kg/cm ²
2	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,04	15,05	45,0	18,57	TERCIO CENTRAL	1893,82	25,03 kg/cm ²
3	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-21	7 días	15,01	15,08	45,0	18,99	TERCIO CENTRAL	1936,45	25,63 kg/cm ²
4	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,02	14,99	45,0	18,96	TERCIO CENTRAL	1933,39	25,73 kg/cm ²
5	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,06	15,07	45,0	18,99	TERCIO CENTRAL	1936,45	25,50 kg/cm ²
6	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2022-12-28	14 días	15,04	15,06	45,0	19,12	TERCIO CENTRAL	1949,70	25,75 kg/cm ²
7	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,03	15,00	45,0	19,56	TERCIO CENTRAL	1994,57	26,48 kg/cm ²
8	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,04	15,12	45,0	19,54	TERCIO CENTRAL	1992,53	26,22 kg/cm ²
9	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-04	21 días	15,07	15,07	45,0	19,45	TERCIO CENTRAL	1983,36	26,08 kg/cm ²
10	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,07	15,03	45,0	20,28	TERCIO CENTRAL	2067,99	27,26 kg/cm ²
11	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,1	15,07	45,0	20,12	TERCIO CENTRAL	2051,88	26,87 kg/cm ²
12	MP + 4% DE SIK-1	---	2022-12-14	2023-01-11	28 días	15,02	15,04	45,0	20,22	TERCIO CENTRAL	2061,87	27,35 kg/cm ²

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES : NO

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
- Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- La altura y Ancho es medida promedio en base a dos lecturas.
- Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
-
-

ASTM C78 - 08



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Norberto Quintanilla

Ing. Raul Norberto Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027207



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

ASTM C496/C496M 17

CODIGO DE INFORME

GCT - ETC - 2228

Página 2 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKa-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA"

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA: BACH NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO: 2023-03-21

F. EMISIÓN: 2023-04-11

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Tipo de muestra: Concreto endurecido
Presentación: Especímenes cilíndricos
F^c de diseño: 280 kg/cm²

N°	PROBETA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA		TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
	ELEMENTO	CÓDIGO						Kg	kN	
1	MP + 2 % Sika®-1	M-1	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,20	15,02	15002,12	147,12	21,06 kg/cm ²
2	MP + 2 % Sika®-1	M-2	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,01	15,00	15554,81	152,54	22,00 kg/cm ²
3	MP + 2 % Sika®-1	M-3	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,02	15,02	14945,02	146,56	21,10 kg/cm ²
4	MP + 2 % Sika®-1	M-4	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,00	15,00	17378,07	170,42	24,58 kg/cm ²
5	MP + 2 % Sika®-1	M-5	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,04	15,02	17900,16	175,54	25,26 kg/cm ²
6	MP + 2 % Sika®-1	M-6	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,05	15,04	17391,32	170,55	24,50 kg/cm ²
7	MP + 2 % Sika®-1	M-7	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,10	15,01	19828,46	194,45	27,94 kg/cm ²
8	MP + 2 % Sika®-1	M-8	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,04	15,00	20134,37	197,45	28,45 kg/cm ²
9	MP + 2 % Sika®-1	M-9	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,08	15,01	20551,44	201,54	28,98 kg/cm ²
10	MP + 2 % Sika®-1	M-10	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,05	15,00	21092,91	206,85	29,79 kg/cm ²
11	MP + 2 % Sika®-1	M-11	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,06	15,02	20814,52	204,12	29,35 kg/cm ²
12	MP + 2 % Sika®-1	M-12	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,05	15,06	20901,20	204,97	29,40 kg/cm ²

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECÍMENES	NO	TAMAÑO DE PROBETAS: 15 x 30 cm	ASTM C496
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.		
2	La descripción de las briquetas fue proporcionado por el solicitante.		
3	El diámetro y longitud es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.		
5	---		
6	---		



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Rosal Miranda Quintanilla
CIP: 131780

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027209

ENSAYO DE TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

INFORME DE ENSAYO

ASTM C496/C496M-17

CODIGO DE INFORME
GCT - ETC - 2228

Página 1 de 4

PROYECTO : "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKA-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA"

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA : BACH. NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO : 2023-03-21

F. EMISIÓN : 2023-04-11

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes cilíndricos
F_c de diseño : 280 kg/cm²

N°	PROBETA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA		TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
	ELEMENTO	CÓDIGO						Kg	kN	
1	MUESTRA PATRON	M-1	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,05	15,00	16166,64	158,54	22,83 kg/cm ²
2	MUESTRA PATRON	M-2	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,04	15,01	16264,53	159,50	22,96 kg/cm ²
3	MUESTRA PATRON	M-3	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,2	15,0000	15149,98	148,57	21,29 kg/cm ²
4	MUESTRA PATRON	M-4	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,10	15,00	18613,97	182,54	26,25 kg/cm ²
5	MUESTRA PATRON	M-5	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,05	15,02	18002,14	176,54	25,39 kg/cm ²
6	MUESTRA PATRON	M-6	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,04	15,01	18481,41	181,24	26,09 kg/cm ²
7	MUESTRA PATRON	M-7	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,20	15,02	21874,01	214,51	30,70 kg/cm ²
8	MUESTRA PATRON	M-8	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,2	15,02	20551,44	201,54	28,84 kg/cm ²
9	MUESTRA PATRON	M-9	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,1	15,03	21691,48	212,72	30,52 kg/cm ²
10	MUESTRA PATRON	M-10	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,00	15,00	23916,51	234,54	33,83 kg/cm ²
11	MUESTRA PATRON	M-11	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,7	15,01	23520,86	230,66	32,49 kg/cm ²
12	MUESTRA PATRON	M-12	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,4	15,02	24213,25	237,45	33,76 kg/cm ²

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES	NO	TAMAÑO DE PROBETAS	ASTM C496
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante	15 x 30 cm	
2	La descripción de las brujetas fue proporcionado por el solicitante.		
3	El diámetro y longitud es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606		
5			
6			



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

027208

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

ASTM C496/C496M-17

CODIGO DE INFORME

GCT - ETC - 2228

Página 4 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKa-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA"

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA: BACH NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO: 2023-03-21

F. EMISIÓN: 2023-04-11

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Tipo de muestra: Concreto endurecido
Presentación: Especímenes cilíndricos
Fc de diseño: 280 kg/cm2

N°	PROBETA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIAMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA		TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
	ELEMENTO	CÓDIGO						Kg	kN	
1	MP + 4 % Sika®-1	M-1	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,20	15,00	14810,41	145,24	20,81 kg/cm2
2	MP + 4 % Sika®-1	M-2	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,02	15,00	14603,41	143,21	20,65 kg/cm2
3	MP + 4 % Sika®-1	M-3	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,01	15,10	15724,08	154,20	22,09 kg/cm2
4	MP + 4 % Sika®-1	M-4	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,07	15,01	16358,35	160,42	23,07 kg/cm2
5	MP + 4 % Sika®-1	M-5	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,10	15	15540,53	152,40	21,91 kg/cm2
6	MP + 4 % Sika®-1	M-6	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,12	15	16547,00	162,27	23,32 kg/cm2
7	MP + 4 % Sika®-1	M-7	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,08	15,02	19330,83	189,57	27,24 kg/cm2
8	MP + 4 % Sika®-1	M-8	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,04	15,02	17755,36	174,12	25,05 kg/cm2
9	MP + 4 % Sika®-1	M-9	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,10	15,03	17834,90	174,90	25,10 kg/cm2
10	MP + 4 % Sika®-1	M-10	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,07	15,01	21046,00	206,39	29,68 kg/cm2
11	MP + 4 % Sika®-1	M-11	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,05	15	19012,68	186,45	26,85 kg/cm2
12	MP + 4 % Sika®-1	M-12	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,12	15	20814,52	204,12	29,33 kg/cm2

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECIMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS: 15 x 30 cm	ASTM C496
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.		
2	La descripción de las brujetas fue proporcionado por el solicitante.		
3	El diámetro y longitud es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.		
5	---		
6	---		



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Raul Miranda
 Ing. Raul Miranda Quintanilla
 CIP: 131485

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

027211

ENSAYO DE TRACCIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO

INFORME DE ENSAYO

ASTM C496/C496M-17

CODIGO DE INFORME

GCT - ETC - 2228

Página 3 de 4

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA CISTERNA, CON ADITIVO SIKa-1 EN LA CIUDAD DE JULIACA"

UBICACIÓN: PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

SOLICITA: BACH NILTON ELVIS YERBA PACORI

F. INGRESO: 2023-03-21

F. EMISIÓN: 2023-04-11

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.

Tipo de muestra: Concreto endurecido
Presentación: Especímenes cilíndricos
Fc de diseño: 280 kg/cm²

N°	PROBETA		FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	LONGITUD (cm)	DIÁMETRO (cm)	FUERZA MÁXIMA		TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
	ELEMENTO	CÓDIGO						Kg	kN	
1	MP + 3 % Sika®-1	M-1	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,10	15,01	17190,44	168,58	24,22 kg/cm ²
2	MP + 3 % Sika®-1	M-2	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,10	15	16778,47	164,54	23,66 kg/cm ²
3	MP + 3 % Sika®-1	M-3	2023-03-14	2023-03-21	7 días	30,02	15,02	17337,28	170,02	24,48 kg/cm ²
4	MP + 3 % Sika®-1	M-4	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,05	15,00	19427,71	190,52	27,44 kg/cm ²
5	MP + 3 % Sika®-1	M-5	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,06	15,01	18829,13	184,65	26,57 kg/cm ²
6	MP + 3 % Sika®-1	M-6	2023-03-14	2023-03-28	14 días	30,05	15,02	19193,17	188,22	27,07 kg/cm ²
7	MP + 3 % Sika®-1	M-7	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,05	15,00	23304,68	228,54	32,91 kg/cm ²
8	MP + 3 % Sika®-1	M-8	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,02	15,02	23397,48	229,45	33,03 kg/cm ²
9	MP + 3 % Sika®-1	M-9	2023-03-14	2023-04-04	21 días	30,01	15,01	23474,97	230,21	33,18 kg/cm ²
10	MP + 3 % Sika®-1	M-10	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,15	15,01	25273,76	247,85	35,55 kg/cm ²
11	MP + 3 % Sika®-1	M-11	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,04	15,04	24587,49	241,12	34,65 kg/cm ²
12	MP + 3 % Sika®-1	M-12	2023-03-14	2023-04-11	28 días	30,06	15,01	25446,09	249,54	35,90 kg/cm ²

OBSERVACIONES

DEFECTOS DE LOS ESPECÍMENES:	NO	TAMAÑO DE PROBETAS: 15 x 30 cm	ASTM C496
1	La muestra fue puesta en el laboratorio por el solicitante.		
2	La descripción de las brquetas fue proporcionado por el solicitante.		
3	El diámetro y longitud es medida promedio en base a dos lecturas.		
4	La marca de prensa utilizado fue de PyS SYE-2000 Digital Display, Serial No. 21030606.		
5			
6			



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

027210









2021/11/13 10:29





BRIQUETAS													
Nº	MUESTRA	ALTIMETRO CM	FECHA VARIADO	FECHA NOTADA	DIAMETRO Ø1	Ø2	RESISTENCIA F _c	CARGA MÁX. (KN)	TIPO DE ROTURA	OBSERVACIONES			
1	H-P		4/11/2021	11/11/2021	15.46	15.07	280	374.61	V	F. deca			
2	H-P		4/11/2021	11/11/2021	15.12	15.05	280	385.00	11	F. deca			
3	M-P		4/11/2021	11/11/2021	15.35	15.08	280	382.12	V	F. deca			
4	H-P+2 Y.		5/11/2021	12/11/21	15.42	15.10				F. deca			
5	M-P+2 Y.		5/11/2021	12/11/21	15.35	15.10				F. deca			
6	M-P+2 Y.		5/11/21	12/11/21	15.25	15.08				F. deca			
7													
8	M-P+2 Y.		5/11/21	12/11/21	15.37	15.34	280	343.34	V	F. deca			
9	11		5/11/21	12/11/21	15.38	15.29	280	326.13	11	F. deca			
10	11		5/11/21	12/11/21	15.40	15.26	280	329.82	11	F. deca			
11													
12													
13													
14													

PROYECTO:
 SOLICITANTE:
 FECHA DE EJECUCION: 11/12/2021
 HORA:
 GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.















