REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Evaluación de la Permeabilidad al Agua mediante la Aplicación de Impermeabilizantes en el Concreto con Agregado Obtenido de la Cantera Campaya para Estructuras Hidráulicas en el Proyecto: Mejoramiento de los Sistemas de Agua para Consumo Humano y Alcantarillado en Omate y Anexos Distrito de Omate, Provincia General Sánchez Cerro, Moquegua 2022.

Tesis presentada por los Bachilleres:

Sánchez Duran, Hector David

ORCID: 0009-0003-3665-1374

Salazar Canaza, Edwin Ivan

ORCID: 0009-0001-2622-0509

para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Gamarra Tuco, Rubén Francisco

ORCID: 0000-0003-1748-5887

Arequipa - Perú

2024

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 18 de Marzo del 2024

Dictamen: 007066-C-EPIC-2024

Visto el borrador del expediente 007066, presentado por:

2010245951 - SALAZAR CANAZA EDWIN IVAN
2010600961 - SANCHEZ DURAN HECTOR DAVID

Titulado:

EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD AL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CONCRETO CON AGREGADO OBTENIDO DE LA CANTERA CAMPAYA PARA ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS EN EL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y ALCANTARILLADO EN OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE, PROVINCIA GENERAL SÁNCHEZ CERRO, MOQUEGUA 2022.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

Grado académico a optar:

INGENIERO CIVIL

30960927 - FEBRES ROSADO OLGER JAVIER
DICTAMINADOR

29245617 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR

23923450 - ARROYO AMBIA ARTURO FELIX

Evaluación de la Permeabilidad al Agua mediante la Aplicación de Impermeabilizantes en el Concreto con Agregado Obtenido de la Cantera Campaya para Estructuras Hidráulicas en el Proyecto: Mejoramiento

ORIGINALITY REPORT

7%	8%	1%	3%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	hdl.handle.net Internet Source	5%
2	tesis.ucsm.edu.pe Internet Source	3%

Exclude quotes	Off	Exclude matches	< 1%
Exclude bibliography	Off		

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DICTAMINADOR



Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia en especial a mis padres por el apoyo brindado a lo largo de mis años de estudio y realización de esta investigación. También a mis amigos que, aunque se encuentren lejos motivaron y dieron consejos para poder cumplir esta meta.

Edwin Iván Salazar Canaza

Dedico la presente tesis a mis padres y hermanos por su comprensión y la ayuda que me brindaron durante este proceso, puesto que me alentaron a no rendirme y poder seguir adelante.

Héctor David Sánchez Duran

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTO

A nuestro asesor, Ingeniero Rubén Gamarra Tuco, por su tiempo, exigencia y apoyo constante en todo el proceso de la elaboración de la presente tesis.

Al equipo técnico del laboratorio, Ing., Yuri, Arq. Mónica y Sr. Ricardo, por su ayuda y disposición para poder realizar los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN xvi
ABSTRACT xvii
CAPITULO I 1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 2
1.1. Formulación del Problema 2
1.2. Objetivos de la investigación 3
Objetivo general 3
Objetivos específicos 3
1.3. Justificación de la investigación 3
Justificación Tecnológica. 3
Justificación Económica. 3
Justificación Social. 3
1.4. Justificación personal. 4
1.5. Alcances y limitaciones. 4
Alcance: 4
Limitaciones: 4
CAPITULO II 5
2. MARCO TEÓRICO 6
2.1. Antecedentes de la investigación 6
2.2. Definición de términos básicos 9
Concreto 9
2.2.1.1. Componentes del concreto 9
2.2.1.2. Tipos de concreto 10
2.2.1.3. Propiedades del concreto 12
Ensayos de laboratorio 13
2.2.1.4. Ensayos en las mezclas Frescas 13
2.2.1.5. Ensayo en las mezclas endurecidas 13
Permeabilidad del concreto 14
2.2.1.6. Permeabilidad 14
2.2.1.7. Ensayos para determinar la permeabilidad del concreto 15
2.2.1.8. Tipos de poros en el concreto 18
Impermeabilización del concreto 18

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.1.9. Aditivo impermeabilizante Sika -1 Liquido 19
2.2.1.10. Aditivo impermeabilizante Sika -1 en Polvo 19
2.2.1.11. Aditivo impermeabilizante Chema 1 Liquido 19
2.2.1.12. Aditivo impermeabilizante Chema 1 en polvo 20
2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES 21
Hipótesis 21
Operacionalización de las variables 21
CAPITULO III 22
3. METODOLOGÍA 23
3.1. Métodos de investigación 23
Área de estudio. 23
3.2. Tipo y nivel de investigación. 25
3.3. Diseño metodológico 25
3.4. Cuadro de ensayos. 27
Técnicas e instrumentos. 30
Materiales y equipos. 30
CAPITULO IV 32
4. DESARROLLO 33
4.1. Materiales 33
Agregados 33
4.1.1.1. Granulometría 34
4.1.1.2. Peso Específico y Absorción 50
4.1.1.3. Peso Unitario Compactado 55
4.1.1.4. Ensayo de Impurezas Orgánicas 61
4.1.1.5. Método de ensayo Para Sílice en Álcalis – Gravimetría. 62
4.1.1.6. Materiales Más Finos Que Pasan por el Tamiz 75 mm (N° 200) 66
4.1.1.7. Inalterabilidad de Agregados por Medio de Sulfato de Magnesio 67
4.1.1.8. Determinación de Cloruros y Sulfatos 71
Agua 72
Cemento 72
4.1.1.9. Densidad del Cemento Portland (Frasco De Le Chatelier) 72
Aditivos 74
4.2. Diseño de Mezcla 78
CAPITULO V 80
5. RESULTADOS 81

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1. Ensayos en concreto fresco 81

Asentamiento del Concreto (SLUMP) 81

Contenido de Aire en el Concreto Fresco Método de Presión 82

Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Temperatura de Mezclas de Concreto 84

Peso Unitario de Producción (Rendimiento) y Contenido de Aire (Gravimétrico) . 85

Datos y Resultados de las propiedades en el Concreto Fresco 87

5.2. Ensayos en concreto endurecido 89

Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos 89

Ensayo para Determinar la Porosidad del Concreto Endurecido 115

Ensayo de Profundidad de Penetración Bajo Presión de Agua: 127

5.3. Evaluación económica 134

Análisis de Costos Unitarios 134

CAPITULO VI 136

6. DISCUSIÓN 137

6.1. Resumen de Requisitos para el Agregado Según NTP 400.037 137

6.2. Temperatura del Concreto 140

6.3. Slump del Concreto 145

6.4. Peso Unitario del Concreto 147

6.5. Contenido de Aire 149

6.6. Resistencia del Concreto 153

6.7. Porcentaje de vacíos (porosidad) y densidad en el concreto endurecido 161

6.8. Permeabilidad al Agua del Concreto 165

6.9. Análisis de Costos 173

CONCLUSIONES 175

RECOMENDACIONES 178

REFERENCIA 179

ANEXOS 181

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de ejemplo con porcentajes de aditivo requerido para los ensayos 28
Tabla 2 Cuadro de ensayos de resistencia para aditivos líquidos Chema 1 y Sika-1 28
Tabla 3 Cuadro de ensayos de resistencia para aditivos en polvo Chemita Polvo y Sika-1 .. 29
Tabla 4 Cuadro de ensayos para determinar la permeabilidad al agua bajo presión 29
Tabla 5 Cuadro de ensayos para determinar la permeabilidad al aire y el coeficiente de permeabilidad 29
Tabla 6 Tipos de Granulometría en Agregados Finos 36
Tabla 7 Granulometría del Agregado Fino Muestra 1 36
Tabla 8 Granulometría del Agregado Fino Muestra 2 37
Tabla 9 Granulometría del Agregado Fino Muestra 3 38
Tabla 10 Granulometría Promedio del Agregado Fino 39
Tabla 11 Cantidades de Mínima de Muestras del Agregado Grueso 41
Tabla 12 Requisitos granulométricos del agregado grueso 43
Tabla 13 Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 1 44
Tabla 14 Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 2 45
Tabla 15 Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 3 46
Tabla 16 Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 1 47
Tabla 17 Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 2 48
Tabla 18 Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 3 49
Tabla 19 Valores de Granulometría Promedio de Agregado Grueso Corregido 50
Tabla 20 Gravedad específica del agregado fino 53
Tabla 21 Masa Mínima de Muestra por Tamaño Máximo Nominal 53
Tabla 22 Gravedad específica agregado grueso 55
Tabla 23 Peso unitario suelto agregado fino 58
Tabla 24 Porcentaje de vacíos del agregado fino suelto 58
Tabla 25 Peso unitario compactado del agregado fino 59
Tabla 26 Porcentaje de vacíos del agregado fino compactado 59
Tabla 27 Peso unitario suelto del agregado grueso 59
Tabla 28 Porcentaje de vacíos del agregado grueso suelto 60
Tabla 29 Peso unitario compactado del agregado grueso 60
Tabla 30 Porcentaje de vacíos del agregado grueso compactado 60
Tabla 31 Requisitos de Clasificación 63
Tabla 32 Resultados de Ensayo para Barra 1 65
Tabla 33 Resultados de Ensayo para Barra 2 65
Tabla 34 Resultados de Ensayo para Barra 3 65
Tabla 35 Resultados de Material Fino que pasa por la Malla Nº 200 67
Tabla 36 Selección de Muestras 68
Tabla 37 Selección de Muestras 69
Tabla 38 Durabilidad del Agregado Fino al Sulfato de Magnesio 70
Tabla 39 Durabilidad del Agregado Grueso al Sulfato de Magnesio 71
Tabla 40 Número de Particulas Fracturadas 71
Tabla 41 Partes por Millón y Porcentaje de Cloruros y Sulfatos 72
Tabla 42 Densidad del Cemento IP 73
Tabla 43 Densidad del Cemento HE 74

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 44 Densidad de Aditivo Sika-1 75
Tabla 45 Densidad de Aditivo Chema-1 76
Tabla 46 Propiedades del Concreto Fresco (Cemento HE) con Distintas Dosificaciones de Aditivo..... 87
Tabla 47 Propiedades del Concreto Fresco (Cemento IP) con Distintas Dosificaciones de Aditivo..... 88
Tabla 48 Resultados de probetas elaboradas con cemento HE sin el uso de aditivos 92
Tabla 49 Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 93
Tabla 50 Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 94
Tabla 51 Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 94
Tabla 52 Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 95
Tabla 53 Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 96
Tabla 54 Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 96
Tabla 55 Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 97
Tabla 56 Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo..... 97
Tabla 57 Resultados con 25% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 98
Tabla 58 Resultados con 50% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 98
Tabla 59 Resultados con 75% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 99
Tabla 60 Resultados con 100% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 99
Tabla 61 Resultados con 25% de Impermeabilizante Chemita Polvo 100
Tabla 62 Resultados con 50% de Impermeabilizante Chemita Polvo 100
Tabla 63 Resultados con 75% de Impermeabilizante Chemita Polvo 101
Tabla 64 Resultados con 100% de Impermeabilizante Chemita Polvo 101
Tabla 65 Resultados de probetas elaboradas con cemento IP sin el uso de aditivos 102
Tabla 66 Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 103
Tabla 67 Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 104
Tabla 68 Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 104
Tabla 69 Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido 105
Tabla 70 Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 106
Tabla 71 Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 107
Tabla 72 Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo 107
Tabla 73 Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo..... 108
Tabla 74 Resultados con 25% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 109
Tabla 75 Resultados con 50% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 110
Tabla 76 Resultados con 75% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 110
Tabla 77 Resultados con 100% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido 111
Tabla 78 Resultados con 25% de Impermeabilizante Chemita Polvo 112
Tabla 79 Resultados con 50% de Impermeabilizante Chemita Polvo 113
Tabla 80 Resultados con 75% de Impermeabilizante Chemita Polvo 113
Tabla 81 Resultados con 100% de Impermeabilizante Chemita Polvo 114
Tabla 82 Porcentaje de vacíos y densidad en muestras sin aditivo – Cemento IP..... 116
Tabla 83 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.8L) – Cemento IP..... 116
Tabla 84 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.35L) – Cemento IP..... 116
Tabla 85 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.9L) – Cemento IP..... 117
Tabla 86 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.45L) – Cemento IP..... 117
Tabla 87 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (1 Kg) – Cemento IP..... 117

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 88 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.75 Kg) – Cemento IP..... 118
Tabla 89 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.5 Kg) – Cemento IP..... 118
Tabla 90 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.25 Kg) – Cemento IP..... 118
Tabla 91 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.89 L) – Cemento IP.... 119
Tabla 92 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.42 L) – Cemento IP.... 119
Tabla 93 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.945 L) – Cemento IP.. 119
Tabla 94 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.473 L) – Cemento IP.. 120
Tabla 95 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (1 Kg) – Cemento IP..... 120
Tabla 96 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.75 Kg) – Cemento IP..... 120
Tabla 97 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.5 Kg) – Cemento IP..... 121
Tabla 98 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.25 Kg) – Cemento IP..... 121
Tabla 99 Porcentaje de vacíos y densidad en muestras sin aditivo – Cemento HE..... 121
Tabla 100 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.8L) – Cemento HE 122
Tabla 101 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.35L) – Cemento HE 122
Tabla 102 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.9L) – Cemento HE 122
Tabla 103 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.45L) – Cemento HE 123
Tabla 104 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (1 Kg) – Cemento HE..... 123
Tabla 105 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.75 Kg) – Cemento HE.... 123
Tabla 106 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.5 Kg) – Cemento HE..... 124
Tabla 107 Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.25 Kg) – Cemento HE.... 124
Tabla 108 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.89 L) – Cemento HE 124
Tabla 109 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.42 L) – Cemento HE 125
Tabla 110 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.945 L) – Cemento HE 125
Tabla 111 Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.473 L) – Cemento HE 125
Tabla 112 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (1 Kg) – Cemento HE..... 126
Tabla 113 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.75 Kg) – Cemento HE. 126
Tabla 114 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.5 Kg) – Cemento HE... 126
Tabla 115 Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.25 Kg) – Cemento HE. 127
Tabla 116 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE sin Aditivo..... 129
Tabla 117 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE sin Aditivo 129
Tabla 118 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento IP sin Aditivo..... 129
Tabla 119 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE sin Aditivo 130
Tabla 120 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Líquido 130
Tabla 121 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika-1 Líquido 131
Tabla 122 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Polvo.... 131
Tabla 123 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Polvo 132
Tabla 124 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chema-1 Líquido 132
Tabla 125 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chema -1 Líquido 133
Tabla 126 Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chemita Polvo.. 133

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 127 Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chemita Polvo 134
Tabla 128 Costos unitarios por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2 134
Tabla 129 Costos unitarios de aditivos por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2 135
Tabla 130 Requisitos del Agregado Fino según NTP 400.037 137
Tabla 131 Requisitos del Agregado Grueso según NTP 400.037 138
Tabla 132 Contenido de aire atrapado según el TMN del agregado grueso 150
Tabla 133 Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Sika-1 Líquido 157
Tabla 134 Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Sika-1 Polvo 158
Tabla 135 Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Chema-1 Líquido 159
Tabla 136 Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Chemita Polvo 160
Tabla 137 Densidad del concreto endurecido elaborado con cemento IP 164
Tabla 138 Densidad del concreto endurecido elaborado con cemento HE 164
Tabla 139 Tabla de Clasificación para Profundidad de Penetración y Coeficiente de Permeabilidad según NTC 4483 170

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Clasificación de la Permeabilidad del Concreto según el Coeficiente K 14
Figura 2 Equipo de Permeabilidad de Agua bajo Presión. Laboratorio UCSM 15
Figura 3 Permeabilimetro Torrent 17
Figura 4 Cuadro de Operacionalización de variables 21
Figura 5 Zona de toma de muestra 23
Figura 6 Zona de Toma de Muestra 23
Figura 7 Laboratorios de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente (UCSM) 24
Figura 8 Laboratorios UCSM 24
Figura 9 Cuadro de Ensayos a Realizarse 27
Figura 10 Coordenadas UTM (en inglés Universal Transverse Mercator) de Cantera 33
Figura 11 Ubicación, Imagen Satelital 33
Figura 12 Lugar de Toma de Muestra 34
Figura 13 Tamizado del Agregado 35
Figura 14 Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra 1 37
Figura 15 Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra 2 38
Figura 16 Curva Granulométrica del Agregado Fino - Muestra 3 39
Figura 17 Curva Granulométrica Promedio del Agregado Fino 40
Figura 18 Tamizado de Agregado Grueso 42
Figura 19 Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 1 44
Figura 20 Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 2 45
Figura 21 Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 3 46
Figura 22 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 1 47
Figura 23 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 2 48
Figura 24 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 3 49
Figura 25 Gráfica granulométrica promedio 50
Figura 26 Muestras de Agregado Fino puestas en fiola 52
Figura 27 Prueba de Humedad realizada en Laboratorio 52
Figura 28 Muestras de Agregado Grueso para Peso Especifico 54
Figura 29 Peso de muestra de Agregado Grueso sumergida 55
Figura 30 Cuarteo y selección de muestra para el Agregado Fino 57
Figura 31 Llenado de Recipiente de 1/3 para Agregado Grueso 57
Figura 32 Inicio del ensayo de contenido de impurezas orgánicas 61
Figura 33 Ensayo de contenido de impurezas orgánicas pasado las 24 horas 62
Figura 34 Barras de concreto puestas en solución de hidróxido de sodio 64
Figura 35 Toma de lectura luego de inmersión en solución y puesta en horno 64
Figura 36 Retorno de material lavado a tamices 67
Figura 37 Muestras de Agregado Grueso y Fino con solución de Sulfato de Magnesio 70
Figura 38 Determinación de la densidad del cemento Portland 73
Figura 39 Aditivos utilizados 74
Figura 40 Determinación de densidad de aditivo Sika-1 líquido 75
Figura 41 Determinación de la densidad del aditivo Chema-1 líquido 76
Figura 42 Diferencia de color y textura entre aditivos líquidos 76
Figura 43 Diferencia de color entre aditivos en polvo antes de ser vertidos en mezcla 77
Figura 44 Diseño de Mezcla para Cemento IP 78
Figura 45 Diseño de Mezcla para Cemento HE 79

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 46 Medición del Slump en el concreto fresco 82
Figura 47 Medición de Contenido de Aire en el concreto fresco 83
Figura 48 Medición de la Temperatura en el concreto fresco 85
Figura 49 Medición del Peso Unitario en el concreto fresco 86
Figura 50 Probetas de Concreto en pozo de curado 90
Figura 51 Probetas de Concreto antes de ser ensayadas a Compresión 90
Figura 52 Lectura de Resistencia a la Compresión 91
Figura 53 Probetas luego de ser ensayadas en compresión 91
Figura 54 Peso de muestras para ensayo de porcentaje de vacíos 115
Figura 55 Hervido de muestras de concreto 115
Figura 56 Ajuste de Presión en Manómetro a 0.5 MPa 127
Figura 57 Probetas de concreto puestas en equipo para ensayo de Permeabilidad 128
Figura 58 Medición de altura de penetración de agua 128
Figura 59 Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregida 139
Figura 60 Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Sika-1 líquido 140
Figura 61 Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Sika-1 polvo 140
Figura 62 Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Chema-1 líquido 141
Figura 63 Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Chemita polvo 141
Figura 64 Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Sika-1 líquido 142
Figura 65 Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Sika-1 polvo 143
Figura 66 Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Chema-1 líquido 143
Figura 67 Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Chemita polvo 144
Figura 68 Slump en concretos con aditivo Sika-1 líquido 145
Figura 69 Slump en concretos con aditivo Sika-1 polvo 145
Figura 70 Slump en concretos con aditivo Chema-1 líquido 146
Figura 71 Slump en concretos con aditivo Chemita polvo 146
Figura 72 Peso unitario del concreto fresco con aditivo Sika-1 líquido 147
Figura 73 Peso unitario del concreto fresco con aditivo Sika-1 polvo 148
Figura 74 Peso unitario del concreto fresco con aditivo Chema-1 líquido 148
Figura 75 Peso unitario del concreto fresco con aditivo Chemita polvo 149
Figura 76 Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Sika-1 líquido 150
Figura 77 Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Sika-1 polvo 151
Figura 78 Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Chema-1 líquido 151
Figura 79 Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Chemita Polvo 152
Figura 80 Resistencia a compresión a los 90 días en concreto con cemento IP 153
Figura 81 Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Sika-1 líquido 154
Figura 82 Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Sika-1 polvo 154
Figura 83 Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Chema-1 líquido 155
Figura 84 Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Chemita polvo 155
Figura 85 Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Sika-1 líquido 161
Figura 86 Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Sika-1 polvo 161
Figura 87 Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Chema-1 líquido 162
Figura 88 Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Chemita polvo 162
Figura 89 Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto sin aditivos solo considerando la Altura Máxima (crítica) 166
Figura 90 Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto sin aditivos solo considerando la Altura Promedio 166

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 91 Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto con aditivos solo considerando Alturas Máximas (Críticas) 168
Figura 92 Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto con aditivos considerando Alturas Promedio..... 169
Figura 93 Recubrimientos en Muro de Reservorio 171
Figura 94 Gráfico de Coeficiente de Permeabilidad en concreto sin aditivo..... 171
Figura 95 Gráfico de Coeficiente de Permeabilidad en concreto con aditivos (cemento HE)..... 172
Figura 96 Costo total por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2 173
Figura 97 Costo total de aditivos por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2..... 173

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Sika-1 Líquido 181
Anexo B Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Sika-1 Polvo 182
Anexo C Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Chema-1 Líquido 183
Anexo D Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Chemita Polvo 184
Anexo E Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (IP) sin aditivos ... 185
Anexo F Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) sin aditivos.. 186
Anexo G Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (100%) 187
Anexo H Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (75%) 188
Anexo I Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (50%) 189
Anexo J Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (25%) 190
Anexo K Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (100%) 191
Anexo L Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (75%) 192
Anexo M Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (50%) 193
Anexo N Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (25%) 194
Anexo O Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (100%) 195
Anexo P Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (75%) 196
Anexo Q Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (50%) 197
Anexo R Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (25%) 198
Anexo S Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (100%) 199
Anexo T Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (75%) 200
Anexo U Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (50%) 201
Anexo V Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (25%) 202
Anexo W Constancia de Ensayos en Laboratorios UCSM 203
Anexo X Número de Ensayos Realizados en Laboratorios UCSM 204

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo Y Análisis Químico de Cloruros y Sulfatos del Agregado Grueso realizado en laboratorio externo 205
Anexo Z Análisis Químico de Cloruros y Sulfatos del Agregado Fino realizado en laboratorio externo 206
Anexo AA Ficha Técnica de Cemento Yura IP 207
Anexo BB Ficha Técnica de Cementos Yura HE 208
Anexo CC Ficha Técnica de Aditivo Sika-1 líquido 209
Anexo DD Ficha Técnica de Aditivo Sika-1 polvo 210
Anexo EE Ficha Técnica de Aditivo Chema-1 líquido 211
Anexo FF Ficha Técnica de Aditivo Chemita polvo 212

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la permeabilidad del concreto usando diferentes dosificaciones de aditivos impermeabilizantes con mayor presencia y accesibilidad en el mercado, debido a que se observó en la obra que se utilizó como referencia para elaborar esta investigación, que el uso de aditivos impermeabilizante era solo aplicado en el tarrajeo más no en la mezcla de concreto, lo cual puede no ser lo más recomendable ya que al tratarse de obras hidráulicas, en este caso reservorios, la estructura estará en un contacto permanente o continuo con el agua y como es de conocimiento esta puede infiltrarse dentro de la estructura dañando el acero, afectando así la durabilidad y calidad del agua que se almacenará

Se utilizó agregados de la cantera Campaya ubicada en Moquegua debido a que en este lugar también se estaban ejecutando las obras hidráulicas (reservorios) para lo cual se hizo uso de aditivos impermeabilizantes con distintas dosificaciones incluyendo los recomendados por los fabricantes, para encontrar dosificaciones óptimas y evaluar como estas afectan en la Resistencia del concreto y a la permeabilidad.

Al no contar con datos registrados de estos agregados, también se evaluó la calidad de estos en base a la Norma Técnica Peruana, el diseño de mezcla se realizó en base a la norma del comité ACI 211 para la elaboración de un concreto de alta Resistencia como lo es f'c = 280 kgf/cm^2. Debido a que inicialmente los resultados a compresión no fueron favorables usando el cemento Yura IP se optó por evaluar el cemento Yura HE que dio resultados satisfactorios ya que el f'c requerido es alto. Para la evaluación de la permeabilidad se usó la NTP 339.187 en el caso de porosidad del concreto y para la profundidad de penetración de agua bajo presión la NTC 433 ya que no se cuenta con una norma específica para este tipo de ensayo en la NTP.

Los resultados obtenidos nos dan como optimas las dosificaciones utilizadas con aditivos en polvo ya que además de la impermeabilidad que ofrecen también se notó una mejoría leve en la resistencia a compresión del concreto. Cabe destacar que las dosificaciones más altas con el aditivo liquido Sika-1 también ofrece una Buena impermeabilidad a costa de perder un poco de Resistencia a la compresión resaltando que no bajó más de lo mínimo (f'cr).

Finalmente, las distintas dosificaciones y aditivos utilizados buscan facilitar el uso y aplicación al momento de realizar la mezcla de concreto especialmente si este será utilizado en estructuras que estén en contacto continuo con el agua

Palabras Clave: Aditivos, dosificaciones, permeabilidad,

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

In this research, the permeability of concrete was evaluated using different dosages of waterproofing admixtures with greater presence and accessibility in the market, because it was observed in the work that was used as reference to elaborate this research, that the use of waterproofing admixtures was only applied in the troweling and not in the concrete mix, This may not be the most recommendable since, being hydraulic works, in this case reservoirs, the structure will be in permanent or continuous contact with water and, as it is known, this can infiltrate inside the structure, damaging the steel, thus affecting the durability and quality of the water that will be stored.

Aggregates from the Campaya quarry located in Moquegua were used because hydraulic works (reservoirs) were also being executed there, for which waterproofing additives were used with different dosages, including those recommended by the manufacturers, to find optimal dosages and evaluate how they affect the concrete strength and permeability.

Since we did not have recorded data on these aggregates, their quality was also evaluated based on the Peruvian Technical Standard. The mix design was based on the ACI 211 committee standard for the preparation of a high-strength concrete such as f'c = 280 kgf/cm^2. Due to the fact that initially the compression results were not favorable using Yura IP cement, it was decided to evaluate Yura HE cement, which gave satisfactory results since the required f'c is high. For the evaluation of permeability, NTP 339.187 was used in the case of concrete porosity and for the depth of water penetration under pressure, NTC 433 was used, since there is no specific standard for this type of test in the NTP.

The results obtained show that the dosages used with powdered admixtures were optimal, since in addition to the impermeability they offer, a slight improvement in the compressive strength of the concrete was also noted. It should be noted that the higher dosages with the Sika-1 liquid admixture also offered good impermeability at the cost of losing a little compressive strength, although it should be noted that it did not drop more than the minimum (f'cr).

Finally, the different dosages and admixtures used seek to facilitate the use and application at the time of mixing concrete, especially if it will be used in structures that are in continuous contact with water.

Key words: Admixtures, dosages, permeability.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: Se describe el planteamiento del problema de nuestra investigación el cual consta de evaluar la permeabilidad utilizando dos de las principales marcas en el mercado peruano, como lo son Sika y Chema, en sus presentaciones más comerciales. Con ello se planteó el objetivo general, los objetivos específicos, justificaciones y alcances y limitaciones de nuestra investigación.

Capítulo II: Se detalló los principales antecedentes de investigación y los conceptos más relevantes en el marco teórico, definiciones como: concreto y componentes, ensayos a

Capítulo III: En este capítulo se detalla la hipótesis de nuestra investigación, la cual somete a evaluación de los agregados obtenidos de la cantera Campaya con la que se elaborará un diseño optimo con una dosificación adecuada de aditivos que permita que de un como resultado un concreto eficiente en estructuras hidráulicas. También se identifican las variables independientes y dependientes.

Capítulo IV: En este capítulo se muestra el área de estudio donde se tomó la muestra de los agregados y la metodología a utilizar en la investigación, también se nombra los ensayos a realizarse los cuales están basados en la Norma Técnica Peruana a excepción del ensayo de permeabilidad el cual se basó en las normas técnicas española y Colombia, debido a que la norma técnica peruana no cuenta con ensayos específicos para permeabilidad

Capítulo V: En este capítulo se detalla los ensayos realizados en los agregados, se describe o analizan características del agua e impermeabilizantes utilizados, también se presenta el diseño de mezclas con el cual se elaboraron las probetas de concreto y un análisis de costos

Capítulo VI: En este capítulo se muestra los ensayos y resultados obtenidos en el concreto elaborado tanto en su estado fresco como endurecido, en el cual también se encuentran los resultados obtenidos de los ensayos de permeabilidad

Capítulo VII: En este capítulo se encuentra los análisis de resultados obtenidos en agregados y concreto, el cual también muestra comparativas entre ellos

Finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO I

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del Problema

En general, el concreto armado sufre distintos daños, causados por diversos agentes entre ellos tenemos físicos, bilógicos, químicos y ambientales. Debido a esto se producen patologías en el concreto algunas de ellas son: fisuras, eflorescencia, grietas, corrosión, etc. Uno de los agentes que produce la corrosión del acero es la humedad, que se encuentra en el ambiente o en el suelo. Ante dicha situación se ha identificado que el uso de aditivos impermeabilizantes en el Perú en la última década se ha venido incrementando, ya que un concreto con aditivos muestra mejoras en algunas características en comparación con un concreto convencional.

En el caso de estructuras hidráulicas los impermeabilizantes ayudan a detener el paso del agua. Su función es eliminar o revestir la porosidad del concreto, completando filtraciones y aislando la humedad del resto del espacio; evitando así la corrosión del acero. El concreto para estructuras hidráulicas es una combinación de cemento portland, agregados, agua y en ocasiones aditivos, para formar una mezcla moldeable que al fraguar forma un elemento rígido y resistente.

El aporte que se quiere conseguir es conocer las propiedades físicas y químicas que tienen los agregados de la cantera Campaya para así trabajar con un diseño óptimo en futuras estructuras hidráulicas que se requieran en esa zona. Se ha identificado que el problema central es el aprovechamiento de los recursos hídricos y es necesario que tengan mayor durabilidad, ya que están expuestas a distintos agentes que ingresan al concreto (por permeabilidad) y provocan graves daños a la estructura, por esto se busca mejorar el comportamiento del concreto. Por lo que se debe prever la penetración al agua de estos, en consecuencia, es de mucha importancia que los concretos usados para estas estructuras sean relativamente impermeables y así darles mayor durabilidad. Por esa razón, es que se propone realizar una evaluación de la permeabilidad utilizando dos de las principales marcas en el mercado peruano, como lo son Sika y Chema, en sus presentaciones más comerciales, identificando sus propiedades en distintas concentraciones para así identificar el diseño de mezcla óptimo para estructuras hidráulicas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.2. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Evaluar la permeabilidad al agua mediante la aplicación de impermeabilizantes en el concreto con agregado obtenido de la cantera ***Campaya*** para estructuras hidráulicas en el proyecto "Mejoramiento De Los Sistemas De Agua Para Consumo Humano Y Alcantarillado En Omate Y Anexos Distrito De Omate, Provincia General Sánchez Cerro-Moquegua

Objetivos específicos

- Realizar un análisis de las propiedades del agregado de la cantera Campaya ubicada en Quinistaquillas.
- Elaborar los diseños de mezcla incluyendo los aditivos para la evaluación.
- Realizar la evaluación de la permeabilidad a los diferentes diseños de mezcla con los distintos aditivos propuestos.
- Comparar la profundidad de penetración del agua, el coeficiente de permeabilidad y seleccionar el diseño de mezcla óptimo para este tipo de estructuras hidráulicas.

1.3. Justificación de la investigación

Justificación Tecnológica.

La presente investigación busca realizar una comparación entre distintos tipos de impermeabilizante, sus coeficientes de permeabilidad y como este afecta en la resistencia del concreto.

Justificación Económica.

En la presente investigación se evaluará el costo adicional de un diseño de mezcla con impermeabilizante justifica la prevención de los daños posteriores que el concreto pueda presentar por estar expuesto a la humedad del ambiente o contacto directo con el agua.

Justificación Social.

El aporte de la presente investigación hacia la población se ve reflejado en el caso de estructuras hidráulicas el uso de impermeabilizante evitará la formación de moho y la corrosión del concreto, no permitiendo la contaminación del agua que es para consumo humano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.4. Justificación personal.

Aplicar los conocimientos aprendidos durante nuestra formación académica para aplicar mejoras en las obras de construcción en las que nos encontramos laborando y al término de la tesis, obtener el título profesional.

1.5. Alcances y limitaciones.

Alcance:

- Mediante la presente investigación se proyecta estudiar los distintos tipos de aditivos impermeabilizantes que se encuentran en el mercado, para lo cual se dosificaran en distintas proporciones en los diseños de mezcla, con lo que se determinará como estos afectan en la permeabilidad del concreto y en su resistencia. Así mismo se busca encontrar el porcentaje óptimo de impermeabilizante para un concreto que se encuentra expuesto a presión del agua.
- Por el presente estudio se busca obtener un concreto de durabilidad optima en reservorios de agua, por lo que se analizará el efecto que ocasiona el uso de diferentes tipos y presentaciones de impermeabilizantes, se evaluará la adición de distintas dosificaciones ya que por lo general el fabricante solo recomienda una dosificación del 3% del contenido de cemento y la variación en las dosificaciones de cemento/arena y agua/cemento. Buscándose así resultados que se puedan tomar en cuenta o sirvan como guía al momento de construir este tipo de estructuras
- Determinar el coeficiente de permeabilidad K y la variación que este experimenta de acuerdo a los tipos de impermeabilizantes y al tipo de agregado utilizados

Limitaciones:

No se podrá realizar los distintos ensayos in situ, Por ello se tomarán muestras y se llevarán a analizar en los laboratorios de la ciudad de Arequipa. El proyecto continuará con su desarrollo, lo cual no permitirá que el porcentaje óptimo encontrado sea aplicado en los tramos del proyecto.

No se pudo realizar el ensayo a la permeabilidad al aire de Torrent debido a problemas en la resistencia obtenida y cambio de cemento, en su lugar por disponibilidad se optó por el ensayo de porcentaje de índice de vacíos (NTP 339.187) con el cual también se obtiene el coeficiente de permeabilidad K.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Chambilla (2018), "Evaluación De Aditivos Impermeabilizantes Para La Eficiencia Del Concreto En Estructuras Hidráulicas Del Distrito Curibaya – Candarave – Tacna, 2018", Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua-Perú.

El objetivo principal de este estudio fue Analizar los aditivos impermeabilizantes para alcanzar eficiencia del concreto en estructuras hidráulicas del distrito Curibaya – Candarave – Tacna, 2018, se realizaron ensayos en el laboratorio y se determinó dos diseños de mezclas en el que se calculó la cantidad de aditivo en porcentajes y se realizaron ensayos de permeabilidad en los testigos de concreto. Para lo cual se fabricó un equipo en el que se aplique presión sobre el testigo de concreto, se realizó el ensayo sobre veintidós testigos por cada aditivo usado. Se concluyo que a mayor resistencia del concreto se reduce la permeabilidad del mismo, se determinó una permeabilidad media con los aditivos empleados y se determinó el porcentaje de aditivo con el cual se alcanza la eficiencia del concreto. Con el fin de identificar el comportamiento de permeabilidad en concretos con diferentes tipos de aditivos en estructuras hidráulicas y determinar el porcentaje de aditivo impermeabilizante en el cual el concreto es eficiente frente a la presión del agua.

Gutiérrez – Salazar (2015), "Evaluación De La Permeabilidad En Diseños De Concreto Con El Uso De Aditivos Sika Wt-100 Y Sika Wt-200 En Obras Hidráulicas De Lima Metropolitana", Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.

El presente trabajo tuvo como objetivo, Determinar En qué medida los diseños de concreto con aditivos Sika WT-100 y Sika WT-200 influyen en la permeabilidad en las obras hidráulicas de Lima Metropolitana, se realizó el diseño de mezclas de concreto patrón y se elaboraron probetas, se comparó los resultados con probetas sin aditivo y con la aplicación de los aditivos en mención, con estos ensayos se obtuvo las profundidades de penetración de agua bajo presión y las reducciones de profundidad de penetración bajo presión y se determinó como varia la resistencia del concreto al aplicarles los dos tipos de aditivos, con esto se puede verificar que el uso de aditivos impermeabilizantes reducen la permeabilidad del concreto y por lo tanto se optimizo la durabilidad.

Mattio (2014), "La Permeabilidad Al Agua Como Parámetro Para Evaluar La Durabilidad Del Hormigón - Parte I", Universidad Nacional De Córdoba Facultad De Ciencias Exactas Físicas Y Naturales, Córdova-Argentina.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la práctica realizada se buscó establecer una correlación entre los parámetros limitados por el CIRSOC y distintas relaciones a/c, se realizó un ensayo en laboratorio trabajándose con una mezcla correcta de concreto, para obtener probetas y realizar ensayos de compresión, penetración de agua a presión, succión capilar y permeabilidad al aire. Se puede concluir, entonces, que el valor de K_T es un buen indicador de durabilidad frente a la penetración de agentes agresivos a las estructuras, con la ventaja de ser más rápido y totalmente no destructivo, Los valores del coeficiente de permeabilidad al aire K_T, obtenidos en el método de Torrent, presentaron una buena correlación con los resultados del ensayo de succión capilar.

Cuadros-Hurtado (2021), "Evaluación de aditivos impermeabilizantes para mejorar la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 Kg/cm2 en Villa María del Triunfo – 2021", Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.

Este trabajo de investigación tuvo como objetivo general analizar la influencia de los aditivos impermeabilizantes en la reducción de la permeabilidad y el aumento de la resistencia del concreto F'c 210 kg/cm2, Villa María del Triunfo, 2021, Para ello, se desarrollaron los ensayos de trabajabilidad, resistencia a la compresión y velocidad de absorción de agua. Se determinó que las propiedades mecánicas del concreto con la incorporación de aditivos impermeabilizantes en la dosificación y/o diseño de mezcla, mejoran las características del concreto y se redujo la velocidad de absorción de agua en el concreto.

Sudario (2018), "Evaluación de la incorporación del aditivo Sikacem impermeable en un concreto f'c= 280kg/cm2 elaborado con cemento tipo I, Ventanilla 2018", Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.

La presente tesis tuvo como objetivo principal evaluar la influencia en la incorporación del aditivo Sikacem impermeable en las propiedades del concreto como resistencia a la compresión y permeabilidad, utilizando agregados de la cantera Trapiche, cemento Sol tipo I y el aditivo Sikacem, se realizaron diferentes ensayos físicos para determinar sus propiedades físicas, seguidamente realizar las probetas patrón y con adición de 2% y 3% con respecto al peso del cemento, concluyendo que existe una influencia positiva en las propiedades del concreto, tanto en estado fresco como en estado endurecido, que la permeabilidad del concreto se reduce favorablemente con la incorporación de aditivo Sikacem impermeable y que la introducción de este aditivo produce concretos de altas resistencias iniciales, según la tesis se toma en cuenta que la adición de este aditivo no influye en la resistencia a la compresión del concreto, por lo cual se recomienda no ajustar el diseño.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Icaza (2019), "Determinación Y Evaluación De La Permeabilidad De Los Concretos Con diferentes Relaciones A/C, Diferentes Tipos De Cemento Y Aditivo Impermeabilizante Sika 1 En La Ciudad De Arequipa", Universidad Católica de Santa María, Arequipa-Perú.

El objetivo de la investigación es evaluar la permeabilidad del concreto con diferentes relaciones agua/cemento y diferentes tipos de cemento, además de conocer el desempeño del aditivo impermeabilizante en el concreto. Se determina la permeabilidad bajo presión de agua y permeabilidad bajo presión de aire Torrent, se determinó que el uso de cemento tipo I es mayor comparado con el tipo HE y el tipo IP, además Se demostró que el uso de aditivo impermeabilizante Sika-1 tuvo resultados satisfactorios en cuanto a las pruebas de permeabilidad, y que los concretos con aditivo impermeabilizante disminuye ligeramente la resistencia a la compresión. con esta tesis se constató que con el uso de aditivo impermeabilizante sika-1 si bien se logra impermeabilizar el concreto este tuvo una menor resistencia que los concretos convencionales además que se consigue una mayor impermeabilización empleando el cemento tipo I.

Benítez-Moreno (2018), "Influencia De Los Aditivos Sika Wt-100, Sika 1 Líquido Y Sika 1 En Polvo En La Resistencia A La Compresión Y Permeabilidad Del Concreto, Trujillo, 2018", Universidad Privada del Norte, Trujillo-Perú.

El presente trabajo de investigación tuvo como principal objetivo determinar de qué manera influyen los aditivos impermeabilizantes Sika WT-100, Sika-1 líquido y Sika-1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto con un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 por el método ACI 211, se elaboró de acuerdo con el método que propone el ACI 211. Por último, se elaboraron las probetas de concreto y se evaluó su resistencia a la compresión y permeabilidad basándonos en las normas técnicas peruanas y normas UNE, se concluyó que Los resultados óptimos en cuanto a la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto se obtuvieron aplicando el aditivo Sika WT-100; además, económicamente hablando es el más rentable. Según esta investigación Se recomienda aumentar las proporciones de aditivo en el concreto, debido a que los resultados de resistencia a la compresión y de permeabilidad se pueden ver afectados de manera positiva.

Garay (2021), "Incorporación de aditivo Sika-1 para mejorar las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm2 en cimentaciones, Ancón - Lima 2021", Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La presente investigación tuvo como objetivo principal evaluar la influencia de la incorporación del aditivo Sika 1 en las propiedades del concreto f'c=210 kg/cm^2 en cimentaciones, se realizó ensayos de muestras para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido, se concluyó que La influencia, resultado y / o efecto de incorporar la mezcla Sika 1 se obtuvo una mayor resistencia a la compresión, mayor resistencia a la carbonatación y menor índice de porosidad, El efecto de la mezcla de Sika-1 cuando se incorpora a la mezcla de hormigón es mejorar la resistencia a la compresión, por lo que el rendimiento del hormigón f'c=210 kg/cm^2 en dosis de 2,75%, 3, 75% y 4,75% tienen una mayor compresión y resistencia que los diseños estándar, con esta tesis se recomienda incorporar el aditivo en una dosificación que vaya entre 2.75% y 3.75% con respecto al peso del cemento en la mezcla.

2.2. Definición de términos básicos

Concreto

El concreto u hormigón es un material en parte pastoso y moldeable cuya propiedad es endurecerse con el tiempo, esta pasta está constituida por agregados grueso y fino, agua y un producto conglomerante que es el cemento. El agua ayuda a dar fluidez a la mezcla y de reaccionar químicamente con el cemento, dando como resultado su endurecimiento (Porrero et al., 2014).

2.2.1.1. Componentes del concreto

El autor Porrero et al.(2014) explican que un 80% del peso del concreto se compone por partículas de origen pétreo, con distintos tamaños, llamados también agregados que son áridos e inertes; sus características son decisivas para una calidad de mezcla de concreto y la buena calidad de los agregados será según las condiciones geológicas de la roca madre como también de los procesos extractivos; las empresas productoras (canteras, saques, areneras) son las encargadas del primer control en el proceso de la calidad de los agregados; dicha calidad de los inertes debe ser comprobada por el fabricante de concreto antes de elaborarlo. Usualmente, como dicen los autores, se añade a la mezcla los materiales pétreos en dos fracciones diferentes de acuerdo con su tamaño: el primero se le llama agregado grueso que es como piedra picada y canto rodado picado. El segundo es agregado fino, como arena natural o arena obtenida por trituración. También se usan fracciones indicadas, con tamaños intermedios.

Es por el diferente tamaño de los granos de los agregados que se caracterizan fundamentalmente lo cual se conoce por medio de la granulometría. Con una secuencia gradual

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de tamaños desde los más gruesos hasta los más finos. Además de los agregados piedra y arena, cemento y agua, se añade con frecuencia algunos productos químicos en una cantidad mínima que modifican de manera muy importante algunas propiedades del concreto, a estos productos químico se les llama aditivos (Porrero et al., 2014).

2.2.1.2. Tipos de concreto

La autora Ramirez (2016) explica los siguientes tipos de concreto:

A. Concreto convencional

Se suele utilizar en la construcción, el cual es muy fácil de manejar cuando está húmedo, y a la vez ofrece una buena cohesividad cuando está endurecido. Los elementos que conforman un cemento convencional son:

- Arena.
- Grava.
- Cemento.
- Agua.

Su proceso de elaboración es controlado, ya que la cantidad empleada en cada agregado es lo que definirá la calidad de la masa. Este tipo de concreto se utiliza en construcciones de concreto más comunes, para realizar muros de contención, en columnas, en cimentaciones, el aligeradas, etc.

Su tiempo de endurecimiento según su diseño es de 28 días, aproximadamente según la calidad de agregados utilizados para la elaboración de la mezcla, ya que la adición de cemento o agua puede alterar el diseño inclusive afectando la calidad del concreto. Una vez realizada la mezcla se ha de utilizar de inmediato para evitar su proceso de fraguado antes de su uso. Para evitar que se seque la mezcla se ha de mantener la superficie húmeda para así no tener retracciones por secado.

B. Concreto bombeable

Es un concreto que presenta un asentamiento de diseño de unas 4 pulgadas. Es de fácil manejo, y se puede colocar con gran facilidad a través de un equipo de bombeo, ya que es muy cohesivo. Este tipo de concreto utiliza materias primas de primera calidad, por lo tanto, el producto final –concreto-, es perfecto y presenta una tecnología moderna. Ofrece un rendimiento máximo debido al uso de equipo de bombeo al momento de utilizarse. Así mismo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

la cantidad de los agregados es perfecta, ya que emplea equipos que son controlados para evitar exceso o que falte un tipo de materia prima en específico, por lo tanto, el tiempo de fraguado se podrá calcular perfectamente. Para una determinada construcción, el concreto bombeable se podrá vaciar el concreto en zonas muy difíciles de acceder, debido a los equipos de bombeo que se utilizan con él. Así mismo se trata de un concreto premezclado, el cual llega en camiones a la obra, ya listo para ser utilizado. En la mayoría de los casos es empleado en la elaboración de muros de contención, de estructuras esbeltas y para otras construcciones que se requiere una terminación rápida y a la vez que sea difícil de acceder a determinados lugares.

C. Concreto lanzado

Es un tipo de concreto que suele ser llevado al área a tratar por medio de mangueras o tuberías, proyectado a una máxima velocidad, obteniendo así una perfecta adherencia y compactación en la superficie. Utiliza materias primas de alta calidad, es bien fácil de colocar y a comparación de los demás concretos los rebotes y desperdicios son mínimos. Al emplear mecanismos para el transporte del material, llega a resultar el concreto perfecto cuando se quiere terminar una construcción en un tiempo corto, rápido y seguro.

D. Concreto de fraguado retardado

Es del tipo empleado para construcciones especiales, en las cuales se debe evitar juntas frías, ya que debido a la dificultad necesitan de un tiempo mayor de maleabilidad. Este concreto exige un mayor tiempo de maleabilidad para poder lograr su adecuada colocación. No requiere de muchas juntas frías.

E. Concreto de fraguado acelerado

Emplea para su elaboración materias primas de primera calidad, obteniéndose un producto perfecto con tecnología moderna. Se emplea en construcciones donde se exige un tiempo rápido para su conclusión, ya que brinda un acabado muy rápido. Usualmente se utiliza en construcciones donde se exige un mayor uso de formaleta, o que necesita desencofrar en un lapso de tiempo corto. Es de gran utilización en la industria de los prefabricados.

F. Concreto de alta resistencia

Refiere aquellos concretos que presentan una resistencia que sobrepasa los 350 Kgf/cm^2. Son bombeados, y a la vez son especificados con gravilla fina. Ofrece un mayor rendimiento a la hora de construir y un ahorro en el área de construcción, ya que con este se pueden diseñar secciones estructurales menores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

G. Concreto de resistencia acelerada

Es otro tipo de concreto que llega a ser bombeado sobre una determinada superficie, la diferencia, es que sus resistencias iniciales y finales son muy altas.

Con este concreto el tiempo para eliminar las formaletas se reduce considerablemente, disminuye el tiempo de terminación de la obra, y aumenta la flexión, la compresión y la impermeabilidad.

H. Concreto Contech

Es un concreto fluido con resistencia y fraguado muy acelerado, que usualmente se usa en sistemas industrializados que posean acabados perfectos y una formaleta de rotación rápida. Gracias a este tipo de concreto se puede obtener acabados de gran calidad, sea con texturas o lisos. Es de gran maleabilidad, por lo tanto, su colocación resulta ser muy fácil.

2.2.1.3. Propiedades del concreto

El Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto (IMCYC, 2004) menciona que las propiedades del concreto son sus características o cualidades básicas, las cuatro principales propiedades del concreto son: Trabajabilidad, Cohesividad, Resistencia y Durabilidad.

A. Trabajabilidad

Es comprobar que se pueda colocar, compactar y dar un buen acabado, ya que si no se construye apropiadamente tendrá poca resistencia y durabilidad; la prueba del revenimiento sirve para medir la trabajabilidad del concreto.

B. Cohesividad

Significa que todos los componentes del concreto se mantienen unidos en estado fresco. La cohesividad es afectada por la granulometría del agregado.

C. Resistencia

Las lesiones habituales de una construcción, como puede ser la corrosión, agrietamientos o manchas de oxido en la superficie se le conoce como Patología de la construcción que es frecuente en la actualidad debido a que la estructura del concreto no se diseña con criterios de durabilidad sino de resistencia a las cargas mecánicas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

D. Durabilidad

El concreto tiene la capacidad de resistir acciones físicas, químicas, biológicas y climáticas. Una estructura durable es aquella cuya vida de servicio puede ser mayor a los 50 años, incluso en otros países se ha diseñado estructuras de concreto con una duración de 80 a 100 años.

Ensayos de laboratorio

El autor Scanferla (2009) presenta los siguientes ensayos:

2.2.1.4. Ensayos en las mezclas Frescas

Durante el periodo en que el Hormigón se comporta como un líquido se lo denomina en estado fresco. El lapso dura aproximadamente entre 1 y 3 horas. Se le pueden realizar los siguientes ensayos; calcular el grado de fluidez del hormigón (consistencia). Para lograr obtener buenos resultados en las estructuras de hormigón, primero debe realizarse una buena dosificación de materiales para que los ensayos que se realicen en el estado fresco y endurecido puedan dar los mejores resultados posibles.

Cuando el hormigón se encuentra en estado líquido se le denomina en estado fresco cuya duración es de aproximadamente 3 horas, donde se puede calcular el grado de fluidez, es decir su consistencia. Y para obtener buenos resultados se debe realizar primeramente una buena dosificación de materiales para que el ensayo tanto en estado fresco como endurecido boten los mejores resultados posibles.

2.2.1.5. Ensayo en las mezclas endurecidas

Se considera endurecida a la tercera etapa del hormigón, donde ha alcanzado un grado de hidratación que puede mantener unidos entre sí los granos de los agregados en forma permanente, lo cual se evidencia por la resistencia que ofrece una pieza de hormigón como cambiar de forma como en un ensayo de compresión. Su resistencia mecánica es la propiedad más conocida de la mezcla endurecida. Luego del periodo de fraguado, comienza a dar resistencia hasta su completo endurecimiento a los 28 días. Durante el periodo en que el Hormigón se comporta como un líquido se lo denomina en estado fresco. El lapso dura aproximadamente entre 1 y 3 horas. Se le pueden realizar los siguientes ensayos; calcular el grado de fluidez del hormigón (consistencia). Para lograrlo, primero debe realizarse una buena dosificación de materiales para que los ensayos que se realicen en el estado fresco y endurecido puedan dar los mejores resultados posibles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Durante el periodo en que el Hormigón se comporta como un líquido se lo denomina en estado fresco. El lapso dura aproximadamente entre 1 y 3 horas. Se le pueden realizar los siguientes ensayos; calcular el grado de fluidez del hormigón consistencia. Para lograr obtener buenos resultados en las estructuras de hormigón, primero debe realizarse una buena dosificación de materiales para que los ensayos que se realicen en el estado fresco y endurecido puedan dar los mejores resultados posibles.

Permeabilidad del concreto

2.2.1.6. Permeabilidad

Es un fenómeno en el que el agua se mueve a través del concreto como resultado de la presión externa, provocada principalmente por la altura del nivel de agua sobre el punto en cuestión. (NTC 4483, 1998, p.1)

Figura 1

Clasificación de la Permeabilidad del Concreto según el Coeficiente K

Tipo de concreto	Coeficiente Darcy K (m/s)
Concreto de baja permeabilidad	$<10^{-12}$
Concreto de mediana permeabilidad	10^{-10} a 10^{-12}
Concreto de alta permeabilidad	$>10^{-10}$

Nota: Adaptado de SIKA. Los concretos con aditivos impermeabilizantes añadidos también serán expuestos a los ensayos a los ensayos de permeabilidad anteriormente mencionados con el fin de medir la profundidad de penetración del agua y el coeficiente de permeabilidad (K) con la finalidad de hacer las comparaciones respectivas y obtener los resultados.

(Valenta, 1970) Descubrió una expresión para convertir la profundidad de penetración a un coeficiente de permeabilidad (K) utilizando la ley de Darcy, donde se tiene la siguiente expresión:

$$K = \frac{D^2 v}{2ht}$$

- K: Coeficiente de permeabilidad en metros por segundo (s).
- D: Profundidad de penetración de agua media en el concreto en metros (m).
- h: Carga hidráulica o presión aplicada por la máquina metros (m).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- t: Tiempo de para penetrar la profundidad D en segundos (s).
- v es la porosidad del concreto en ensayo determinada por la norma NTP 339.187 basada en ASTM C 642

(Norma Tecnica Colombiana 4483) La condición necesaria para que la profundidad de penetración se pueda convertir en un coeficiente de permeabilidad, es que el flujo sea unidireccional. Para que esto se cumpla, se requiere que la profundidad de penetración sea considerablemente más pequeña que el diámetro del espécimen.

2.2.1.7. Ensayos para determinar la permeabilidad del concreto

A. Permeabilidad al agua bajo presión

El ensayo tiene como objetivo determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto endurecido, de acuerdo con lo indicado en la norma el ensayo debe realizarse después de los 28 días de curado y con el espécimen seco, las probetas se dejarán secar al aire por un mínimo de 8 días. Posteriormente las probetas de concreto serán sometidas a este ensayo por 4 días para lo cual será necesario utilizar el equipo de permeabilidad de agua bajo presión similar al mostrado en la figura.

Figura 2

Equipo de Permeabilidad de Agua bajo Presión. Laboratorio UCSM



Nota. Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

B. Permeabilidad Al Aire De Torrent

La permeabilidad en el concreto se refiere a la cantidad de migración de agua u otras sustancias liquidas por los poros del material en un determinado tiempo; y así ser el resultado de: la composición de la porosidad en la pasta de concreto, la hidratación o la asociación con la liberación de calor o calor de hidratación y evaporación del agua de mezcla, la temperatura del concreto, y la formación de cavidades y grietas por contracción plástica en el concreto durante el tiempo de fraguado.

No existe algún método aceptado por alguna normativa, no obstante, existe una variedad de métodos aplicables. El método más conocido y aceptado es el desarrollado por Roberto Torrent y Luis Ebensperger llamado “Medición “in situ” de la permeabilidad al aire del hormigón estatus quo”.

No existe un método universalmente aceptado para caracterizar la estructura porosa del concreto y relacionarla con su durabilidad. Sin embargo, diversos estudios demuestran que la permeabilidad del concreto al aire o al agua es un excelente indicador de su resistencia a la penetración de sustancias agresivas en el concreto. Así, el estado gaseoso o líquido es una medida de la resistencia potencial de un concreto dado. (Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2010).

Actualmente, no existe un método universalmente aceptado para determinar rápidamente la permeabilidad del concreto y el límite de permeabilidad del concreto expuesto a diversas condiciones ambientales. Sin embargo, es probable que en el futuro aparezca un método de este tipo que permita clasificar el concreto según su permeabilidad. Entonces se pueden adoptar los requisitos de permeabilidad del concreto, que dependerán de las condiciones de exposición a las que se verá sometida la estructura. (Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2010)

Aunque el concreto de alta resistencia es en la mayoría de los casos más fuerte que el concreto de baja resistencia, la resistencia a la compresión "por sí misma" no es una medida completa de la resistencia, ya que la resistencia está determinada principalmente por las propiedades del concreto. un elemento que tiene un efecto limitado sobre la resistencia a la compresión. (Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2010)

La calidad del revestimiento depende, por un lado, de la cantidad de mezcla seleccionada y, por otro lado, del cuidado con el que se procesa el concreto (vertido, compactado, acabado, curado, etc.). Está claro que, al examinar muestras de piezas fundidas tratadas de manera completamente diferente a los elementos estructurales, nunca será posible obtener una imagen

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

fiel y representativa de la verdadera calidad del revestimiento. Por lo tanto, la única opción es realizar mediciones directamente sobre la estructura, preferiblemente "in situ" o sobre una muestra tomada de la misma por métodos no destructivos. (Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2010)

El llamado "método Torrent" permite conocer la calidad del concreto y su permeabilidad, dicho ensayo se realiza con el equipo Permeabilimetro Torrent, ensayo completamente no destructivo se puede utilizar tanto en laboratorio como en campo directamente en la estructura. Este método se realiza utilizando el medidor de permeabilidad al aire de doble cámara Permea-T RR. Este dispositivo se utiliza para medir la permeabilidad inherente al aire (K_T) del hormigón recubierto y evaluar la calidad del recubrimiento en función de los resultados obtenidos (Artola, 2014; Ebensperger y Torrent, 2010).

Figura 3

Permeabilimetro Torrent



Nota. Adaptado de: https://jlz-logistica.com

C. Método de ensayo normalizado para absorción y porcentaje de vacíos en el concreto endurecido

Este método utiliza como antecedente la norma *ASTM C642 Método de Prueba Estándar para Densidad, Absorción y Vacíos en Concreto Endurecido* el cual nos permitirá hallar el porcentaje de porosidad de las muestras de concreto a través de la saturación de agua y ebullición de las muestras para tomar los pesos respectivos en cada etapa y así obtener los resultados requeridos (NTP 339.187, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.1.8. Tipos de poros en el concreto

Señala López (2004) que hay una variedad de tipos de poros en el concreto, los cuales son clasificados según su origen o por lo que se refiere a su efecto anticipado en los parámetros mensurables como la fuerza o permeabilidad. Las fuentes de porosidad en el concreto son:

- Poros en el gel de cemento.
- Poros capilares pequeños.
- Poros capilares grandes.
- Vacíos grandes (también incluidos en esta categoría pueden estar los vacíos intencionalmente agregados por ejemplo por el arrastre del aire).
- Porosidad asociada con las zonas de interfaz de pasta-agregado.
- Micro vacíos y discontinuidades asociadas con inestabilidades dimensionales que ocurren durante el curado.
- Porosidad del agregado.

Se asume que el diámetro de un poro de gel estable es aproximadamente 2 nm. La selección de estos valores es basada en la suposición que los productos de hidratación no pueden precipitar en poros que tienen los diámetros más pequeños que el descrito anteriormente, porque la porosidad de gel reside en la hidratación de productos que se acumulan entre la fase líquida y los granos anhídridos del cemento. La porosidad del gel es de mayor en la hidratación, pero sólo un efecto menor en procesos de transporte que involucran los líquidos. Sin embargo, actualmente no hay ninguna justificación por ignorar los otros tipos de poros también mencionados. Así, la contribución de cada uno de los tipos restantes de porosidad a la permeabilidad debe ser considerada.

Impermeabilización del concreto

Según el autor Hermida (2021), los aditivos no solo disminuyen la permeabilidad para impedir la entrada o salida de agua. Esta variedad de aditivos se emplea también para impedir o disminuir la aparición de eflorescencias, aminorar los riesgos de corrosión del acero, de carbonatación y la acción de hielo/deshielo. Los aditivos impermeabilizantes se usan en concretos que van a estar en contacto con el agua y en aquellas estructuras que contienen líquidos, como tanques, estructuras enterradas, túneles, presas, puentes, muros de contención, instalaciones de centros acuáticos etc.; estas sustancias que aumentan la vida útil del concreto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

reforzado, ayudan a mantener el agua donde se ha previsto que permanezca o fluya; el comité divide para estas dos funciones los aditivos en:

- Impermeabilizantes hidrofóbicos.
- Bloqueadores líquidos, sólidos (talcos, arcillas, bentonitas, fillers activos etc.)
- Materiales cristalinos o que cristalizan. Igualmente considera las combinaciones de todas estas sustancias.

2.2.1.9. Aditivo impermeabilizante Sika -1 Liquido

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 y Libre de Cloruro (Sika, 2021).

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; Además de su uso en condiciones de clima tropical y caliente. (Sika, 2021).

2.2.1.10. Aditivo impermeabilizante Sika -1 en Polvo

Sika®-1 en Polvo es un impermeabilizante en polvo para concretos y morteros. Se emplea en concretos y morteros de cemento en todo tipo de impermeabilizaciones: tarrajeos de paredes interiores y exteriores, pisos, sótanos, piscinas, canales, estanques de agua, túneles, tanques, premoldeados, bloques de cemento, entre otros. (Sika, 2022).

Entre sus características y ventajas que tiene se pueden mencionar que: Asegura la impermeabilidad de concretos y morteros; Impide las eflorescencias salitrosas y el caliche; Incluso evita las formaciones musgosas y fungosas. (Sika, 2022).

2.2.1.11. Aditivo impermeabilizante Chema 1 Liquido

La empresa Chem Masters del Perú S.A (2013) explica que Chema 1 Liquido es un aditivo integral de color amarillo que disminuye la permeabilidad y evita la humedad por capilaridad, tanto en morteros como en concretos.

Chema 1 líquido es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable. Libre de cloruros. (Chema, 2022).

Algunas de las ventajas de este aditivo son: Brinda impermeabilidad a los morteros y concretos; Evita la absorción capilar interna; Evita la aparición del salitre; Evita la aparición de musgos en superficies; No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto; Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable; Cumple con la norma IRAM 1572; Asimismo es fácil de dosificar. (Chema, 2022).

Chema 1 líquido es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como: Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajeos, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.; En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre; En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua. (Chema, 2022).

2.2.1.12. Aditivo impermeabilizante Chema 1 en polvo

Este aditivo se mezcla con los agregados secos para impermeabilizar (prevenir la humedad y salitre) en construcciones nuevas. Usos: estructuras cercanas al mar, terrenos con alta humedad, obras hidráulicas, tanques de agua, piscina o jardineras (Chem Master del Perú S.A., 2013).

Chemita en polvo es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable. (Chema, 2017).

Algunas de las ventajas de este aditivo son: Brinda impermeabilidad a morteros y concretos; Evita la absorción capilar interna; Evita la aparición del salitre; Evita la aparición de musgos en superficies; No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto; Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable; además, es fácil de dosificar. (Chema, 2017).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

Hipótesis

Dado que se someterá a evaluación los agregados de la cantera Campaya bajo diferentes tipos aditivos impermeabilizantes es probable que se identifique el diseño optimo en aspectos de permeabilidad para su uso en la elaboración de estructuras hidráulicas.

Operacionalización de las variables

Figura 4

Cuadro de Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores
Agregado de la cantera Quinistaquilla ***V. Independiente.***	Tipos de agregado	grueso
		fino
	Propiedades mecanicas	Abrasión
	Propiedades fisico quimicas	Análisis de Cloruros y Sulfatos
	Prpiedades fisicas (Analisis Granulometrico)	Granulometria
		Módulo de fineza
		Peso Unitario
		Peso Especifico
		Porcentaje de Absorción
		Contenido de Humedad
		Densidad
		Material pasante por Malla Nº200
Permeabilidad del concreto ***V. Dependiente.***	Diseño de Mezcla f'c=280 kg/cm2	Diseño en base a analisis granulometrico
	Grado de Porosidad del Concreto	Absorción de Agregados
		Porosidad de los Agregados
		Relación agua-cemento
	Metodología	Flujo Constante
		Profundidad de Presión del Agua
	Tipos de Aditivos	Sika Liquido
		Sika Polvo
		Chema Líquido
		Chema Polvo

Nota. Elaboración propia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO III

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3. METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

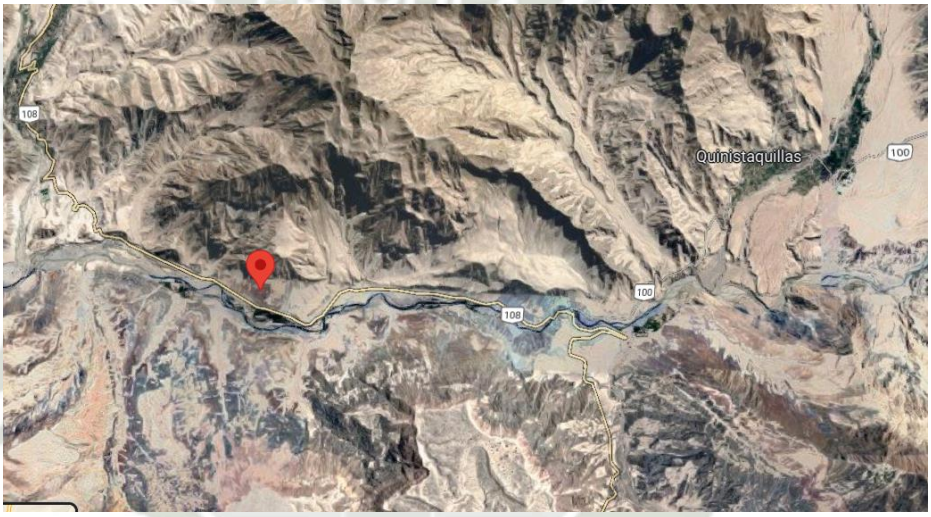
Área de estudio.

Toma de muestra

La toma de muestra se realizará de la cantera ubicada en el rio tambo, en el distrito de Quinistaquillas.

Figura 5

Zona de toma de muestra



Nota. Imagen adaptada de Google maps, para fines de la investigación.

Figura 6

Zona de Toma de Muestra



Nota. Imagen adaptada de Google maps, para fines de la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

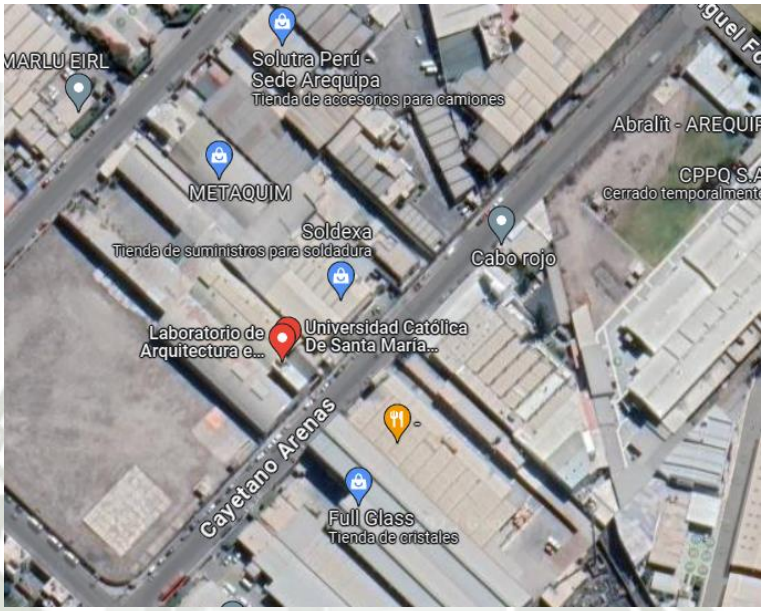
REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Experimentación

Los ensayos de laboratorio se realizarán en los laboratorios de concretos SUPERMIX SA ubicado en la Av. Parra, Arequipa

Figura 7

Laboratorios de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente (UCSM)



Nota. Imagen adaptada de Google maps, para fines de la investigación.

Figura 8

Laboratorios UCSM



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2. Tipo y nivel de investigación.

La presente investigación es de diseño experimental, ya que se realizará pruebas de laboratorio, a los diferentes diseños propuestos evaluando la permeabilidad de estos con la finalidad de obtener el resultado óptimo.

3.3. Diseño metodológico

Etapa 01 - Análisis de las propiedades.

- Descripción del lugar y tipo de material que se encuentra por la zona de donde se obtuvo el agregado
- Evaluar sus características geométricas y morfológicas
- Determinar sus características físicas
- Determinar sus características resistentes
- Determinar sus características químicas

Etapa 02 – Elaboración de diseños.

- Seleccionar el Tipo de Cemento a utilizar en el diseño de mezcla
- Elaborar diseños de mezcla que alcancen una resistencia f´c=280kg/cm2
- Determinar la cantidad optima de aditivo sin afectar la resistencia del concreto
- Rotura de probetas sin aditivos
- Rotura de probeta A2 a los 7 días
- Rotura de probeta B2 a los 14 días
- Rotura de probeta C2 a los 28 días
- Rotura de probetas con aditivos
- Rotura de probeta A1 a los 7 días
- Rotura de probeta B2 a los 14 días
- Rotura de probeta C2 a los 28 días"
- Comparación de resistencias obtenidas entre las probetas de concreto con y sin aditivo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Etapa 03 - Evaluación de la permeabilidad.

- Determinación de absorción y coeficiente de permeabilidad en probetas con sika-1 liquido
- Determinación de absorción y coeficiente de permeabilidad en probetas con sika-1 polvo
- Determinación de absorción y coeficiente de permeabilidad en probetas con chema liquido
- Determinación de absorción y coeficiente de permeabilidad en probetas con chema en polvo

Etapa 04 – Evaluación de efectos secundarios.

- Comparar y seleccionar el diseño de mezcla óptimo para estructuras hidráulicas
- Evaluar la eficiencia a la impermeabilidad de cada uno de los aditivos
- Comparar la profundidad de penetración del agua y los coeficientes de permeabilidad del concreto sin aditivos y con los distintos aditivos propuestos
- Determinar el aditivo que menos afecte la resistencia del concreto
- Realizar una comparativa de las ventajas y desventajas de los aditivos
- Seleccionar el aditivo con el diseño óptimo tanto en resistencia e impermeabilidad.
- Comparativa de Costos entre el concreto elaborado con y sin impermeabilizante

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4. Cuadro de ensayos.

Figura 9

Cuadro de Ensayos a Realizarse

ITEM	ENSAYO	NORMA	NOMBRE	OBSERVACION	Nº de Veces
			ENSAYOS PARA AGREGADOS		
1	**Gradación y finura**	**NTP 400.012**	Análisis granulométrico del agregado fino		3
2	**Gradación y finura**	**NTP 400.012**	Análisis granulométrico del agregado grueso		3
3	**Cantidad de material más fino que el tamiz 75 µm (No. 200)**	**NTP 400.018**	Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75um (Nº 200) por lavado en agregados	Este ensayo se realizará en caso de haber obtenido un porcentaje de finos mayor al 5 % en el ensayo de granulometria	3
4	**Impurezas orgánicas**	**NTP 400.024**	Método de ensayo para determinar cualitativamente las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto		3
5	**Densidad aparente (peso unitario)**	**NTP 400.017**	Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacios en los agregados		3
6	**Reactividad del agregado alcalino**	**NTP 239.700**	Determinación De La Reactividad Agregado/Alcalí		3
7	**Contenido de humedad**	**NTP 339.185**	Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado		3
8	**Gravedad Especifica Y Absorción De Agregado Fino**	**NTP 400.022**	Peso Específico y absorción del agregado Fino		3
9	**Peso Especifico Y Absorción De Agregados Gruesos**	**NTP 400.021**	Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.		3
			ENSAYOS EN CONCRETO FRESCO		
10	**Toma De Muestras De Concreto Fresco**	**NTP 339.036**	Práctica normalizada para muestreo de mezclas de concreto fresco		3
11	**Elaboracion Y Curado De Especimenes De Hormigon**	**NTP 339.183**	Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio		3
12	**Determinación del asentamiento (SLUMP)**	**MTC E 705 NTP 339.035**	Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland		3
13	**Determinación del contenido de aire**	**MTC E 706 NTP 339.083**	Método de ensayo normalizado para contenido del aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco por el método de presión		3
14	**Rendimiento**	**NTP 339.046 HORMIGON (CONCRETO)**	Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire del hormigón		3
15	**Temperatura**	**ASTM C 1064 NTP 339.184**	Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón		3
			ENSAYOS EN CONCRETO ENDURECIDO		
16	**Resistencia A La Compresion Testigos Cilindricos**	**NTP 339.034**	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas		3
17	**Profundidad De Penetración De Agua Bajo Presión**	**UNE-EN 12390-8**	Ensayos de hormigón endurecido Parte 8: Profundidad de penetración de agua bajo presión		3
18	**Permeabilidad Al Aire**	**SIA 262/1**	Método Torrent - presión de aire en el concreto		3

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la ficha técnica de los aditivos, el fabricante recomienda una dosificación en proporción a 1 bolsa de cemento. En los ensayos se evaluará distintas dosificaciones para obtener un concreto con permeabilidad eficiente, para lo cual se tomó como 100 % la dosificación recomendada y a partir de este valor se fue disminuyendo en 25% para las siguientes dosificaciones menores

Con lo expuesto anteriormente se elaborará un cuadro como el ejemplo mostrado a continuación:

Tabla 1

Cuadro de ejemplo con porcentajes de aditivo requerido para los ensayos

	Sika-1 polvo		**Chemita Polvo**	
	Bolsa de cemento	**Kg**	**Bolsa de cemento**	**Kg**
recomendado	*1 (100 %)*	*1*	*1 (100 %)*	*1*
	0.75 (75 %)	0.75	0.75 (75 %)	0.75
	0.5 (50 %)	0.5	0.5 (50 %)	0.5
	0.25 (25%)	0.25	0.25 (25%)	0.25

Nota. Elaboración Propia

Se tomará como valor base la dosificación de 3% y se variará en ±05% progresivamente para los ensayos. Con ello se encontrará el porcentaje de impermeabilizante óptimo.

A continuación, se muestra el número de ensayos que se realizaran:

Tabla 2

Cuadro de ensayos de resistencia para aditivos líquidos Chema 1 y Sika-1

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADITIVOS LÍQUIDOS				
Aditivo Requerido		Cantidad 7 y 28 días		
Por bolsa de cemento	Lt	Sika-1	Chema-1	
0	0	12		*Sin aditivo*
25%	0.45	8	8	
50%	0.9	8	8	
75%	1.35	8	8	
100%	1.8	8	8	*Recomendado*
SubTotal		44	32	
Total		**76**	**probetas**	

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3

Cuadro de ensayos de resistencia para aditivos en polvo Chemita Polvo y Sika-1

ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION CON ADITIVOS EN POLVO				
Aditivo Requerido		Cantidad 7 y 28 días		
Por bolsa de cemento	Kg	Sika-1	Chemita Polvo	
25%	0.25	8	8	
50%	0.5	8	8	
75%	0.75	8	8	
100%	1	8	8	*Recomendado*
SubTotal		32	32	
Total		**64**	**probetas**	

Nota. Elaboración Propia

Tabla 4

Cuadro de ensayos para determinar la permeabilidad al agua bajo presión

ENSAYOS DE PROFUNDIDAD DE PENETRACION DEL AGUA		
Descripción	**Cantidad**	
Sin Aditivo	3	
Sika-1 Liquido	12	
Chema-1 Liquido	12	
Sika-1 Polvo	12	
Chemita Polvo	12	
Total	**51**	**Muestras**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 5

Cuadro de ensayos para determinar la permeabilidad al aire y el coeficiente de permeabilidad

ENSAYOS DE POROSIDAD DEL CONCRETO		
Descripción	**Cantidad**	
Sin Aditivo	3	
Sika-1 Liquido	12	
Chema-1 Liquido	12	
Sika-1 Polvo	12	
Chemita Polvo	12	
Total	**51**	**Muestras**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Técnicas e instrumentos.

A. Observación

En la presente investigación se utilizará la técnica de observación porque es un elemento fundamental de todo proceso de investigación para obtener el mayor número de datos. Tomando el método de observación directa que es un método de recolección de datos que consiste básicamente en observar el objeto de estudio dentro de una situación particular y la investigación experimental que se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

B. Análisis documental

En la presente investigación se empleará el análisis documental que consiste en examinar un documento para encontrar sus elementos esenciales y las relaciones entre ellos, el análisis documental nos permite realizar búsquedas retrospectivas y recuperar el documento que necesitamos cuando lo necesitamos. Por lo tanto, podemos decir que el análisis documental va unido a la recuperación de información.

C. Ensayo de laboratorio

En la presente investigación se realizará en los ensayos de laboratorio se determinan las características, ya sea físicas o químicas, del producto en análisis, bajo unos procedimientos determinados, los ensayos se usan constantemente en la producción y en la industria para asegurar que los productos sean de calidad.

Materiales y equipos.

Materiales

- Agregado Grueso
- Agregado Fino
- Sika -1 liquido
- Sika -1 en polvo
- Chema 1 liquido
- Chema en polvo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Equipos de Laboratorio

- Tamices
- Balanza
- Cono de Abrams
- Briquetas
- Prensa hidráulica para concreto
- Equipo de penetración de agua a presión.

Materiales y equipos para la investigación.

- Útiles de escritorio
- Laptop
- Cámara
- Impresora

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO IV

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4. DESARROLLO

4.1. Materiales

Agregados

Los agregados provienen de la cantera ubicada en la zona denominada Campaya que se encuentra en el distrito de Quinistaquillas, provincia de General Sánchez Cerro, departamento de Moquegua.

Figura 10

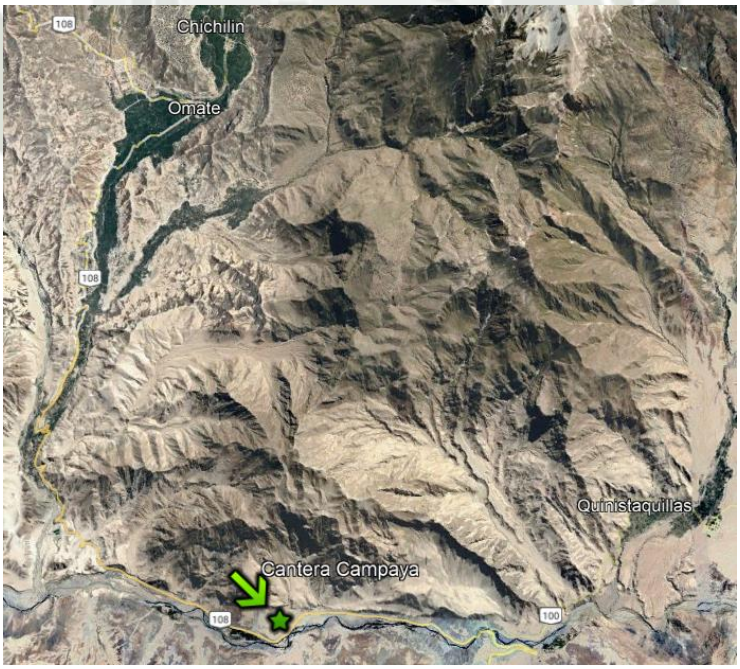
Coordenadas UTM (en inglés Universal Transverse Mercator) de Cantera

WGS 1984 UTM Zona 19S	ESTE	NORTE
1	291117	8144206

Nota. Elaboración Propia

Figura 11

Ubicación, Imagen Satelital



Nota. Imagen adaptada de Google Earth, para fines de la investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 12

Lugar de Toma de Muestra



Nota. Elaboración Propia

4.1.1.1. Granulometría

La Norma Técnica Peruana (NTP) 400.012, 2018, establece el método para la determinación de la gradación de los materiales propuestos.

A. Agregado Fino

Se considera agregados finos:

A la arena o piedra natural finamente triturada de dimensiones reducidas y que pasan el tamiz 9.5mm (3/8”) y que cumple con los límites establecidos en la norma del Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (ITINTEC) 400.037. (Abanto, 1997, pág. 23).

Referencias Normativas

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

Muestra

La cantidad de la muestra de ensayo luego del secado será de 300 g mínimo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- Secar la muestra hasta tener peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Se seleccionarán tamaños de tamices para proporcionar la información requerida, las mallas normalizadas utilizadas para el agregado fino son las N° 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200.
- Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período necesario.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas alcancen la abertura del tamiz.
- Determinar la masa retenida en cada tamiz sobre una balanza aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca.

Figura 13

Tamizado del Agregado



Nota. Elaboración Propia

Cálculo

- Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz.
- calcular el módulo de fineza (índice del tamaño medio de los agregados), sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(porcentaje· acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: N°100; N°50; N°30; N°16; N°8; N°4 y 3/8 de pulgada.

Tabla 6

Tipos de Granulometría en Agregados Finos

Tamiz	Porcentaje en masa que pasa			
	Limites totales	C	M	F
9,5 mm	100	100	100	100
4,75 mm	89 - 100	95 – 100	85 – 100	89 – 100
2,36 mm	65 – 100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1,18 mm	45 – 100	50 – 85	45 – 100	70 - 100
600 µm	25 – 100	25 – 60	25 - 80	55 – 100
300 µm	5 – 70	10 – 30	5 – 48	5 – 70
150 µm	0 - 12	2 – 10	0 - 12	0 – 12*
75 µm		0 – 3,0		

* Incrementar a 15 % para agregado manufacturado, excepto cuando se use para pavimentos rígidos de alta resistencia.

Nota. La granulometría C corresponde a la gradación de la NTP 400.037. Adaptado de NTP 400.037, 2021, p.21

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Se consideró 3 muestras para obtener la granulometría del agregado fino

Tabla 7

Granulometría del Agregado Fino Muestra 1

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	30.90	6.18	6.18	93.82
Nro. 8	**2.360**	56.10	11.23	17.41	82.59
Nro. 16	**1.180**	85.10	17.03	34.45	65.55
Nro. 30	**0.600**	147.80	29.58	64.03	35.97
Nro. 50	**0.300**	124.00	24.82	88.85	11.15
Nro. 100	**0.150**	45.00	9.01	97.86	2.14
Nro. 200	**0.075**	8.80	1.76	99.62	0.38
Fondo		1.90	0.38	100.00	0.00
Total		**499.60**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**3.09**		

Nota. Valores Obtenidos del Ensayo. Elaboración Propia

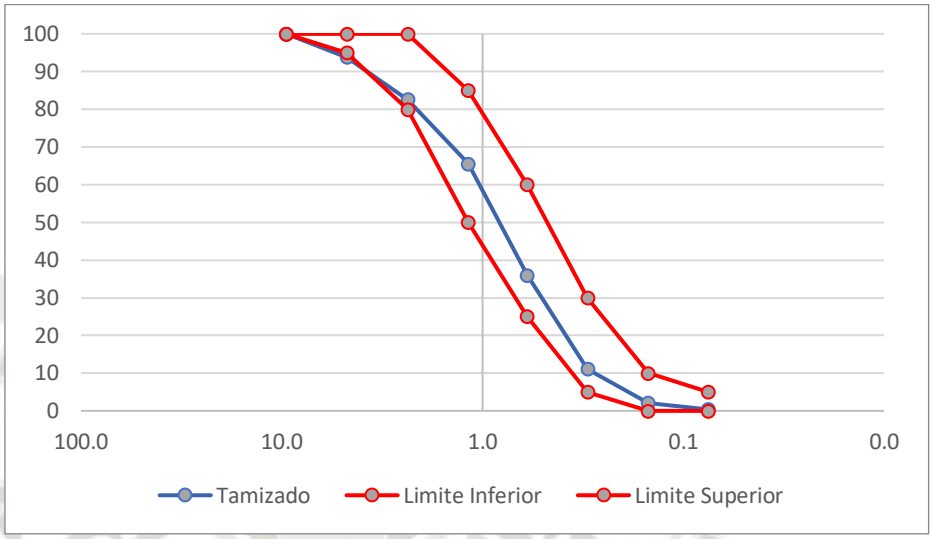
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 14

Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra 1



Nota. Elaboración Propia

Tabla 8

Granulometría del Agregado Fino Muestra 2

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	31.40	6.29	6.29	93.71
Nro. 8	**2.360**	58.70	11.75	18.04	81.96
Nro. 16	**1.180**	90.80	18.18	36.22	63.78
Nro. 30	**0.600**	124.60	24.94	61.16	38.84
Nro. 50	**0.300**	124.60	24.94	86.11	13.89
Nro. 100	**0.150**	54.00	10.81	96.92	3.08
Nro. 200	**0.075**	13.40	2.68	99.60	0.40
Fondo		2.00	0.40	100.00	0.00
Total		**499.50**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**3.05**		

Nota. Elaboración Propia

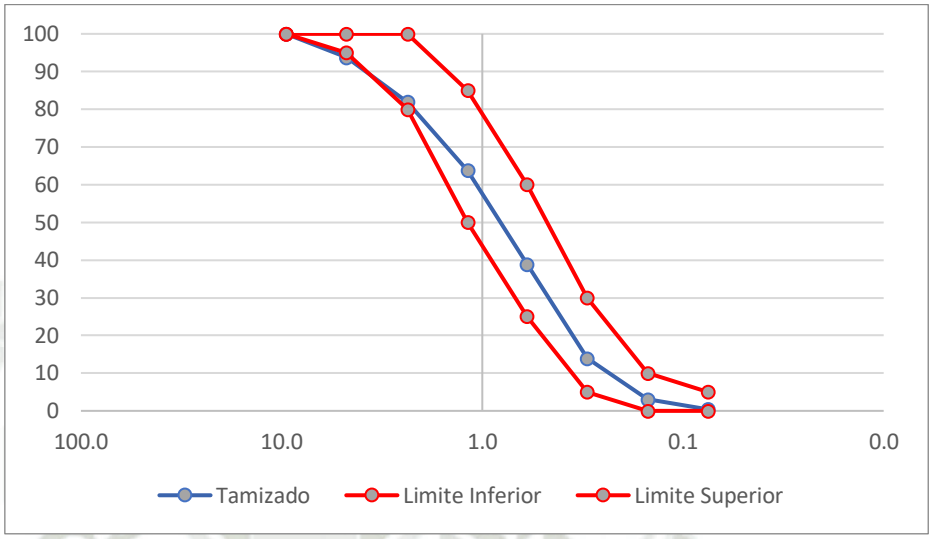
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 15

Curva Granulométrica del Agregado Fino Muestra 2



Nota. Elaboración Propia

Tabla 9

Granulometría del Agregado Fino Muestra 3

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	26.40	5.31	5.31	94.69
Nro. 8	**2.360**	49.70	10.00	15.31	84.69
Nro. 16	**1.180**	92.40	18.59	33.90	66.10
Nro. 30	**0.600**	128.40	25.84	59.74	40.26
Nro. 50	**0.300**	139.70	28.11	87.85	12.15
Nro. 100	**0.150**	47.40	9.54	97.38	2.62
Nro. 200	**0.075**	11.80	2.37	99.76	0.24
Fondo		1.20	0.24	100.00	0.00
Total		**497.00**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**2.99**		

Nota. Elaboración Propia

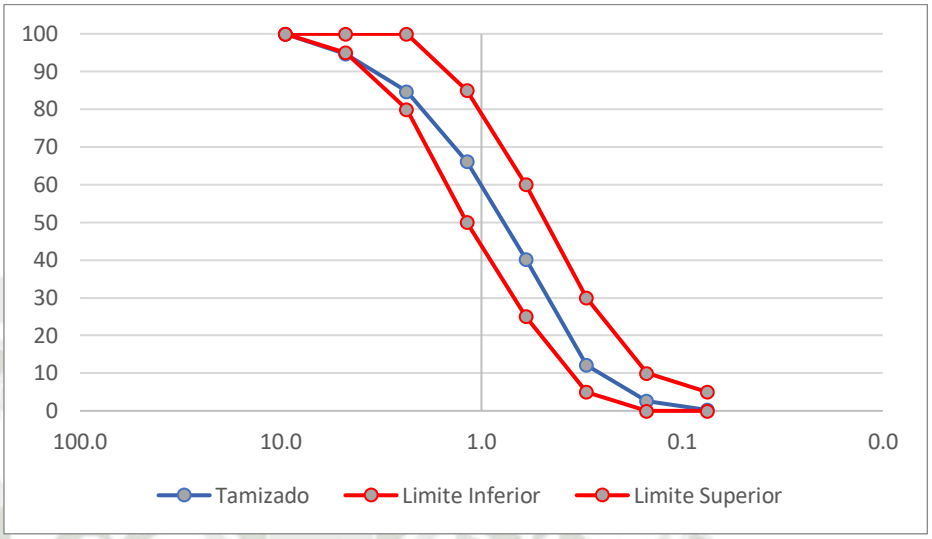
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 16

Curva Granulométrica del Agregado Fino - Muestra 3



Nota. Elaboración Propia

Tabla 10

Granulometría Promedio del Agregado Fino

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	29.57	5.92	5.92	94.08
Nro. 8	**2.360**	54.83	10.98	16.89	83.11
Nro. 16	**1.180**	89.43	17.90	34.79	65.21
Nro. 30	**0.600**	133.60	26.74	61.54	38.46
Nro. 50	**0.300**	129.43	25.91	87.44	12.56
Nro. 100	**0.150**	48.80	9.77	97.21	2.79
Nro. 200	**0.075**	11.33	2.27	99.48	0.52
Fondo		1.70	0.34	99.82	0.18
Total		**498.70**	**100**		
Módulo de Fineza			**3.04**		

Nota. Elaboración Propia

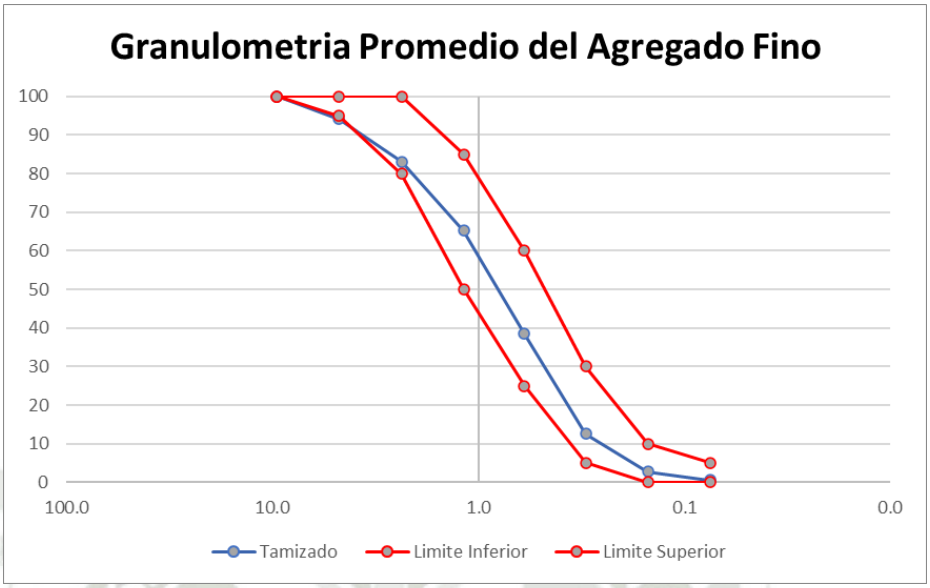
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 17

Curva Granulométrica Promedio del Agregado Fino



Nota. Elaboración Propia

B. Agregado Grueso

Se define como agregado grueso al material retenido en el tamiz ITINTEC 4.75mm (N°4) proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumple con los límites establecidos en la norma ITINTEC 400.037 (Abanto, 1997, pág. 26)

Referencias Normativas

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

Muestra

Cantidad mínima de agregado grueso para un Tamaño Máximo Nominal (TMN) de ¾ de pulgada es 5 kilogramos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 11

Cantidades de Mínima de Muestras del Agregado Grueso

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas	Cantidad de la Muestra de Ensayo, mínimo
mm (pulg)	**kg (lb)**
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)

Nota. El TMN de muestra es ¾" siendo la muestra mínima de 5 Kg. Adaptado de NTP 400.012, 2021, p.5

Procedimiento

- Secar la muestra hasta tener peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Se seleccionarán tamaños de tamices para proporcionar la información requerida, las mallas normalizadas utilizadas para el agregado grueso son las Nº 1", ¾", ½", 3/8", N°4.
- Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período necesario.
- Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas alcancen la abertura del tamiz.
- Determinar la masa retenida en cada tamiz sobre una balanza aproximando al 0,1 % más cercano de la masa total original de la muestra seca.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 18

Tamizado de Agregado Grueso



Nota. Elaboración Propia

Calculo

- Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz.
- calcular el módulo de fineza (índice del tamaño medio de los agregados), sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje· acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: N°4; 3/8 de pulgada y 3/4 de pulgada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 12

Requisitos granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4,75 mm (3/4 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	9,5 mm a 1,18 mm (3/8 pulg a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Nota. Se empleará el HUSO 6. Adaptado de NTP 400.037, 2021, p.13

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se consideró 3 muestras para obtener la granulometría del agregado grueso

Tabla 13

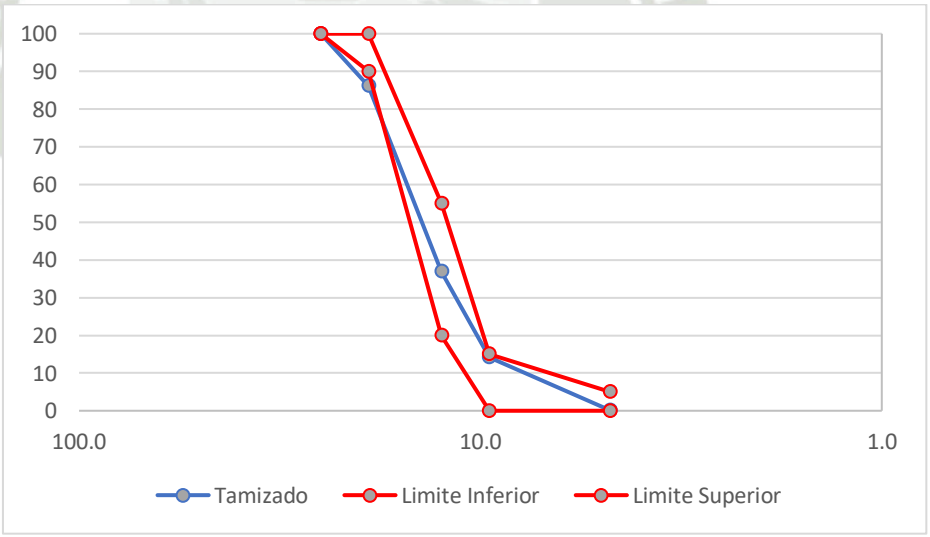
Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 1

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	691.50	13.83	13.83	86.17
1/2''	**12.500**	2462.00	49.24	63.07	36.93
3/8''	**9.500**	1136.80	22.74	85.81	14.19
Nro. 4	**4.750**	704.30	14.09	99.89	0.11
Fondo		5.30	0.11	100.00	0.00
Total		**4999.90**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**7.00**		

Nota. Valores Obtenidos Para TMN ¾¨. Elaboración Propia

Figura 19

Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 1



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 14

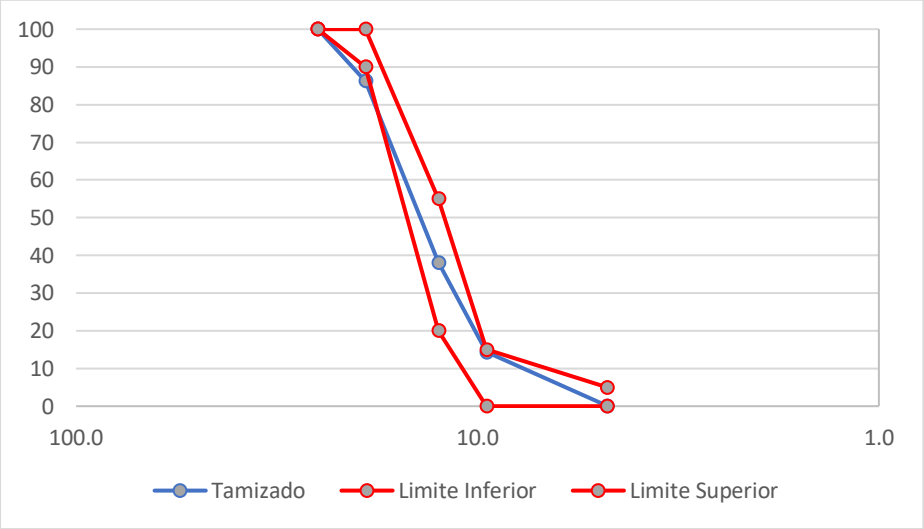
Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 2

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	688.40	13.77	13.77	86.23
1/2''	**12.500**	2403.80	48.08	61.84	38.16
3/8''	**9.500**	1191.20	23.82	85.67	14.33
Nro. 4	**4.750**	712.80	14.26	99.92	0.08
Fondo		3.80	0.08	100.00	0.00
Total		**5000.00**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**6.99**		

Nota. Valores Obtenidos Para TMN ¾¨. Elaboración Propia

Figura 20

Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 2



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 15

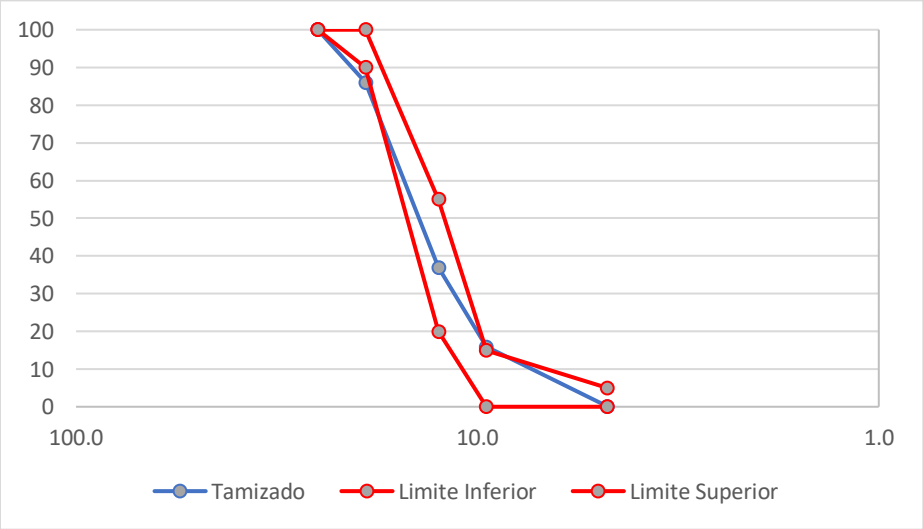
Granulometría del Agregado Grueso - Muestra 3

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	700.50	14.01	14.01	85.99
1/2''	**12.500**	2450.70	49.03	63.04	36.96
3/8''	**9.500**	1053.40	21.07	84.11	15.89
Nro. 4	**4.750**	787.90	15.76	99.87	0.13
Fondo		6.30	0.13	100.00	0.00
Total		**4998.80**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**6.98**		

Nota. Valores Obtenidos Para TMN ¾¨. Elaboración Propia

Figura 21

Curva Granulométrica del Agregado Grueso - Muestra 3



Nota. Elaboración Propia

Corrección del Agregado Grueso

Como se puede observar las gráficas del agregado grueso salen de los límites establecidos, para lo cual se procedió a corregir la granulometría con el mismo material y que las gráficas estén dentro de los límites, se añadió 1000 g de agregado de 1/2" y 500 g de 3/8" por cada 5 kg de muestra de Agregado Grueso, además de retirarse aproximadamente el 50% del peso retenido en la malla de 3/4"

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 16

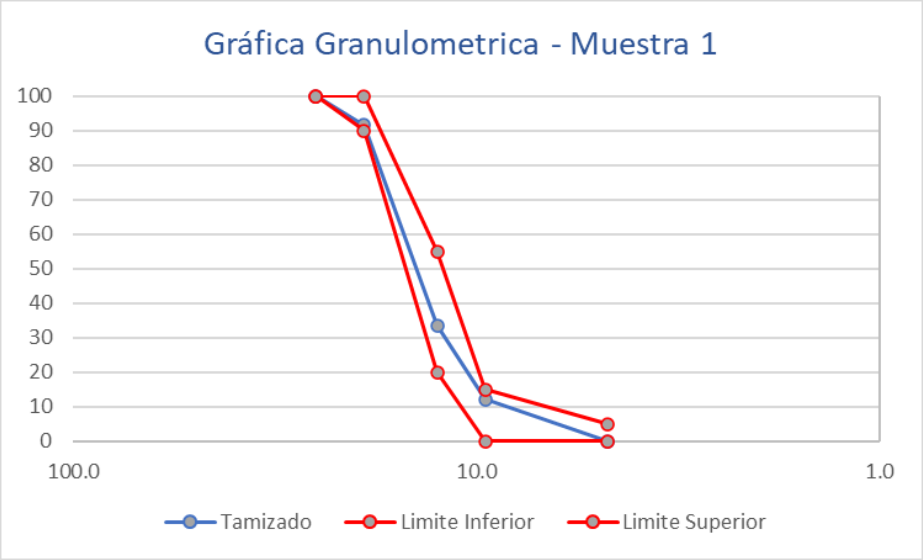
Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 1

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	501.00	8.43	8.43	91.57
1/2''	**12.500**	3448.80	58.01	66.44	33.56
3/8''	**9.500**	1265.80	21.29	87.73	12.27
Nro. 4	**4.750**	727.00	12.23	99.95	0.05
Fondo		2.70	0.05	100.00	0.00
Total		**5945.30**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**6.96**		

Nota. Elaboración Propia

Figura 22

Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 1



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 17

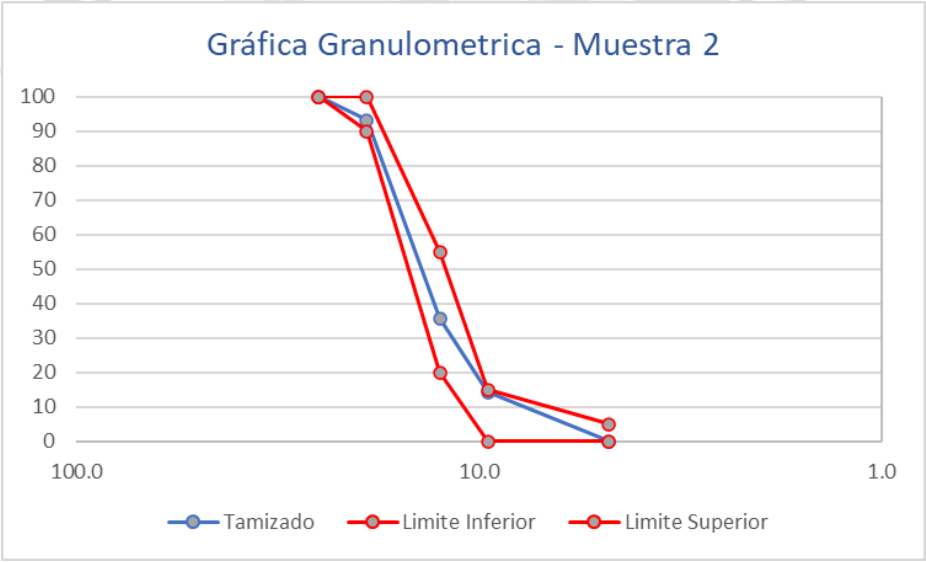
Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 2

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	408.20	6.71	6.71	93.29
1/2''	**12.500**	3501.40	57.55	64.26	35.74
3/8''	**9.500**	1303.10	21.42	85.68	14.32
Nro. 4	**4.750**	868.00	14.27	99.95	0.05
Fondo		2.90	0.05	100.00	0.00
Total		**6083.60**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**6.92**		

Nota. Elaboración Propia

Figura 23

Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 2



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18

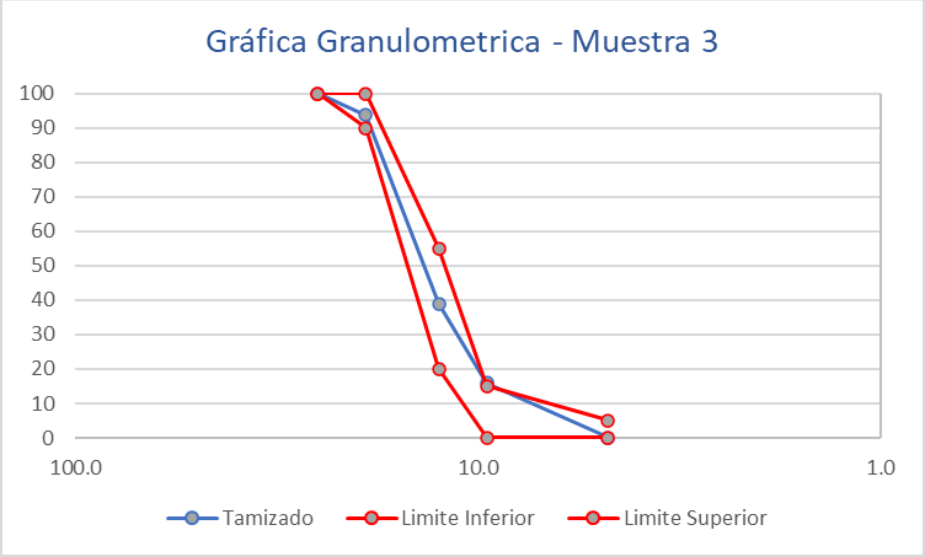
Granulometría del Agregado Grueso Corregido - Muestra 3

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	383.20	6.28	6.28	93.72
1/2''	**12.500**	3343.10	54.75	61.03	38.97
3/8''	**9.500**	1403.00	22.98	84.01	15.99
Nro. 4	**4.750**	972.70	15.93	99.94	0.06
Fondo		3.90	0.06	100.00	0.00
Total		**6105.90**	**100.00**		
Módulo de Fineza			**6.90**		

Nota. Elaboración Propia

Figura 24

Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregido - Muestra 3



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 19

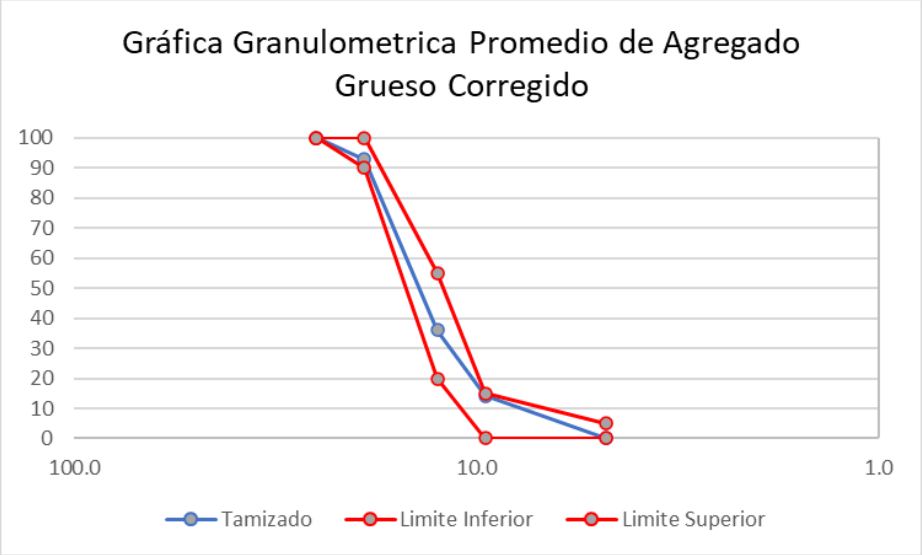
Valores de Granulometría Promedio de Agregado Grueso Corregido

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1''	**25.000**	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4''	**19.000**	430.80	7.13	7.13	92.87
1/2''	**12.500**	3431.10	56.76	63.89	36.11
3/8''	**9.500**	1323.97	21.90	85.79	14.21
Nro. 4	**4.750**	855.90	14.16	99.95	0.05
Fondo		3.17	0.05	100.00	0.00
Total		6044.93	100.00		
Módulo de Fineza		6.93			

Nota. Valores Promedio Obtenidos Para TMN ¾¨. Elaboración Propia

Figura 25

Gráfica granulométrica promedio



Nota. Elaboración Propia

4.1.1.2. Peso Específico y Absorción

Los agregados presentan poros, al encontrarse en la intemperie estos pueden contener partículas de agua, teniendo un grado de humedad, siendo de gran importancia debido a que con el podríamos conocer si aporta agua a la mezcla.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A. Agregado Fino

Referencias Normativas

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

Muestra

Seleccionar la muestra de ensayo 1000 g aproximadamente por muestra

Procedimiento

- Colocar la muestra de ensayo en un recipiente adecuado y secar en la estufa hasta tener un peso constante a una temperatura 110 °C ± 5 °C.
- Cubrir con agua y se deja reposar durante 24 h ± 4 h.
- Retirar el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos.
- Prueba de humedad superficial: Colocar el molde cónico firmemente sobre una superficie no absorbente con el diámetro mayor hacia abajo. Colocar una porción del agregado fino suelto parcialmente seco, llenándolo hasta el tope y amontonar material adicional por encima de la parte superior del molde cónico sujetándolo con los dedos de la mano que sostiene el molde. Se apisona el agregado fino en el molde con 25 golpes de la barra compactadora. Comience cada golpe aproximadamente a 5 mm por encima de la superficie superior del agregado fino.
- Si la humedad de la superficie está presente, el agregado fino conservará la forma moldeada. La ligera caída del agregado fino moldeado indica que se ha llegado a un estado de superficie seca.

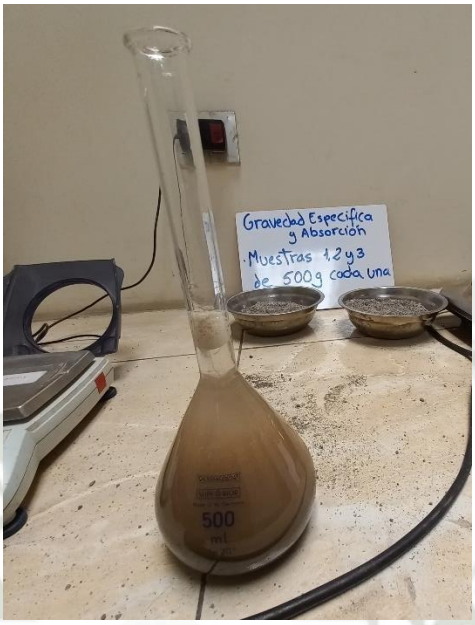
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 26

Muestras de Agregado Fino puestas en fiola



Nota. Elaboración Propia

Figura 27

Prueba de Humedad realizada en Laboratorio



Nota. Elaboración Propia

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20

Gravedad específica del agregado fino

GRAVEDAD ESPECIFÍCA AGREGADO FINO

Muestra	Peso muestra seca (gr) (A)	Peso Ag. Fino S.S.S. (gr) (S)	Peso fiola + agua (gr) (B)	Peso fiola + agua + muestra (gr) (C)	Agua añadida (gr)	G. E. Relativa (g/cm³)	G. E. S.S.S. (g/cm³)	G. E. saturada (g/cm³)	Absorción	Temperatura °C
1	488.2	500	671.4	975.3	303.9	2.490	2.550	2.649	2.417	21.8
2	485.2	500	671.4	974.9	303.5	2.469	2.545	2.670	3.050	21.2
3	489.5	500	671.4	975.9	304.5	2.504	2.558	2.646	2.145	22.1
Promedio						**2.49**	**2.55**	**2.66**	**2.54**	

Nota. Elaboración Propia

B. Agregado Grueso

Referencias Normativas

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

Muestra

Tabla 21

Masa Mínima de Muestra por Tamaño Máximo Nominal

Tamaño máximo nominal mm (pulg.)	Masa mínima de muestra de ensayo kg (lb.)
12,5 (½) o menor	2 (4.4)
19,0 (¾)	3 (6.6)
25,0 (1)	4 (8.8)
37,5 (1 ½)	5 (11)
50 (2)	8 (18)
63 (2 ½)	12 (26)
73 (3)	18 (40)
90 (3 ½)	25 (55)
100 (4)	40 (88)
125 (5)	75 (165)

Nota. Se usará 3Kg de muestra debido a que el TMN del agregado es ¾". Adaptado de NTP 400.022.

Procedimiento

- Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de 110 ºC ± 5 °C

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua.
- Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua a 23 °C ± 2,0 °C.
- Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de 110 ºC ± 5 °C.

Figura 28

Muestras de Agregado Grueso para Peso Especifico



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 29

Peso de muestra de Agregado Grueso sumergida



Nota. Elaboración Propia

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 22

Gravedad específica agregado grueso

GRAVEDAD ESPECIFÍCA AGREGADO GRUESO

Muestra	Peso muestra seca (gr) (A)	Peso Ag. Grueso S.S.S. (gr) (B)	Peso sumergido de la muestra (gr) (C)	G. E. de Masa (g/cm^3)	G. E. S.S.S. (g/cm^3)	G. E. Aparente (g/cm^3)	Absorción (%)	Temperatura
1	2981	3021.5	1880	2.611	2.647	2.708	1.359	23
2	2981.8	3024.5	1890	2.628	2.666	2.731	1.432	23
3	2980.4	3024.5	1889	2.625	2.664	2.731	1.480	23
Promedio				**2.62**	**2.66**	**2.72**	**1.42**	

Nota. Elaboración Propia

4.1.1.3. Peso Unitario Compactado

Según la norma ASTM C 29 ***"Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente e Índice de Huecos en los Áridos"*** se define la densidad total o bruta (bulk density) o peso unitario de los agregados como:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas, De forma resumida el peso unitario consiste en determinar la densidad total como el resultado de dividir la masa de un agregado en estado seco (en un determinado nivel de consolidación o compactación) y el volumen que éste ocupa incluyendo los vacíos de aire entre partículas y los de absorción. Los resultados obtenidos en este ensayo son necesarios para el proporciona miento de mezclas de concreto hidráulico y para conversiones masa/volumen en la aceptación de materiales en la obra.

Referencias Normativas

NTP 400.017 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

Muestra

El tamaño de la muestra será aproximadamente de 125 % a 200 % de la cantidad requerida para llenar el recipiente, y será manipulada de manera de evitar la segregación. Secar la muestra de agregado esencialmente a masa constante, preferiblemente en una estufa a 110 ºC ± 5 ºC.

Procedimiento

- Procedimiento de Apisonado

Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie. Llenar el recipiente a los 2 tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente. Finalmente, llenar el recipiente a sobre volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada. Nivelar la superficie del agregado con los dedos.

En el apisonado de la primera capa, procurar no golpear el fondo del recipiente con fuerza con la varilla. En el apisonado de la 2da y 3ra capas, usar un esfuerzo vigoroso, pero no mayor de la que pueda causar la penetración de la varilla a la capa previa del agregado

Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.

- Procedimiento Para Peso Suelto

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Llenar el recipiente hasta el reboce con un cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo. Nivelar la superficie del agregado con los dedos.

Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.

Figura 30

Cuarteo y selección de muestra para el Agregado Fino



Nota. Elaboración Propia

Figura 31

Llenado de Recipiente de 1/3 para Agregado Grueso



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

A. Agregado Fino

Tabla 23

Peso unitario suelto agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

MUESTRA	Peso Recipiente + muestra(kg) (G)	Peso Recipiente 1/10 (kg) (T)	Peso muestra (kg) (G-T)	Volumen Recipiente (m^3) (V)	P.U. Suelto (kg/m^3) (M)
1	6.032	1.724	4.309	0.0028	1562.466
2	5.992	1.724	4.269	0.0028	1547.961
3	6.016	1.724	4.293	0.0028	1556.664
		Promedio			**1555.70**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 24

Porcentaje de vacíos del agregado fino suelto

CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO SUELTO

MUESTRA	P.U. Suelto (g/cm^3) (M)	G. E. Relativa (g/cm^3) (S)	Densidad del Agua (g/cm^3) (W)	Porcentaje de Vacios (%)
1	1.562	2.490	0.998	37.13
2	1.548	2.469	0.998	37.18
3	1.557	2.504	0.998	37.69
		Promedio		**37.33**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 25

Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

MUESTRA	Peso Recipiente + muestra(kg) (G)	Peso Recipiente 1/10 (kg) (T)	Peso muestra (kg) (G-T)	Volumen Recipiente (m^3) (V)	P.U. Compactado (kg/m^3) (M)
1	6.485	1.724	4.762	0.0028	1726.746
2	6.506	1.724	4.783	0.0028	1734.361
3	6.467	1.724	4.744	0.0028	1720.218
		Promedio			**1727.11**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 26

Porcentaje de vacíos del agregado fino compactado

CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO FINO COMPACTADO

MUESTRA	P.U. Compactado (g/cm^3) (M)	G. E. Relativa (g/cm^3)	Densidad del Agua (g/cm^3) (W)	Porcentaje de Vacios (%)
1	1.727	2.490	0.998	30.49
2	1.734	2.469	0.998	29.63
3	1.720	2.504	0.998	31.17
		Promedio		**30.43**

Nota. Elaboración Propia

B. Agregado Grueso

Tabla 27

Peso unitario suelto del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

MUESTRA	Peso Recipiente + muestra(kg) (G)	Peso Recipiente 1/3 (kg) (T)	Peso muestra (kg) (G-T)	Volumen Recipiente (m^3) (V)	P.U. Suelto (kg/m^3) (M)
1	18.814	5.190	13.624	0.0094	1443.658
2	18.780	5.190	13.590	0.0094	1440.056
3	18.818	5.190	13.628	0.0094	1444.082
		Promedio			**1442.60**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 28

Porcentaje de vacíos del agregado grueso suelto

CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO SUELTO

MUESTRA	P.U. Suelto (g/cm³) (M)	G. E. de Masa (g/cm³) (S)	Densidad del Agua (g/cm³) (W)	Porcentaje de Vacios (%)
1	1.444	2.611	0.998	44.59
2	1.440	2.628	0.998	45.10
3	1.444	2.625	0.998	44.87
		Promedio		**44.86**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 29

Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

MUESTRA	Peso Recipiente + muestra(kg) (G)	Peso Recipiente 1/3 (kg) (T)	Peso muestra (kg) (G-T)	Volumen Recipiente (m³) (V)	P.U. Compactado (kg/m³) (M)
1	19.801	5.190	14.611	0.0094	1548.245
2	19.912	5.190	14.722	0.0094	1560.007
3	19.860	5.190	14.670	0.0094	1554.497
			Promedio		**1554.25**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 30

Porcentaje de vacíos del agregado grueso compactado

CONTENIDO DE VACIOS DEL AGREGADO GRUESO COMPACTADO

MUESTRA	P.U. Compactado (g/m³) (M)	G. E. de Masa (g/cm³) (S)	Densidad del Agua (g/m³) (W)	Porcentaje de Vacios (%)
1	1.548	2.611	0.998	40.60
2	1.560	2.628	0.998	40.53
3	1.554	2.625	0.998	40.68
		Promedio		**40.60**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.1.4. Ensayo de Impurezas Orgánicas

Las impurezas orgánicas presentes pueden retrasar el fraguado y endurecimiento del concreto, además disminuyen el desarrollo de la resistencia y en algunos casos causan el deterioro de la estructura.

Referencias Normativas

NTP 400.013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.

Muestra

Muestra de una masa de aproximadamente 450gr.

Procedimiento

- Llenar la botella con la muestra hasta aproximadamente un nivel de 130ml.
- Añadir la solución de hidróxido de sodio hasta que el volumen de la muestra y el líquido, indicado después de la agitación sea aproximadamente de 200ml.
- Tapar la botella, agitar vigorosamente y dejar reposar por 24 horas.
- Registrar si el color del líquido flotante sobre la muestra es más claro, más oscuro o igual que el color de la solución patrón.

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Figura 32

Inicio del ensayo de contenido de impurezas orgánicas



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 33

Ensayo de contenido de impurezas orgánicas pasado las 24 horas



Nota. Elaboración Propia

El circulo Nº3 es el color estándar (color estándar Gardner Nº11) el cual indica impurezas si la solución toma un color más oscuro, en nuestro caso la solución permaneció casi transparente; lo cual indica una cantidad muy baja de impurezas orgánicas en el agregado.

4.1.1.5. Método de ensayo Para Sílice en Álcalis – Gravimetría.

La reacción álcali-sílice (RAS) se define como:

Una de las patologías de daño del concreto de mayor relevancia a nivel mundial y se define como la reacción química entre los álcalis del cemento y la sílice inestable de los agregados, la cual produce un gel que en presencia de agua se expande propiciando el agrietamiento del concreto. (Cassiani, 2019, pág. 16)

Referencias Normativas

ASTM C 1260: Método de Método de prueba estándar para prueba estándar para reactividad potencial reactividad potencial álcali de Áridos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Muestra

Tabla 31

Requisitos de Clasificación

Requisitos de clasificación		
Pasante	retenido	% de masa
4.75 mm (No. 4)	2.36 mm (No. 8)	10
2.36 mm (No. 8)	1.18 mm (No. 16)	25
1.18 mm (No.16)	600 µm (No. 30)	25
600 µm (No. 30)	300 µm (No. 50)	25
300 µm (No. 50)	150 µm (No. 100)	15

Nota. Adaptado de ASTM C 1260, 2021, p.13

Procedimiento

- Moldes para especímenes de prueba utilizados para determinar el cambio de longitud de las pastas de cemento y morteros, tendrán un área de 25mm X25mm con una longitud de aproximadamente 285mm.
- Dosificación de mortero-Proporción de los materiales secos para el mortero de prueba usando 1 parte de cemento a 2,25.
- Mezcla de Mortero: mezcle el mortero de acuerdo con los requisitos de la norma ASTM C 305.
- Moldeo de probetas de ensayo dentro de un tiempo total transcurrido de no más de 2 min y 15 s después de la finalización de la mezcla original del lote de mortero. Llenar los moldes con dos capas aproximadamente iguales, cada capa debe ser compactada para no hacer una manipulación indebida.
- Los especímenes deben permanecer en los moldes por 24 ± 2h. Luego se sacan los especímenes de los moldes, y mientras se les protege de la pérdida de humedad se les identifica y se hace una lectura inicial con el vernier.
- Se colocan los especímenes hechos de cada muestra de agregado en un recipiente de almacenaje con suficiente agua potable para que queden totalmente sumergidos. Se sellan y se colocan los recipientes de almacenaje en un horno de convección o en un baño de agua mantenidos a una temperatura de 80 ± 2.0 °C (176 ± 3.6 °F) por un período de 24h.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Lecturas Cero: Se sacan los recipientes del baño a temperatura constante de uno en uno a la vez. El tiempo transcurrido entre retirar, tomar medidas y retornar los especímenes al baño a temperatura constante no debe exceder de 10 minutos.
- Luego se colocan todos los especímenes hechos de la muestra de cada agregado, en un recipiente separado de almacenaje con suficiente solución 1N NaOH, a 80 ± 2°C (176 ± 3.6°F) para que los especímenes queden totalmente sumergidos. Se sella el recipiente de almacenaje y se regresa al horno.
- Se deben realizar lecturas subsecuentes comparativas de los especímenes periódicamente, con por lo menos tres lecturas intermedias por el período de 14 días después de realizar la lectura cero, y aproximadamente a la misma hora cada día.

Figura 34

Barras de concreto puestas en solución de hidróxido de sodio



Nota. Elaboración Propia

Figura 35

Toma de lectura luego de inmersión en solución y puesta en horno



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 32

Resultados de Ensayo para Barra 1

Muestra	Medición al Desencofrar (mm)	Medidas al sumergir en Agua y 24 h en el Horno	Medidas al sumergir en Hidroxido de Sodio y Colocar en Horno				
			Lectura 0	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4
Barra 1	282.77	282.81	282.82	282.84	282.84	282.9	282.9
	282.78	282.81	282.8	282.82	282.86	282.89	282.93
	282.77	282.83	282.83	282.82	282.83	282.91	282.91
Promedio	**282.77**	**282.82**	**282.82**	**282.83**	**282.84**	**282.9**	**282.91**
Variación		**0.000%**	**0.000%**	**0.004%**	**0.007%**	**0.028%**	**0.032%**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 33

Resultados de Ensayo para Barra 2

Muestra	Medición al Desencofrar (mm)	Medidas al sumergir en Agua y 24 h en el Horno	Medidas al sumergir en Hidroxido de Sodio y Colocar en Horno				
			Lectura 0	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4
Barra 2	283.28	283.32	283.31	283.33	283.35	283.38	283.42
	283.29	283.32	283.33	283.34	283.36	283.37	283.41
	283.29	283.31	283.32	283.32	283.35	283.38	283.4
Promedio	**283.29**	**283.32**	**283.32**	**283.33**	**283.35**	**283.38**	**283.41**
Variación		**0.000%**	**0.000%**	**0.004%**	**0.011%**	**0.021%**	**0.032%**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 34

Resultados de Ensayo para Barra 3

Muestra	Medición al Desencofrar (mm)	Medidas al sumergir en Agua y 24 h en el Horno	Medidas al sumergir en Hidroxido de Sodio y Colocar en Horno				
			Lectura 0	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Lectura 4
Barra 3	283.06	283.09	283.1	283.12	283.15	283.16	283.17
	283.04	283.07	283.09	283.11	283.13	283.17	283.18
	283.05	283.08	283.08	283.1	283.14	283.15	283.16
Promedio	**283.05**	**283.08**	**283.09**	**283.11**	**283.14**	**283.16**	**283.17**
Variación		**0.000%**	**0.004%**	**0.011%**	**0.021%**	**0.028%**	**0.032%**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1.1.6. Materiales Más Finos Que Pasan por el Tamiz 75 mm (N° 200)

La influenza de los finos pasando la malla N°200 en melcas de concreto:

Se da cuando contiene más del 12% de material pasante de la malla No 200. Los concretos elaborados con cemento IP, especialmente para la resistencia de 210 kg/cm2, producen retrasos considerables en el tiempo de fraguado final del concreto, a mayores resistencias como 280 kg/cm2 el tiempo de fraguado del concreto es menor debido a la relación a/c pues esta es menor. (Muñoz & Oreamuno, 1995, pág. 71)

Referencias Normativas

NTP 400.018: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 □m (N° 200) por lavado en agregados

Muestra

La cantidad de la muestra de ensayo, luego del secado, será de 300 g mínimo.

Procedimiento

- Después de secar y determinar la masa, colocar la muestra de ensayo en el recipiente y adicionar agua suficiente para cubrirla
- Agitar la muestra vigorosamente con el fin de separar completamente todas las partículas más finas que el tamiz normalizado de 75 □m (N° 200) de las partículas gruesas, y llevar el material fino a la suspensión.
- Repetir esta operación hasta que el agua de lavado esté clara.
- Retornar todo el material retenido sobre los tamices mediante un chorro de agua. Secar el agregado lavado a peso constante a una temperatura de 110 °C □ 5 °C y determinar la masa con aproximación al 0,1 % de la masa original de la muestra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 36

Retorno de material lavado a tamices



Nota. Elaboración Propia

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Se utilizó 3 muestras representativas para realizar el ensayo

Tabla 35

Resultados de Material Fino que pasa por la Malla Nº 200

Muestra	Wi (g) (B)	Wf (g) (C)	% Material Fino (A)
1	300	291	3
2	300	292.9	2.367
3	300	295.7	1.433
% Material Fino Pasante Promedio			**2.267**

Nota. Elaboración Propia

4.1.1.7. Inalterabilidad de Agregados por Medio de Sulfato de Magnesio

Esta Norma Técnica Peruana establece un método de ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de magnesio. Suministra información útil para juzgar la alterabilidad de los agregados sometidos a la acción de la intemperie, particularmente cuando no se dispone de información

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

adecuada sobre el comportamiento del material expuesto a condiciones atmosféricas reales. (Norma NTP 400.016, 2018)

Referencias Normativas

NTP 400.016: AGREGADOS. Determinación de la inalterabilidad de agregados por medio de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.

Muestra

A. Agregado fino

El agregado fino para el ensayo se pasará por un tamiz normalizado 9,50 mm (3/8"). La muestra será de un peso tal, que una vez tamizada queden por lo menos 100 g de material en cada uno de los tamices. Los pesos retenidos serán por lo menos de 5 % o más de la muestra tamizada, expresados en función de los siguientes tamices nominales:

Tabla 36

Selección de Muestras

Pasa el tamiz normalizado	Retenido sobre el tamiz normalizado
600 µm (No.30)	300 µm (No. 50)
1,18 mm (No. 16)	600 µm (No. 30)
2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)
4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)
9,50 mm (3/8”)	4,75 mm (No. 4)

Nota. Adaptado de Norma NTP 400.016, 2021, p.13

B. El agregado grueso

Para el ensayo será el material retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (No. 4). Este material se ensayará de acuerdo con el procedimiento descrito para agregado fino. La muestra será de un peso tal que una vez tamizada queden las siguientes cantidades de cada uno de los distintos tamaños (los pesos retenidos serán por lo menos el 5 % o más de la muestra tamizada).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 37

Selección de Muestras

Tamaño	Peso en g
9,5 mm (3/8") a 4,75 mm (No. 4)	300 ± 5
19,0 mm (3/4") a 9,5 mm (3/8")	1 000 ± 10

Nota. Adaptado de NTP 400.016, 2021, p.13

Procedimiento

- Se lava y seca completamente la muestra de agregado fino.
- se separa en diferentes tamaños por tamizado, para disponer muestras de 100 g.
- Se lava y seca completamente la muestra de agregado grueso.
- Se deberá separar en los diferentes tamaños como en la tabla.
- Se introducirán las muestras en la solución sulfato de magnesio, durante no menos de 16 h ni más de 18 h, de una manera tal, que la solución las cubra a una profundidad de por lo menos 1,5 cm.
- Después del período de inmersión se saca la muestra de agregado de la solución, se deja escurrir durante 15 min ± 5 min y se coloca en el horno de secar.
- Se repite el proceso alternado de inmersión y secado hasta que se obtenga el número de ciclos requeridos, en este caso se realizaron 4 ciclos, debido a que era la cantidad máxima que se podían realizarse en días ininterrumpidos.
- Después de completar el ciclo final y enfriado la muestra a temperatura ambiente se lava cada fracción por separado para eliminar el sulfato de magnesio. Los últimos lavados serán hechos con agua destilada y mediante la reacción con cloruro de bario (BaCl2).
- después que ha sido eliminado el sulfato de sodio o sulfato de magnesio, se seca cada fracción de la muestra hasta peso constante a 110 °C ± 5 °C y luego se anota.
- Se tamiza el agregado fino a través del mismo tamiz en el cual estaba retenido antes del ensayo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 37

Muestras de Agregado Grueso y Fino con solución de Sulfato de Magnesio



Nota. Elaboración Propia

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 38

Durabilidad del Agregado Fino al Sulfato de Magnesio

Tamaño de malla		Porcentaje de retenido muesstra original	Peso de las fracciones antes del ensayo	Peso de Muestra Lavada y Secada al Horno	Peso despues del ensayo	Perdida de peso despues del ensayo	% de perdidas despues del ensayo	% de perdidas corregidas
Pasa	**Retiene**	**%**	**(g)**	**(g)**	**(g)**	**(g)**	**%**	**%**
9,50 mm (3/8")	4,75 mm (N°4)	6%						
4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	11%	100	99.2	90.7	9.3	9%	1%
2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	18%	100	99.3	89.9	10.1	10%	2%
1,18 mm (N°16)	600 µm (N°30)	27%	100	98.4	85.8	14.2	14%	4%
600 µm (N°30)	300 µm (N°50)	26%	100	97.3	86.4	13.6	14%	4%
300 µm (N°50)	150 µm (N°100)	10%	100	97.2	81.9	18.1	19%	2%
150 µm (N°100)		2%						
Totales		**100%**						**12%**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 39

Durabilidad del Agregado Grueso al Sulfato de Magnesio

Tamaño de Mallas		Porcentaje retenido de la original	Peso de fracciones originales	Peso de Muestra Lavada y Secada al Horno	Peso despues del ensayo	Perdidas despues del ensayo	% de perdidas despues del ensayo	% de perdidas corregidas
Pasa	Retenido	%	(g)	(g)	(g)	(g)	%	%
50 mm (2")	37,5mm (1 ½")							
37,5 mm (1½")	25,0 mm (1")							
25,0 mm (1")	19,00mm (3/4")	5%	1500	1498.7	1481.6	17.1	1%	0%
19,00mm (3/4")	12,5 mm (1/2")	59%	1000	999.2	974.3	24.9	2%	1%
12,5 mm (1/2")	9,5mm (3/8")	21%	300	297.9	287.6	10.3	3%	1%
9,5mm (3/8")	4,75mm (N°4)	14%						
Totales		100%						2%

Nota. Elaboración Propia

Tabla 40

Número de Particulas Fracturadas

EXAMEN CUALITATIVO DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO

Tamices	Rajadas		Desmoronadas		Fracturadas		Astilladas		Nº Total de Particulas Antes del Ensayo
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
(1 ½") a (3/4")	-	-	-	-	-	-	-	-	46

Nota. Elaboración Propia

4.1.1.8. Determinación de Cloruros y Sulfatos

Los sulfatos atacan al concreto formando compuestos expansivos causantes de fisuración. Los cloruros, si llegan hasta la armadura, causan la despasivación de ésta y provocan su corrosión. (Gonzales de la Cotera, 1998, pág. 14)

Referencias Normativas

NTP 400.042 "AGREGADOS. Métodos de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados de hormigón (concreto)."

Limites

- Para estructuras de concreto armado el porcentaje máximo permitido de cloruros es 0.05% (500 p.p.m.) (NTP 400.037, 2018)
- Para Sulfatos solubles expresados como SO3 el porcentaje máximo permitido es 0.075% (750 p.p.m) (NTP 400.037, 2018)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 41

Partes por Millón y Porcentaje de Cloruros y Sulfatos

Material	Procedencia	Cl (ppm)	%	SO_4 (ppm)	%
A. Fino	Cantera Campaya	50	0.01	160	0.02
A. Grueso		40	0	150	0.02

Nota. Elaboración Propia

Agua

Se utilizó agua potable suministrada por los grifos que se encuentran en el laboratorio, se midió su temperatura antes de usarla en la mezcla.

Cemento

4.1.1.9. Densidad del Cemento Portland (Frasco De Le Chatelier)

Se determina por la relación entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. En los cementos normales este valor está muy cerca de 3,15 g/cm3, en los adicionados este valor está cerca de 2,90 g/cm3, dependiendo de la cantidad de adiciones utilizadas. (Silva, 2022)

Referencias Normativas

NTP 334.005. "CEMENTOS. Métodos de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros y sulfatos solubles en agua para agregados de hormigón (concreto)."

Muestra

Aproximadamente 64 gramos de Cemento.

Procedimiento

- Llenar el frasco con el líquido de ensayo, en este caso será petróleo (Diesel) hasta un punto entre 0ml y 1ml del envase. Tomar la primera lectura después que el frasco en un baño de agua a temperatura constante a 23°C ± 2 ºC.
- Introducir el cemento en porciones pequeñas evitando que se quede pegado en las paredes del frasco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

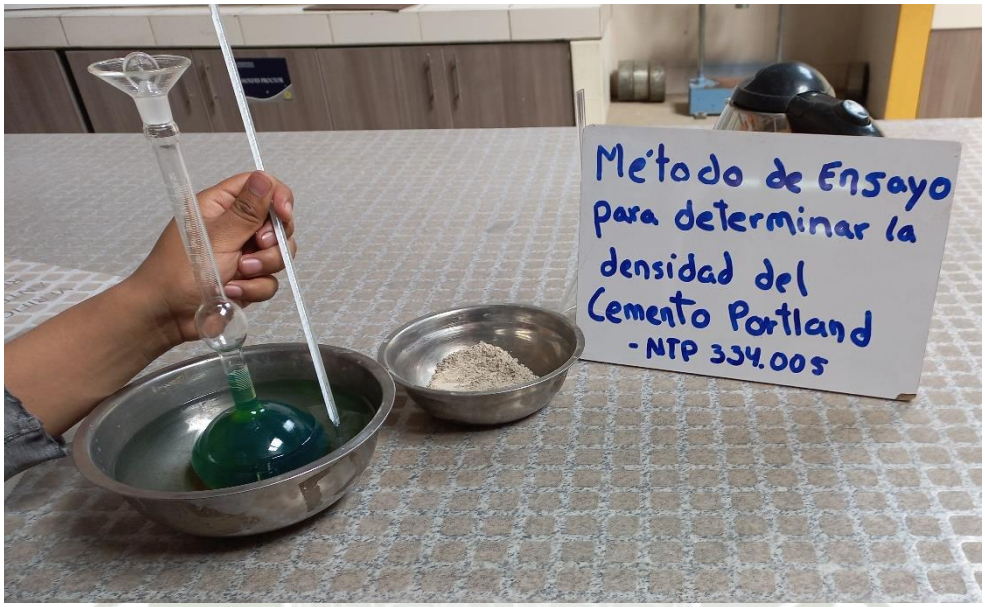
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Colocar el tapón en el frasco y rodar el frasco en posición inclinada para liberar el aire del cemento.
- Tomar la lectura final después que el frasco haya sido sumergido en el baño de agua a temperatura constante.

Figura 38

Determinación de la densidad del cemento Portland



Nota. Elaboración Propia

Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 42

Densidad del Cemento IP

Muestra	Peso de Muestra (g)	Medida Inicial Le Chatelier (ml)	Medida Final Le Chatelier (ml)	Variación de Volumen (ml)	Densidad del Cemento IP (g/cm3)
1	64	0.4	23.6	23.2	2.76
2	64	0.5	23.8	23.3	2.75
3	64	0.4	23.6	23.2	2.76
				Promedio	**2.76**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 43

Densidad del Cemento HE

Muestra	Peso de Muestra (g)	Medida Inicial Le Chatelier (ml)	Medida Final Le Chatelier (ml)	Variación de Volumen (ml)	Densidad del Cemento HE (g/cm3)
1	64	0.55	22.1	21.55	2.97
2	64	0.25	21.5	21.25	3.01
3	64	0.65	22.2	21.55	2.97
				Promedio	**2.98**

Nota. Elaboración Propia

Aditivos

Se halló la densidad de los aditivos Líquidos

Figura 39

Aditivos utilizados



Nota: Elaboración Propia

Aditivo Sika-1

Este aditivo muestra una consistencia liquida la cual fluye con facilidad y de cierta manera contribuyó ligeramente al incremento del slump de la mezcla

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 40

Determinación de densidad de aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Tabla 44

Densidad de Aditivo Sika-1

DENSIDAD SIKA-1 LÍQUIDO			
Peso de Probeta de 500 ml (g)	Peso Probeta + Aditivo (g)	Peso de 250 ml de Aditivo (g)	Densidad del Aditivo (g/cm³)
249	503	254	1.02

Nota: Elaboración Propia

Aditivo Chema-1

Este aditivo muestra una consistencia viscosa similar a la cola sintética, a pesar de ser un aditivo líquido, al añadirse en la mezcla hizo que esta tomara una consistencia más seca y por lo tanto reduzca su slump ligeramente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 41

Determinación de la densidad del aditivo Chema-1 líquido



Nota: Elaboración Propia

Tabla 45

Densidad de Aditivo Chema-1

DENSIDAD CHEMA-1 LÍQUIDO			
Peso de Probeta de 500 ml (g)	Peso Probeta + Aditivo (g)	Peso de 250 ml de Aditivo (g)	Densidad del Aditivo (g/cm³)
374	871	497	0.99

Nota: Elaboración Propia

Figura 42

Diferencia de color y textura entre aditivos líquidos



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 43

Diferencia de color entre aditivos en polvo antes de ser vertidos en mezcla



Nota: Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2. Diseño de Mezcla

El diseño de mezclas de los concretos convencionales y concretos de resistencias altas a temprana edad se realizarán por el método del comité ACI 211 el cual es un método muy sencillo y utilizado por sus tablas y recomendaciones que nos brinda y los cuales son continuamente revisadas para brindar estándares que respondan a las diversas necesidades de la industria de la

Figura 44

Diseño de Mezcla para Cemento IP

Diseño de Mezcla f'c = 280 Kgf/cm²

1) MATERIALES

CEMENTO		
Tipo	IP	
Peso Específico	2.76	g/cm³
AGUA		
Peso Específico	1.00	g/cm³
AGREGADO FINO		
Peso específico de la masa	2.488	g/cm³
Absorcíon	2.537	%
Contenido de humedad	0.275	%
Módulo de finura	3.04	
Peso seco suelto	1555.7	kg/m³
AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg
Peso seco compactado	1554.25	kg/m³
Peso especifico de la masa	2.622	g/cm³
Absorcíon	1.423	%
Contenido de humedad	0.251	%
Peso seco suelto	1442.6	kg/m³

2) ANALISIS DE DISEÑO

Resistencia	280	kgf/cm²
Resistencia Requerida	364	kgf/cm²
Asentamiento	3 a 4	pulg
Aire	2	%
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	pulg
Relación Agua-Cemento	0.47	

3) VOLUMENES ABSOLUTOS

Sin Aire Incorporado		
Cemento	0.159	m³
Agua	0.206	m³
Aire	0.020	m³
Agregado Grueso	0.353	m³
Σ Vol. Abs	0.738	m³

4) VALORES DE DISEÑO

Cemento	437	Kg/m³
Agua de diseño	205	l/m³
Agregado fino	651	Kg/m³
Agregado Grueso	926	Kg/m³

5) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

PESO HUMEDO DEL AGREGADO		
Agregado Fino	653	Kg/m³
Agregado Grueso	928	Kg/m³
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO		
Agregado Fino	-2.262	%
Agregado Grueso	-1.172	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado Fino	-15	l
Agregado Grueso	-11	l
Aporte de humedad total	-26	l
Agua efectiva	231	l
PESOS CORREGIDOS		
Cemento	437	Kg/m³
Agua de diseño	231	l/m3
Agregado fino	653	Kg/m³
Agregado Grueso	928	Kg/m³

6) PESOS POR BOLSA DE CEMENTO

Relac Agua/Cemento Diseño	0.47	
Relac Agua/Cemento Efectiva	0.53	
Proporcion en peso	Sin corrección	Con corrección
Cemento	1	1
Agua Efectiva	0.47	0.53
Agregado Fino Húmedo	1.49	1.49
Agregado Grueso Húmedo	2.12	2.12
Cant de Material por Tanda de una Bolsa		
Cemento	42.5	kg/bolsa
Agua Efectiva	22.5	l/bolsa
Agregado Fino Húmedo	63.3	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	90.1	kg/bolsa

DOSIFICACION YURA IP		
Cantidad de material por m³		
CEMENTO	10.282	bolsas
AGUA	231	l/m³
AG. FINO	0.420	m³
AG. GRUESO	0.643	m³

Nota. Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 45

Diseño de Mezcla para Cemento HE

Diseño de Mezcla f'c = 280 Kgf/cm²

1) MATERIALES

CEMENTO		
Tipo	HE	
Peso Específico	2.98	g/cm³
AGUA		
Peso Específico	1.00	g/cm³
AGREGADO FINO		
Peso específico de la masa	2.488	g/cm³
Absorcíon	2.537	%
Contenido de humedad	0.275	%
Módulo de finura	3.04	
Peso seco suelto	1555.7	kg/m³
AGREGADO GRUESO		
Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg
Peso seco compactado	1554.25	kg/m³
Peso especifico de la masa	2.622	g/cm³
Absorción	1.423	%
Contenido de humedad	0.251	%
Peso seco suelto	1442.6	kg/m³

2) ANALISIS DE DISEÑO

Resistencia	280	kgf/cm²
Resistencia Requerida	364	kgf/cm²
Asentamiento	3 a 4	pulg
Aire	2	%
Tamaño Máximo Nominal	3/4"	pulg
Relación Agua-Cemento	0.47	

3) VOLUMENES ABSOLUTOS

Sin Aire Incorporado		
Cemento	0.147	m³
Agua	0.206	m³
Aire	0.020	m³
Agregado Grueso	0.353	m³
Σ Vol. Abs	0.726	m³

4) VALORES DE DISEÑO

Cemento	437	Kg/m³
Agua de diseño	205	l/m³
Agregado fino	681	Kg/m³
Agregado Grueso	926	Kg/m³

5) CORRECCIÓN POR HUMEDAD

PESO HUMEDO DEL AGREGADO		
Agregado Fino	683	Kg/m³
Agregado Grueso	928	Kg/m³
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO		
Agregado Fino	-2.262	%
Agregado Grueso	-1.172	%
APORTE DE HUMEDAD		
Agregado Fino	-15	l
Agregado Grueso	-11	l
Aporte de humedad total	-26	l
Agua efectiva	231	l
PESOS CORREGIDOS		
Cemento	437	Kg/m³
Agua de diseño	231	l/m3
Agregado fino	683	Kg/m³
Agregado Grueso	928	Kg/m³

6) PESOS POR BOLSA DE CEMENTO

Relac Agua/Cemento Diseño	0.47	
Relac Agua/Cemento Efectiva	0.53	

Proporcion en peso	Sin corrección	Con corrección
Cemento	1	1
Agua Efectiva	0.47	0.53
Agregado Fino Húmedo	1.56	1.49
Agregado Grueso Húmedo	2.12	2.12

Cant de Material por Tanda de una Bolsa		
Cemento	42.5	kg/bolsa
Agua Efectiva	22.5	l/bolsa
Agregado Fino Húmedo	66.3	kg/bolsa
Agregado Grueso Húmedo	90.1	kg/bolsa

DOSIFICACION YURA HE		
Cantidad de material por m³		
CEMENTO	10.282	bolsas
AGUA	231	l/m³
AG. FINO	0.439	m³
AG. GRUESO	0.643	m³

Nota. Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO V

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. RESULTADOS

5.1. Ensayos en concreto fresco

Asentamiento del Concreto (SLUMP)

El ensayo de asentamiento del concreto o prueba del cono de Abrams es un método de control de calidad cuyo objetivo principal es medir la consistencia del concreto. La manejabilidad del concreto es usualmente juzgada por un examen visual, debido a que hasta el momento no se conoce ningún ensayo que mida la propiedad de manera directa. Sin embargo, se han desarrollado una serie de ensayos con los cuales se puede determinar las propiedades del concreto en estado plástico (fresco) en términos de consistencia, fluidez, cohesión y grado de compactación, uno de ellos es el ensayo de asentamiento. (Cure, 2022)

Referencias Normativas

NTP 339.035. "CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del Concreto Portland."

Muestra

Lo suficiente para llenar el molde cónico.

Procedimiento

- Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana, rígida y húmeda.
- Pisar las aletas del molde y rellenar en tres capas y apisonar cada capa con la varilla aplicando 25 golpes.
- Se mide inmediatamente el asentamiento, determinando la diferencia de altura del molde y la del centro desplazado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 46

Medición del Slump en el concreto fresco



Nota. Elaboración propia

Contenido de Aire en el Concreto Fresco Método de Presión

El momento de realizar el diseño de concreto se considera un porcentaje de aire en la mezcla, puesto que hay pequeñas burbujas de aire que están en la mezcla, según los procedimientos de vibrado que se apliquen al momento de depositar el hormigón, como también de la presencia de aditivos que aumenten o disminuyan la cantidad de aire. El contenido de aire en el hormigón es un factor que permite la expansión y compresión de las estructuras. Es importante tomar en cuenta que la porosidad del hormigón podría verse afectada en caso de contener un alto porcentaje de aire, llegando a dañar el acero del concreto armado o filtrando agua hacia otros puntos.

Referencias Normativas

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

Muestra

Lo suficiente para llenar el Medidor Tipo B.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie plana y rígida.
- Pisar las aletas del molde y rellenar en tres capas y apisonar cada capa con la varilla aplicando 25 golpes.
- Golpear de 10 a 15 veces el molde con el martillo de goma.
- Se limpian los bordes del molde para poder colocar la tapa y tener un sello hermético.
- Con una jeringuilla de goma se inyecta agua por una válvula de purga hasta que sobresalga por la otra.
- Cerrar las válvulas y aplicar presión, estabilizar la aguja del dial, abrir la válvula de la cámara de aire y tomar la perdida de aire.

Figura 47

Medición de Contenido de Aire en el concreto fresco



Nota. Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Temperatura de Mezclas de Concreto

El calor producido por el concreto (hormigón) durante el curado se denomina «calor de hidratación». Esta reacción exotérmica ocurre cuando el agua y cemente reaccionan entre sí. La cantidad de calor producido durante esta reacción está relacionada principalmente por la composición y finura del cemento. La medición de temperatura generalmente se realiza para asegurarse de que el concreto cumpla con ciertas especificaciones que definen un cierto rango de temperatura permisible. Las especificaciones típicas requieren que la temperatura del hormigón durante la colocación esté dentro de un rango de 10 ° C a 32 ° C. Sin embargo, se proporcionan diferentes límites especificados según el tamaño del elemento y las condiciones ambientales (ACI 301, 207).

Referencias Normativas

NTP 339.184. "CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto."

Muestra

Área para proveer por lo menos 75mm alrededor del sensor del dispositivo para la medición de temperatura, con un espesor que sea tres veces el TMN del agregado.

Procedimiento

- Colocar el dispositivo en la mezcla de concreto.
- Dejar el dispositivo al menos 2 minutos y no más de 5 minutos.
- Registrar la lectura de la temperatura con una precisión de 0.5 °C sin retirar el dispositivo del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 48

Medición de la Temperatura en el concreto fresco



Nota. Elaboración propia

Peso Unitario de Producción (Rendimiento) y Contenido de Aire (Gravimétrico)

La prueba del peso unitario es una herramienta importante utilizada para controlar la calidad del concreto recién mezclado. Después de que se ha establecido un proporcionamiento para la mezcla de concreto, un cambio en el peso unitario indicará un cambio en uno o más de los otros requisitos del desempeño del concreto. Un peso unitario más baja puede indicar: Que los materiales han cambiado; Un mayor contenido de aire; Un mayor contenido de agua; Un cambio en las proporciones de los ingredientes y/o un menor contenido de cemento. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2007, pág. 18)

Referencias Normativas

NTP 339.046. "HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido del aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)."

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Muestra

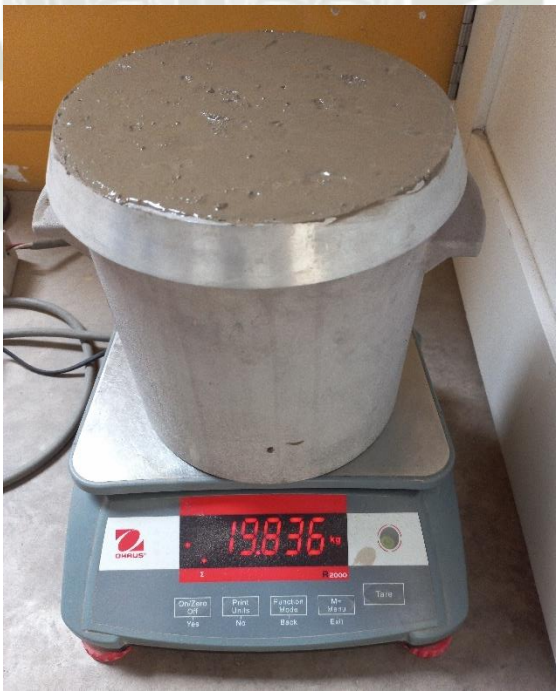
Lo suficiente para llenar el molde (mínimo 0.2 pie² o 6 Litros).

Procedimiento

- El método de consolidación se hará por apisonado.
- Pisar las aletas del molde y rellenar en tres capas y apisonar cada capa con la varilla aplicando 25 golpes.
- Golpear de 10 a 15 veces el molde con el martillo de goma.
- Después de la consolidación, se debe alisar y terminar suavemente la superficie del hormigón (concreto) del borde superior del recipiente con la placa plana.
- Después del alisado de la superficie superior del recipiente se limpia todo el hormigón (concreto) en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se determina la masa del hormigón con una exactitud del 0.3% del peso.

Figura 49

Medición del Peso Unitario en el concreto fresco



Nota. Elaboración propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Datos y Resultados de las propiedades en el Concreto Fresco

Tabla 46

Propiedades del Concreto Fresco (Cemento HE) con Distintas Dosificaciones de Aditivo

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO (Cemento HE)																	
			Sika-1 Líquido				Chema 1 Líquido				Sika-1 en Polvo				Chemita Polvo			
Descripción	Und	Sin Aditivo	25% (0.45 L)	50% (0.9 L)	75% (1.35 L)	100% (1.8 L)	25% (0.473 L)	50% (0.945 L)	75% (1.42 L)	100% (1.89 L)	25% (250 g)	50% (500 g)	75% (750 g)	100% (1000 g)	25% (250 g)	50% (500 g)	75% (750 g)	100% (1000 g)
Fecha de Vaciado	Dia	02/06/23	02/06/23	02/06/23	01/06/23	01/06/23	08/06/23	06/06/23	06/06/23	06/06/23	07/06/23	07/06/23	07/06/23	07/06/23	05/06/23	05/06/23	05/06/23	08/06/23
Hora de Vaciado	Hora	07:30	08:30	09:30	10:00	08:30	11:00	09:00	09:00	09:00	10:30	09:30	08:30	07:30	09:30	08:30	07:30	09:00
Temperatura de Concreto	°C	19.6	18.6	18.9	18.3	19.1	19.4	19.0	17.1	16.8	18.3	19.2	18.6	16.8	18.0	19.8	19.1	18.6
Temperatura Ambiente	°C	20.2	22.9	21.9	20.8	20.2	19.6	19.4	17.9	17.9	19.3	18.8	18.9	17.0	21.5	23.0	21.0	20.8
Temperatura del Agua	°C	17.5	18.0	17.9	17.8	18.0	16.8	16.9	16.6	16.0	17.8	17.8	17.6	16.3	17.7	17.8	17.6	17.6
Slump	Pulg	3.1	3.3	3.3	3.5	3.8	3.0	3.0	2.9	2.8	3.1	3.1	3.0	2.9	3.1	3.0	3.0	2.9
Peso Unitario	kg	20.03	20.02	20.03	20.03	20.05	20.11	20.15	20.17	20.20	20.08	20.15	20.20	20.22	20.06	20.15	20.16	20.18
	kg/m³	2353.0496	2351.915	2353.333	2353.05	2355.177	2364.255	2369.504	2373.475	2376.738	2360.567	2370.64	2376.6	2380.142	2357.87	2369.93	2370.922	2374.75
Contenido de Aire	%	2.30	2.60	2.70	2.70	2.90	2.50	2.60	2.70	2.75	2.40	2.55	2.55	2.65	2.50	2.60	2.75	2.80

Nota. Elaboración Propia

Tabla 47

Propiedades del Concreto Fresco (Cemento IP) con Distintas Dosificaciones de Aditivo

PROPIEDADES DEL CONCRETO FRESCO (Cemento IP)																	
			Sika-1 Líquido				Chema 1 Líquido				Sika-1 en Polvo				Chemita Polvo			
Descripción	Und	Sin Aditivo	25% (0.45 L)	50% (0.9 L)	75% (1.35 L)	100% (1.5 L)	25% (0.473 L)	50% (0.945 L)	75% (1.42 L)	100% (1.89 L)	25% (250 g)	50% (500 g)	75% (750 g)	100% (1000 g)	25% (250 g)	50% (500 g)	75% (750 g)	100% (1000 g)
Fecha de Vaciado	Dia	28/04/23	18/05/23	19/05/23	19/05/23	19/05/23	18/05/23	17/05/23	17/05/23	17/05/23	22/05/23	22/05/23	22/05/23	23/05/23	23/05/23	23/05/23	24/05/23	24/05/23
Hora de Vaciado	Hora	08:00	07:30	07:30	09:00	10:00	11:00	09:00	09:00	09:00	11:00	09:00	09:00	10:00	09:00	11:00	09:00	09:00
Temperatura de Concreto	°C	19.6	18.6	18.9	18.3	19.1	19.8	19.0	19.1	19.0	17.2	17.5	18.3	18.1	18.0	19.8	19.1	18.6
Temperatura Ambiente	°C	20.2	22.9	21.9	20.8	20.2	22.0	21.0	21.7	22.5	20.0	20.1	21.4	20.3	21.5	23.0	21.0	20.8
Temperatura del Agua	°C	17.5	18.0	17.9	17.8	18.0	17.2	17.5	17.1	17.6	16.9	16.8	17.0	17.2	17.7	17.8	17.6	17.6
Slump	Pulg	3.0	3.2	3.2	3.3	3.5	3.0	3.0	3.0	2.9	3.1	3.0	3.0	2.9	3.0	3.0	3.0	2.9
Peso Unitario	Kg	19.72	19.72	19.74	19.84	19.86	19.81	19.84	19.81	19.89	19.78	19.86	19.93	19.94	19.66	19.75	19.79	19.78
	kg/m³	2309.078	2308.94	2312.2	2326.24	2328.94	2321.7	2326.52	2321.84	2333.76	2317.59	2329.5	2339.01	2339.72	2301.13	2313.33	2319.01	2318.01
Contenido de Aire	%	2.00	1.80	1.90	2.10	2.30	2.00	2.30	2.40	2.40	1.70	1.75	1.80	2.00	1.70	1.70	1.80	1.95

Nota. Elaboración Propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.2. Ensayos en concreto endurecido

Resistencia a la Compresión Testigos Cilíndricos

El ensayo a compresión simple de probetas de concreto es un ensayo destructivo que nos proporciona el valor de la resistencia a compresión del concreto con una gran fiabilidad ya que es una medida directa sobre el hormigón que se está investigando. Los ensayos destructivos son técnicas de determinación o análisis que producen, en mayor o menor medida desperfectos o tensiones en la pieza ensayada, pudiendo implicar la destrucción completa de dicha pieza. Aunque no haya destrucción de la pieza, sí se modifican sus propiedades o características de uso. (Ingeniero de Caminos, 2011)

Referencias Normativas

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

Muestra

- Esta Norma Técnica Peruana se aplica a concretos con pesos unitarios mayores de 800 kg/m3.
- Las superficies del bloque deben será paralelas entre ellas.
- El diámetro de la superficie será de 100mm

- Procedimiento
  - Los ensayos de compresión de especímenes curados serán hechos tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 50

Probetas de Concreto en pozo de curado



Nota. Elaboración Propia

Figura 51

Probetas de Concreto antes de ser ensayadas a Compresión



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 52

Lectura de Resistencia a la Compresión



Nota. Elaboración Propia

Figura 53

Probetas luego de ser ensayadas en compresión



Nota. Elaboración Propia

- Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

Tabla 48

Resultados de probetas elaboradas con cemento HE sin el uso de aditivos

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 25/06/2023												
CONCRETO SIN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE												
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
A	1	3	10.72	10.82	10.36	10.77	10.67	89.42	30698	343.31	329.94	12.741	3.86
A	2		10.78	10.78	10.65	10.84	10.76	90.93	28592	314.43			
A	3		10.91	10.88	10.66	10.94	10.85	92.46	30076	325.29			
A	4		10.82	10.88	10.81	10.85	10.84	92.29	31076	336.73			
A	5	7	10.83	10.64	10.74	10.81	10.76	90.93	37709	414.69	413.768	8.131	1.97
A	6		10.97	10.69	10.84	10.76	10.82	91.95	37016	402.58			
A	7		10.85	10.77	10.77	10.72	10.78	91.27	37948	415.78			
A	8		10.95	10.63	10.89	10.77	10.81	91.78	38733	422.03			
A	9	28	10.79	10.76	10.94	10.83	10.83	92.12	42754	464.12	484.381	16.196	3.34
A	10		10.79	10.93	10.64	10.95	10.83	92.12	45310	491.87			
A	11		10.80	10.88	10.87	10.88	10.86	92.63	46472	501.70			
A	12		10.87	10.82	10.79	10.80	10.82	91.95	44120	479.84			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento HE y aditivo Sika-1 Liquido

Tabla 49

Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 02/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 25% (450 ml)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL E1	7	10.88	10.92	10.77	10.86	10.86	92.63	37871	408.842	401.031	13.11	3.27
SL E2		10.81	10.82	10.68	10.94	10.81	91.78	35126	382.724			
SL E3		10.67	10.88	10.70	10.90	10.79	91.44	36631	400.606			
SL E4		10.76	10.97	10.78	10.94	10.86	92.63	38159	411.951			
SL E5	28	10.91	10.88	10.92	10.87	10.9	93.313	44523	477.136	479.345	6.867	1.43
SL E6		10.77	10.83	10.87	10.83	10.83	92.118	45006	488.569			
SL E7		10.89	10.92	10.84	10.88	10.88	92.971	43898	472.169			
SL E8		10.84	10.77	10.77	10.83	10.8	91.609	43927	479.505			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 50

Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 02/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 50% (900 ml)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL D1	7	10.54	10.91	10.67	10.9	10.76	90.93	35645	391.996	387.639	5.008	1.29
SL D2		10.95	10.78	10.84	10.9	10.87	92.80	35355	380.981			
SL D3		10.8	10.77	10.85	10.77	10.8	91.61	35814	390.944			
SL D4		10.89	10.9	10.7	10.91	10.85	92.46	35748	386.636			
SL D5	28	10.79	10.77	10.71	10.72	10.75	90.763	42598	469.332	460.567	9.448	2.05
SL D6		10.92	10.83	10.85	10.79	10.85	92.459	41429	448.08			
SL D7		10.68	10.79	10.74	10.89	10.78	91.27	42548	466.177			
SL D8		10.69	10.85	10.73	10.82	10.77	91.101	41786	458.678			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 51

Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 01/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 75% (1.35 L)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL C1	7	10.8	10.69	10.75	10.62	10.72	90.26	36196	401.033	373.578	25.038	6.7
SL C2		10.88	10.63	10.77	10.73	10.75	90.76	30886	340.293			
SL C3		10.65	10.91	10.71	10.81	10.77	91.10	34390	377.493			
SL C4		10.74	10.77	10.8	10.68	10.75	90.76	34081	375.494			
SL C5	28	10.89	10.77	10.9	10.87	10.86	92.63	41119	443.906	452.227	15.316	3.39
SL C6		10.82	10.85	10.91	10.89	10.87	92.8	44086	475.065			
SL C7		10.68	10.87	10.85	10.94	10.84	92.289	40886	443.021			
SL C8		10.68	10.92	10.68	10.77	10.76	90.932	40639	446.916			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 52

Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 01/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO 100% (1.8 L)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL B1	7	10.79	10.9	10.87	10.87	10.86	92.63	35774	386.203	354.001	30.982	8.75
SL B2		10.86	10.83	10.84	10.86	10.85	92.46	28819	311.695			
SL B3		10.75	10.9	10.63	10.86	10.79	91.44	32743	358.086			
SL B4		10.89	10.63	10.85	10.72	10.77	91.10	32798	360.018			
SL B5	28	10.82	10.82	10.79	10.84	10.82	91.948	37941	412.635	416.638	23.133	5.55
SL B6		10.76	10.83	10.77	10.73	10.77	91.101	39955	438.579			
SL B7		10.8	10.72	10.8	10.79	10.78	91.27	39194	429.429			
SL B8		10.78	10.84	10.78	10.75	10.79	91.439	35287	385.908			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento HE y aditivo Sika-1 Polvo

Tabla 53

Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 07/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 25% (250 g)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	kgf	Kfg/cm²	Kfg/cm²	Kfg/cm²	%
SL E1	7	10.77	10.82	10.85	10.75	10.8	91.61	38010	414.916	396.841	18.889	4.76
SL E2	7	10.77	10.65	10.77	10.86	10.76	90.93	35332	388.554			
SL E3	7	10.32	10.82	10.78	10.87	10.7	89.92	36836	409.653			
SL E4	7	10.86	10.71	10.78	10.81	10.79	91.44	34220	374.239			
SL E5	28	10.78	10.62	10.88	10.64	10.73	90.43	43990	486.481	486.589	9.222	1.9
SL E6	28	10.63	10.76	10.72	10.83	10.74	90.59	44624	492.571			
SL E7	28	10.69	10.91	10.79	10.92	10.83	92.12	45479	493.704			
SL E8	28	10.84	10.82	10.93	10.89	10.87	92.80	43950	473.599			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 54

Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 07/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 50% (500 g)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kfg	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL D1	7	10.72	10.79	10.73	10.84	10.77	91.10	38021	417.35	408.795	18.084	4.42
SL D2	7	10.82	10.71	10.80	10.74	10.77	91.10	36599	401.741			
SL D3	7	10.92	10.62	10.91	10.88	10.83	92.12	39495	428.744			
SL D4	7	10.79	10.90	10.94	10.91	10.89	93.14	36078	387.344			
SL D5	28	10.75	10.60	10.82	10.77	10.74	90.59	45545	502.737	501.705	17.405	3.47
SL D6	28	10.88	10.85	10.83	10.81	10.84	92.29	45053	488.173			
SL D7	28	10.77	10.76	10.81	10.77	10.78	91.27	48002	525.934			
SL D8	28	10.83	10.73	10.79	10.82	10.79	91.44	44803	489.977			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 55

Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 07/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 75% (750 g)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL C1	7	10.75	10.84	10.89	10.83	10.83	92.12	37626	408.454	409.696	8.103	1.98
SL C2	7	10.81	10.76	10.90	10.66	10.78	91.27	38179	418.308			
SL C3	7	10.74	10.79	10.75	10.76	10.76	90.93	37543	412.869			
SL C4	7	10.80	10.83	10.86	10.82	10.83	92.12	36769	399.151			
SL C5	28	10.82	10.88	10.93	10.87	10.88	92.97	47522	511.149	518.335	11.304	2.18
SL C6	28	10.75	10.80	10.82	10.84	10.8	91.61	47011	513.17			
SL C7	28	10.77	10.89	10.94	10.87	10.87	92.80	47682	513.815			
SL C8	28	10.87	10.88	10.87	10.84	10.87	92.80	49667	535.205			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 56

Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 07/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 100% (1 Kg)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	kfg/cm2	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL B1	7	10.81	10.90	10.92	10.87	10.88	92.97	42443	456.519	446.641	14.349	3.21
SL B2	7	10.87	10.67	10.71	10.82	10.77	91.10	38757	425.429			
SL B3	7	10.81	10.84	10.94	10.77	10.84	92.29	41902	454.03			
SL B4	7	10.77	10.76	10.88	10.92	10.83	92.12	41507	450.585			
SL B5	28	10.73	10.90	10.78	10.71	10.78	91.27	47199	517.136	530.563	10.576	1.99
SL B6	28	10.82	10.88	10.83	10.92	10.86	92.63	50127	541.153			
SL B7	28	10.77	10.93	10.71	10.95	10.84	92.29	48688	527.56			
SL B8	28	10.83	10.86	10.89	10.89	10.87	92.80	49778	536.401			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento HE y aditivo Chema-1 Líquido

Tabla 57

Resultados con 25% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 06/06/2023													
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 25% (473 ml)													
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL	E1	7	10.76	10.85	10.87	10.74	10.81	91.78	36754	400.46	394.285	9.585	2.43
SL	E2	7	10.81	10.75	10.76	10.85	10.79	91.44	35288	385.92			
SL	E3	7	10.74	10.95	10.54	10.74	10.74	90.59	36642	404.46			
SL	E4	7	10.62	10.92	10.80	10.84	10.8	91.61	35388	386.29			
SL	E5	28	10.69	10.56	10.88	10.84	10.74	90.59	43869	484.24	471.63	12.837	2.72
SL	E6	28	10.95	10.82	10.81	10.73	10.83	92.12	42808	464.71			
SL	E7	28	10.87	10.89	10.89	10.72	10.84	92.29	42189	457.14			
SL	E8	28	10.77	10.77	10.68	10.80	10.76	90.93	43687	480.44			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 58

Resultados con 50% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 06/06/2023													
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 50% (945 ml)													
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL	D1	7	10.83	10.78	10.71	10.85	10.79	91.44	33932	371.09	374.848	35.115	9.37
SL	D2	7	10.72	10.77	10.89	10.87	10.81	91.78	36950	402.60			
SL	D3	7	10.77	10.76	10.74	10.79	10.77	91.10	36358	399.10			
SL	D4	7	10.88	10.84	10.77	10.77	10.82	91.95	30031	326.61			
SL	D5	28	10.93	10.88	10.80	10.93	10.89	93.14	41387	444.34	439.833	3.776	0.86
SL	D6	28	10.73	10.87	10.66	10.92	10.8	91.61	40200	438.82			
SL	D7	28	10.80	10.80	10.68	10.86	10.79	91.44	39805	435.32			
SL	D8	28	10.82	10.79	10.83	10.88	10.83	92.12	40610	440.85			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 59

Resultados con 75% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 06/06/2023													
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 50% (945 ml)													
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL	D1	7	10.83	10.78	10.71	10.85	10.79	91.44	33932	371.09	374.848	35.115	9.37
SL	D2	7	10.72	10.77	10.89	10.87	10.81	91.78	36950	402.60			
SL	D3	7	10.77	10.76	10.74	10.79	10.77	91.10	36358	399.10			
SL	D4	7	10.88	10.84	10.77	10.77	10.82	91.95	30031	326.61			
SL	D5	28	10.93	10.88	10.80	10.93	10.89	93.14	41387	444.34	439.833	3.776	0.86
SL	D6	28	10.73	10.87	10.66	10.92	10.8	91.61	40200	438.82			
SL	D7	28	10.80	10.80	10.68	10.86	10.79	91.44	39805	435.32			
SL	D8	28	10.82	10.79	10.83	10.88	10.83	92.12	40610	440.85			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 60

Resultados con 100% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 06/06/2023													
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 75% (1.42 L)													
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL	C1	7	10.78	10.80	10.82	10.92	10.83	92.12	36368	394.80	364.38	36.173	9.93
SL	C2	7	10.88	10.92	10.71	10.91	10.86	92.63	35035	378.23			
SL	C3	7	10.71	10.94	10.93	10.91	10.87	92.80	34567	372.49			
SL	C4	7	10.85	10.81	10.88	10..82	10.85	92.46	28848	312.01			
SL	C5	28	10.86	10.81	10.76	10.83	10.82	91.95	36915	401.48	398.004	20.464	5.14
SL	C6	28	10.84	10.82	10.78	10.88	10.83	92.12	34629	375.92			
SL	C7	28	10.80	10.69	10.82	10.79	10.78	91.27	38734	424.39			
SL	C8	28	10.79	10.87	10.82	10.74	10.81	91.78	35815	390.23			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento HE y aditivo Chemita Polvo

Tabla 61

Resultados con 25% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 05/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 25% (250 g)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL E1	7	10.74	10.81	10.85	10.88	10.82	91.95	36748	399.66	411.136	11.893	2.89
SL E2	7	10.68	10.84	10.85	10.81	10.8	91.61	37425	408.53			
SL E3	7	10.85	10.75	10.73	10.86	10.8	91.61	39194	427.84			
SL E4	7	10.83	10.78	10.82	10.65	10.77	91.10	37216	408.51			
SL E5	28	10.72	10.73	10.82	10.86	10.78	91.27	45429	497.74	490.11	7.15	1.46
SL E6	28	10.88	10.76	10.67	10.89	10.8	91.61	44032	480.65			
SL E7	28	10.93	10.77	10.84	10.83	10.84	92.29	45446	492.43			
SL E8	28	10.76	10.90	10.81	10.87	10.84	92.29	45186	489.61			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 62

Resultados con 50% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 05/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 50% (500 g)												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL D1	7	10.91	10.78	10.82	10.85	10.84	92.29	35659	386.38	412.431	25.85	6.27
SL D2	7	10.67	10.93	10.83	10.78	10.8	91.61	37112	405.11			
SL D3	7	10.90	10.92	10.83	10.71	10.84	92.29	37856	410.19			
SL D4	7	10.63	10.78	10.82	10.51	10.69	89.75	40212	448.04			
SL D5	28	10.83	10.63	10.64	10.88	10.75	90.76	45419	500.41	504.627	6.155	1.22
SL D6	28	10.75	10.72	10.82	10.83	10.78	91.27	46680	511.45			
SL D7	28	10.78	10.82	10.68	10.86	10.79	91.44	45585	498.53			
SL D8	28	10.88	10.86	10.87	10.86	10.87	92.80	47153	508.11			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 63

Resultados con 75% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 05/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 75% (750 g)												
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL	C1	7	10.92	10.81	10.82	10.86	10.85	92.46	37479	405.36	415.408	14.226	3.42
SL	C2	7	10.77	10.92	10.87	10.81	10.84	92.29	39147	424.18			
SL	C3	7	10.63	10.92	10.86	10.61	10.76	90.93	39163	430.68			
SL	C4	7	10.83	10.87	10.88	10.81	10.85	92.46	37114	401.41			
SL	C5	28	10.80	10.78	10.84	10.75	10.79	91.44	47923	524.10	519.09	7.007	1.35
SL	C6	28	10.79	10.81	10.75	10.72	10.77	91.10	46663	512.21			
SL	C7	28	10.75	10.83	10.75	10.86	10.8	91.61	48193	526.07			
SL	C8	28	10.84	10.77	10.83	10.74	10.8	91.61	47085	513.98			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 64

Resultados con 100% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 08/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO 100% (1 Kg)												
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Días	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SL	B1	7	10.98	10.64	10.91	10.74	10.82	91.95	39615	430.84	425.547	16.351	3.84
SL	B2	7	10.76	10.97	10.72	10.93	10.85	92.46	37854	409.41			
SL	B3	7	10.86	10.91	10.87	10.93	10.89	93.14	41546	446.05			
SL	B4	7	10.88	10.87	10.78	10.87	10.85	92.46	38452	415.88			
SL	B5	28	10.90	10.79	10.90	10.90	10.87	92.80	49784	536.47	540.255	14.497	2.68
SL	B6	28	10.83	10.84	10.80	10.83	10.83	92.12	50522	548.45			
SL	B7	28	10.80	10.82	10.89	10.79	10.83	92.12	51077	554.47			
SL	B8	28	10.84	10.93	10.63	10.65	10.76	90.93	47433	521.63			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 65

Resultados de probetas elaboradas con cemento IP sin el uso de aditivos

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 28/04/2023													
CONCRETO SIN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE (CEMENTO IP)													
Código		Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
		Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
A	1	3	10.81	10.73	10.91	10.79	10.81	91.78	14227	155.014	183.663	28.74	15.65
A	2	3	10.79	10.84	10.93	10.87	10.86	92.63	15084	162.841			
A	3	3	10.83	10.81	10.68	10.77	10.77	91.10	18986	208.406			
A	4	3	10.84	10.85	10.69	10.90	10.82	91.95	19161	208.39			
A	5	7	10.79	10.67	10.70	10.84	10.75	90.76	20524	226.127	236.624	18.735	7.92
A	6	7	10.80	10.60	10.58	10.84	10.71	90.09	22917	254.385			
A	7	7	10.75	10.81	10.82	10.90	10.82	91.95	23017	250.326			
A	8	7	10.88	10.83	10.88	10.87	10.87	92.80	20013	215.657			
A	9	28	10.70	10.78	10.87	10.78	10.78	91.27	30433	333.439	346.402	12.291	3.55
A	10	28	10.79	10.80	10.80	10.74	10.78	91.27	32167	352.438			
A	11	28	10.74	10.76	10.75	10.67	10.73	90.43	30678	339.265			
A	12	28	10.77	10.89	10.76	10.84	10.82	91.95	33144	360.465			
A	13	90	10.83	10.92	10.73	10.79	10.82	91.95	39254	426.915	432.82	7.814	1.81
A	14	90	10.87	10.90	10.78	10.84	10.85	92.46	39323	425.302			
A	15	90	10.75	10.93	10.75	10.94	10.84	92.29	40479	438.611			
A	16	90	10.89	10.75	10.93	10.80	10.84	92.29	40649	440.453			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento IP y aditivo Sika-1 Liquido

Tabla 66

Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 18/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 25%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
SL B1	7	10.72	10.72	10.71	10.75	10.73	90.43	20766	229.636	253.131	17.303	6.84
SL B2	7	10.72	10.69	10.91	10.68	10.75	90.76	23515	259.09			
SL B3	7	10.82	10.8	10.79	10.83	10.81	91.78	23224	253.04			
SL B4	7	10.89	10.7	10.81	10.82	10.81	91.78	24850	270.756			
SL B5	28	10.86	10.77	10.81	10.8	10.81	91.78	30792	335.498	342.438	9.709	2.84
SL B6	28	10.71	10.82	10.85	10.78	10.79	91.44	32593	356.441			
SL B7	28	10.88	10.90	10.67	10.88	10.83	92.12	30980	336.3			
SL B8	28	10.73	10.85	10.83	10.79	10.8	91.61	31286	341.513			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 67

Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 19/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 50%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SL C1	7	10.83	10.79	10.81	10.71	10.79	91.44	23110	252.734	247.268	10.277	4.16
SL C2	7	10.74	10.76	10.82	10.68	10.75	90.76	21045	231.875			
SL C3	7	10.81	10.7	10.78	10.83	10.78	91.27	22965	251.616			
SL C4	7	10.68	10.73	10.75	10.65	10.7	89.92	22736	252.847			
SL C5	28	10.79	10.68	10.76	10.71	10.74	90.59	29312	323.568	338.912	12.197	3.6
SL C6	28	10.74	10.71	10.82	10.69	10.74	90.59	31076	343.04			
SL C7	28	10.77	10.67	10.75	10.8	10.75	90.76	32003	352.611			
SL C8	28	10.81	10.73	10.79	10.83	10.79	91.44	30763	336.428			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 68

Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 19/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO - 75%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SL D1	7	10.85	10.92	10.87	10.75	10.85	92.46	23183	250.735	243.409	8.521	3.5
SL D2	7	10.71	10.85	10.73	10.85	10.79	91.44	21675	237.041			
SL D3	7	10.81	10.62	10.75	10.7	10.72	90.26	22635	250.776			
SL D4	7	10.68	10.72	10.9	10.78	10.77	91.1	21416	235.082			
SL D5	28	10.64	10.78	10.83	10.61	10.72	90.26	30466	337.536	322.604	11.287	3.5
SL D6	28	10.81	10.87	10.79	10.8	10.82	91.95	29604	321.958			
SL D7	28	10.71	10.87	10.68	10.85	10.78	91.27	28306	310.135			
SL D8	28	10.54	10.81	10.59	10.77	10.68	89.58	28736	320.786			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 69

Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Liquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 19/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO 100%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SL E1	7	10.67	10.9	10.65	10.88	10.78	91.27	18791	205.884	209.458	6.19	2.96
SL E2	7	10.76	10.75	10.65	10.73	10.72	90.257	19734	218.642			
SL E3	7	10.78	10.85	10.89	10.64	10.79	91.439	18803	205.634			
SL E4	7	10.63	10.67	10.65	10.62	10.64	88.915	18465	207.67			
SL E5	28	10.64	10.78	10.73	10.68	10.71	90.088	25159	279.271	298.056	13.563	4.55
SL E6	28	10.81	10.71	10.77	10.79	10.77	91.101	27093	297.395			
SL E7	28	10.86	10.82	10.75	10.72	10.79	91.439	27943	305.592			
SL E8	28	10.74	10.83	10.71	10.81	10.77	91.101	28238	309.964			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento IP y aditivo Sika-1 Polvo

Tabla 70

Resultados con 25% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 22/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 25%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SP B1	7	10.52	10.80	10.60	10.74	10.67	89.42	19088	213.472	230.667	15.288	6.63
SP B2	7	10.74	10.81	10.91	10.71	10.79	91.44	20579	225.057			
SP B3	7	10.75	10.74	10.82	10.66	10.74	90.59	21246	234.519			
SP B4	7	10.82	10.75	10.75	10.84	10.79	91.44	22825	249.62			
SP B5	28	10.72	10.81	10.79	10.73	10.76	90.932	29685	326.453	344.587	13.355	3.88
SP B6	28	10.68	10.77	10.65	10.75	10.71	90.088	30865	342.609			
SP B7	28	10.79	10.61	10.67	10.71	10.7	89.92	31877	354.504			
SP B8	28	10.75	10.73	10.64	10.69	10.7	89.92	31902	354.782			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 71

Resultados con 50% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 22/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 50%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SP C1	7	10.71	10.79	10.61	10.78	10.72	90.26	21793	241.455	231.75	20.049	8.65
SP C2	7	10.74	10.89	10.72	10.85	10.8	91.61	23387	255.292			
SP C3	7	10.91	10.83	10.77	10.92	10.86	92.63	19785	213.592			
SP C4	7	10.62	10.75	10.78	10.82	10.74	90.59	19628	216.659			
SP C5	28	10.75	10.69	10.71	10.79	10.74	90.594	29930	330.375	340.823	8.188	2.4
SP C6	28	10.8	10.83	10.74	10.72	10.77	91.101	31567	346.506			
SP C7	28	10.65	10.77	10.76	10.81	10.75	90.763	30704	338.288			
SP C8	28	10.68	10.73	10.67	10.71	10.7	89.92	31303	348.121			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 72

Resultados con 75% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 22/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 75%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SP D1	7	10.61	10.62	10.72	10.69	10.66	89.25	20740	232.384	243.195	10.293	4.23
SP D2	7	10.82	10.59	10.72	10.61	10.69	89.75	21513	239.694			
SP D3	7	10.74	10.85	10.84	10.87	10.83	92.12	23667	256.92			
SP D4	7	10.81	10.79	10.85	10.79	10.81	91.78	22374	243.781			
SP D5	28	10.77	10.79	10.63	10.72	10.73	90.425	29676	328.184	340.268	11.878	3.49
SP D6	28	10.75	10.65	10.83	10.76	10.75	90.763	30134	332.008			
SP D7	28	10.81	10.76	10.64	10.79	10.75	90.763	31899	351.454			
SP D8	28	10.77	10.72	10.8	10.71	10.75	90.763	31715	349.427			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 73

Resultados con 100% de Impermeabilizante Sika-1 Polvo

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 23/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO - 100%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	
SP E1	7	10.85	10.76	10.82	10.73	10.79	91.44	25140	274.937	267.833	9.997	3.73
SP E2	7	10.77	10.78	10.72	10.88	10.79	91.44	23144	253.109			
SP E3	7	10.91	10.57	10.61	10.63	10.68	89.58	24216	270.316			
SP E4	7	10.86	10.85	10.92	10.73	10.84	92.29	25192	272.969			
SP E5	28	10.71	10.76	10.8	10.64	10.73	90.425	33296	368.217	364.692	4.241	1.16
SP E6	28	10.73	10.88	10.81	10.74	10.79	91.439	33459	365.916			
SP E7	28	10.73	10.78	10.75	10.81	10.77	91.101	32662	358.525			
SP E8	28	10.74	10.89	10.69	10.88	10.8	91.609	33539	366.11			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento IP y aditivo Chema-1 Líquido

Tabla 74

Resultados con 25% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 17/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 25%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHL B1	7	10.7	10.78	10.67	10.78	10.73	90.43	21772	240.774	221.899	16.065	7.24
CHL B2	7	10.74	10.81	10.79	10.8	10.79	91.44	19459	212.809			
CHL B3	7	10.74	10.76	10.75	10.67	10.73	90.43	20707	228.996			
CHL B4	7	10.89	10.76	10.85	10.77	10.82	91.95	18851	205.018			
CHL B5	28	10.84	10.71	10.79	10.81	10.79	91.439	27287	298.418	286.976	8.656	3.02
CHL B6	28	10.86	10.82	10.74	10.76	10.8	91.609	26298	287.068			
CHL B7	28	10.74	10.87	10.71	10.69	10.75	90.763	25859	284.907			
CHL B8	28	10.64	10.85	10.73	10.68	10.73	90.425	25094	277.512			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 75

Resultados con 50% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 18/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 50%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHL C1	7	10.86	10.82	10.84	10.77	10.82	91.95	18792	204.376	206.637	6.076	2.94
CHL C2	7	10.79	10.73	10.73	10.84	10.77	91.10	18618	204.367			
CHL C3	7	10.66	10.83	10.73	10.65	10.72	90.26	19461	215.618			
CHL C4	7	10.84	10.8	10.88	10.67	10.80	91.61	18522	202.185			
CHL C5	28	10.69	10.68	10.75	10.71	10.71	90.088	23619	262.177	279.766	13.983	5
CHL C6	28	10.75	10.71	10.83	10.77	10.77	91.101	25172	276.309			
CHL C7	28	10.82	10.77	10.77	10.79	10.79	91.439	26116	285.611			
CHL C8	28	10.79	10.73	10.78	10.72	10.76	90.932	26822	294.968			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 76

Resultados con 75% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 18/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 - 75%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHL D1	7	10.63	10.81	10.72	10.81	10.74	90.59	16796	185.399	194.028	8.066	4.16
CHL D2	7	10.63	10.74	10.74	10.76	10.72	90.26	18256	202.267			
CHL D3	7	10.79	10.57	10.68	10.72	10.69	89.75	17893	199.36			
CHL D4	7	10.74	10.81	10.76	10.77	10.77	91.10	17226	189.087			
CHL D5	28	10.85	10.67	10.71	10.78	10.75	90.763	24511	270.055	269.164	7.435	2.76
CHL D6	28	10.81	10.65	10.84	10.71	10.75	90.763	25043	275.916			
CHL D7	28	10.67	10.69	10.72	10.76	10.71	90.088	23299	258.625			
CHL D8	28	10.86	10.75	10.69	10.68	10.75	90.763	24693	272.06			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 77

Resultados con 100% de Impermeabilizante Chema-1 Líquido

Resistencia a la Compresión - Fecha de Vaciado 18/05/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 100%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHL E1	7	10.78	10.93	10.88	10.79	10.85	92.46	18272	197.623	199.992	4.147	2.07
CHL E2	7	10.9	10.67	10.89	10.64	10.78	91.27	18786	205.829			
CHL E3	7	10.72	10.7	10.72	10.74	10.72	90.26	18049	199.973			
CHL E4	7	10.77	10.76	10.86	10.79	10.80	91.61	18005	196.542			
CHL E5	28	10.79	10.75	10.82	10.77	10.78	91.27	24511	268.555	266.442	7.974	2.99
CHL E6	28	10.87	10.83	10.74	10.78	10.81	91.779	25043	272.862			
CHL E7	28	10.81	10.79	10.75	10.82	10.79	91.439	23299	254.804			
CHL E8	28	10.75	10.86	10.79	10.81	10.8	91.609	24693	269.548			

Nota. Elaboración Propia

- Resultados de probetas elaboradas con cemento IP y aditivo Chemita Polvo

Tabla 78

Resultados con 25% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresion - Fecha de Vaciado 25/06/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 25%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHP B1	7	10.77	10.82	10.8	10.85	10.81	91.78	19360	210.942	220.684	12.405	5.62
CHP B2	7	10.68	10.74	10.76	10.85	10.76	90.93	19811	217.866			
CHP B3	7	10.91	10.72	10.68	10.89	10.8	91.61	19708	215.132			
CHP B4	7	10.85	10.69	10.83	10.68	10.76	90.93	21714	238.794			
CHP B5	28	10.77	10.79	10.81	10.75	10.78	91.27	29135	319.218	333.997	16.164	4.84
CHP B6	28	10.75	10.79	10.77	10.73	10.76	90.932	31852	350.284			
CHP B7	28	10.69	10.75	10.73	10.79	10.74	90.594	29082	321.015			
CHP B8	28	10.79	10.66	10.76	10.78	10.75	90.763	31356	345.471			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 79

Resultados con 50% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresion - Fecha de Vaciado 23/01/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 50%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHP C1	7	10.88	10.62	10.6	10.86	10.74	90.59	20814	229.75	241.949	9.554	3.95
CHP C2	7	10.88	10.73	10.72	10.87	10.8	91.61	22101	241.254			
CHP C3	7	10.75	10.91	10.92	10.71	10.82	91.95	23258	252.947			
CHP C4	7	10.75	10.86	10.72	10.81	10.79	91.44	22297	243.846			
CHP C5	28	10.79	10.73	10.71	10.75	10.75	90.763	31622	348.402	334.589	12.811	3.83
CHP C6	28	10.76	10.62	10.75	10.76	10.72	90.257	28754	318.579			
CHP C7	28	10.71	10.69	10.65	10.75	10.7	89.92	30601	340.314			
CHP C8	28	10.71	10.74	10.82	10.8	10.77	91.101	30160	331.061			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 80

Resultados con 75% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresion - Fecha de Vaciado 18/01/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO - 75%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHP D1	7	10.77	10.67	10.63	10.74	10.7	89.92	23649	263	260.266	4.98	1.91
CHP D2	7	10.68	10.77	10.78	10.69	10.73	90.43	22876	252.983			
CHP D3	7	10.64	10.77	10.72	10.78	10.73	90.43	23620	261.211			
CHP D4	7	10.65	10.64	10.84	10.75	10.72	90.26	23816	263.869			
CHP D5	28	10.74	10.85	10.81	10.79	10.8	91.609	32742	357.41	339.341	12.739	3.75
CHP D6	28	10.84	10.83	10.77	10.69	10.78	91.27	30667	336.003			
CHP D7	28	10.61	10.62	10.72	10.7	10.66	89.249	30031	336.486			
CHP D8	28	10.72	10.73	10.82	10.76	10.76	90.932	29777	327.464			

Nota. Elaboración Propia

Tabla 81

Resultados con 100% de Impermeabilizante Chemita Polvo

Resistencia a la Compresion - Fecha de Vaciado 17/01/2023												
CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO 100%												
Código	Edad	Diámetro				Diámetro Prom	Área	Fuerza de Rotura	Esfuerzo	Esfuerzo prom	Desv. Estandar	Coef. Variacion
	Dias	D-1	D-2	D-3	D-4	cm	cm²	Kgf	Kgf/cm²	Kgf/cm²	Kgf/cm²	%
CHP E1	7	10.68	10.76	10.61	10.65	10.68	89.58	24084	268.843	268.503	4.249	1.58
CHP E2	7	10.72	10.66	10.72	10.68	10.7	89.92	23773	264.379			
CHP E3	7	10.76	10.61	10.77	10.77	10.73	90.43	24101	266.53			
CHP E4	7	10.83	10.71	10.66	10.68	10.72	90.26	24754	274.261			
CHP E5	28	10.79	10.76	10.81	10.85	10.8	91.609	32400	353.677	352.828	9.545	2.71
CHP E6	28	10.74	10.79	10.82	10.77	10.78	91.27	31278	342.697			
CHP E7	28	10.79	10.76	10.74	10.78	10.77	91.101	31840	349.502			
CHP E8	28	10.73	10.77	10.65	10.71	10.72	90.257	32983	365.434			

Nota. Elaboración Propia

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Ensayo para Determinar la Porosidad del Concreto Endurecido

Referencias Normativas

- NTP 339.187 HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorción y porcentaje de vacíos en el hormigón (concreto) endurecido. Las muestras deben tener un peso mínimo de 800 g.

Figura 54

Peso de muestras para ensayo de porcentaje de vacíos



Nota. Elaboración Propia

Figura 55

Hervido de muestras de concreto



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio**

Muestras elaboradas con Cemento IP

Tabla 82

Porcentaje de vacíos y densidad en muestras sin aditivo – Cemento IP

CEMENTO IP - MUESTRAS SIN ADITIVO

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	834.00	911.45	9.29	914.40	9.64	473	18.21	1.89	2.31
2	1065.34	1154.69	8.39	1158.79	8.77	613	17.12	1.95	2.36
3	3933.85	4235.36	7.66	4286.23	8.96	2226	17.10	1.91	2.30
						Porosidad (%)	**17.48**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.32**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 83

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.8L) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 LIQUIDO - 100 % (1.8 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1012.59	1085.20	7.17	1097.27	8.36	585	16.53	1.98	2.37
2	1010.09	1081.55	7.07	1094.79	8.39	583	16.55	1.97	2.37
3	997.53	1068.95	7.16	1083.44	8.61	568	16.67	1.94	2.32
						Porosidad (%)	**16.58**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.35**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 84

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.35L) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 LIQUIDO - 75 % (1.35 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	886.77	958.47	8.09	954.48	7.64	516	15.44	2.02	2.39
2	807.05	874.73	8.39	869.56	7.75	479	16.01	2.07	2.46
3	836.65	908.36	8.57	912.68	9.09	452	16.50	1.82	2.18
						Porosidad (%)	**15.98**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 85

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.9L) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 LIQUIDO - 50 % (0.9 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	827.58	895.96	8.26	897.61	8.46	478	16.69	1.97	2.37
2	839.25	910.82	8.53	913.92	8.90	481	17.25	1.94	2.34
3	937.43	1017.46	8.54	1019.16	8.72	534	16.85	1.93	2.32
						Porosidad (%)	**16.93**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 86

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.45L) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 LIQUIDO - 25 % (0.45 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1000.62	1087.34	8.67	1093.79	9.31	563	17.55	1.89	2.29
2	1151.81	1241.22	7.76	1247.05	8.27	664	16.33	1.98	2.36
3	1065.12	1156.57	8.59	1168.46	9.70	603	18.28	1.88	2.30
						Porosidad (%)	**17.39**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.32**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 87

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (1 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 POLVO - 100 % (1 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1286.22	1351.24	5.06	1360.50	5.78	749	12.15	2.10	2.39
2	1159.35	1243.38	7.25	1248.67	7.70	659	15.15	1.97	2.32
3	1235.86	1316.36	6.51	1310.65	6.05	711	12.47	2.06	2.35
						Porosidad (%)	**13.26**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 88

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.75 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 POLVO - 75 % (0.75 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1037.17	1091.18	5.21	1098.19	5.88	598	12.20	2.07	2.36
2	970.6	1039	7.05	1044.61	7.63	543	14.75	1.93	2.27
3	982.35	1043.85	6.26	1043.56	6.23	581	13.23	2.12	2.45
						Porosidad (%)	**13.40**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 89

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.5 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 POLVO - 50 % (0.5 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	842.43	907.69	7.75	908.81	7.88	476	15.34	1.95	2.30
2	847.26	908.19	7.19	911.96	7.64	489	15.30	2.00	2.36
3	913.65	978.66	7.12	986.36	7.96	524	15.73	1.98	2.34
						Porosidad (%)	**15.45**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 90

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.25 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - SIKA -1 POLVO - 25 % (0.25 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	868.59	947.66	9.10	952.06	9.61	496	18.30	1.90	2.33
2	844.01	900.71	6.72	906.41	7.39	494	15.13	2.05	2.41
3	895.32	977.32	9.16	981.36	9.61	497	17.76	1.85	2.25
						Porosidad (%)	**17.07**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.33**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 91

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.89 L) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMA-1 LIQUIDO - 100 % (1.89 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	854.86	907.68	6.18	910.50	6.51	494	13.36	2.05	2.37
2	942.08	1008.2	7.02	1013.16	7.55	548	15.28	2.03	2.39
3	941.32	1004.69	6.73	1009.98	7.29	543	14.70	2.02	2.36
						Porosidad (%)	**14.45**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 92

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.42 L) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMA-1 LIQUIDO - 75 % (1.42 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1370.18	1456.72	6.32	1468.83	7.20	799	14.73	2.05	2.40
2	1121.03	1202.82	7.30	1212.77	8.18	641	16.04	1.96	2.34
3	983.85	1053.36	7.07	1055.65	7.30	573	14.88	2.04	2.39
						Porosidad (%)	**15.22**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.38**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 93

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.945 L) – Cemento IP

CEMENTO IP- CHEMA-1 LÍQUIDO - 50 % (0.945 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	811.49	866.30	6.75	874.51	7.77	476	15.81	2.04	2.42
2	857.5	924.77	7.84	930.02	8.46	488	16.41	1.94	2.32
3	913.46	984.06	7.73	987.67	8.12	526	16.07	1.98	2.36
						Porosidad (%)	**16.10**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 94

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.473 L) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMA-1 LÍQUIDO - 25 % (0.473 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	892.69	965.68	8.18	976.50	9.39	506	17.81	1.90	2.31
2	966.09	1037.98	7.44	1055.94	9.30	557	18.01	1.94	2.36
3	956.65	1019.86	6.61	1034.66	8.15	548	16.03	1.97	2.34
						Porosidad (%)	**17.28**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 95

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (1 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMITA POLVO - 100 % (1 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1220.01	1306.74	7.11	1313.64	7.67	677	14.71	1.92	2.25
2	1048.08	1127.77	7.60	1121.66	7.02	621	14.70	2.09	2.45
3	1064.65	1142.23	7.29	1141.65	7.23	618	14.70	2.03	2.38
						Porosidad (%)	**14.70**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 96

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.75 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMITA POLVO - 75 % (0.75 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1374.19	1477.26	7.50	1481.09	7.78	791	15.49	1.99	2.36
2	1324.52	1412.73	6.66	1417.37	7.01	763	14.19	2.02	2.36
3	1126.26	1205.98	7.08	1212.68	7.67	651	15.39	2.01	2.37
						Porosidad (%)	**15.02**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 97

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.5 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMITA POLVO - 50 % (0.5 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1292.42	1383.26	7.03	1389.41	7.50	756	15.31	2.04	2.41
2	1085.27	1165.56	7.40	1169.61	7.77	618	15.29	1.97	2.32
3	1031.68	1110.77	7.67	1114.56	8.03	589	15.77	1.96	2.33
						Porosidad (%)	**15.46**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.35**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 98

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.25 Kg) – Cemento IP

CEMENTO IP - CHEMITA POLVO - 25% (0.25 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1183.27	1271.56	7.46	1282.44	8.38	699	17.00	2.03	2.44
2	954.63	1026.89	7.57	1042.52	9.21	525	16.98	1.84	2.22
3	963.45	1033.68	7.29	1045.89	8.56	543	16.39	1.92	2.29
						Porosidad (%)	**16.79**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.32**

Nota. Elaboración Propia

Muestras elaboradas con Cemento HE

Tabla 99

Porcentaje de vacíos y densidad en muestras sin aditivo – Cemento HE

CEMENTO HE - MUESTRAS SIN ADITIVO

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1102.60	1171.49	6.25	1177.83	6.82	598	12.97	1.90	2.19
2	1115.35	1168.37	4.75	1174.28	5.28	641	11.05	2.09	2.35
3	1164.31	1221.36	4.90	1228.3	5.50	697	12.04	2.19	2.49
						Porosidad (%)	**12.02**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 100

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.8L) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 LIQUIDO - 100 % (1.8 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1110.58	1194.28	7.54	1200.15	8.07	648	16.22	2.01	2.40
2	1095.64	1175.63	7.30	1179.98	7.70	626	15.22	1.98	2.33
3	1102.91	1172.71	6.33	1177.1	6.73	639	13.79	2.05	2.38
						Porosidad (%)	**15.08**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 101

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (1.35L) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 LIQUIDO - 75 % (1.35 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	955.83	1036.08	8.40	1039.35	8.74	545	16.89	1.93	2.33
2	951.18	1017.64	6.99	1020.37	7.27	532	14.17	1.95	2.27
3	1012.85	1071.24	5.76	1074.02	6.04	597	12.82	2.12	2.44
						Porosidad (%)	**14.63**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 102

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.9L) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 LIQUIDO - 50 % (0.9 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1166.19	1247.30	6.96	1249.56	7.15	669	14.36	2.01	2.35
2	1129.59	1209.7	7.09	1211.75	7.27	640	14.37	1.98	2.31
3	1136.32	1204.4	5.99	1215.73	6.99	649	14.01	2.01	2.33
						Porosidad (%)	**14.25**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.33**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 103

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 líquido (0.45L) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 LIQUIDO - 25 % (0.45 L)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1071.18	1146.75	7.05	1150.88	7.44	601	14.49	1.95	2.28
2	1106.69	1176.96	6.35	1182.21	6.82	620	13.43	1.97	2.27
3	1194.64	1255.44	5.09	1261.53	5.60	698	11.87	2.12	2.41
						Porosidad (%)	**13.27**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.32**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 104

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (1 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 POLVO - 100 % (1 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1245.60	1303.44	4.64	1307.38	4.96	727	10.64	2.15	2.40
2	1257.13	1317.12	4.77	1321.26	5.10	752	11.27	2.21	2.49
3	1324.51	1391.36	5.05	1394.72	5.30	730	10.56	1.99	2.23
						Porosidad (%)	**10.82**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 105

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.75 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 POLVO - 75 % (0.75 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1142.49	1200.13	5.05	1204.28	5.41	656	11.27	2.08	2.35
2	1098.42	1155.15	5.16	1159.6	5.57	638	11.73	2.11	2.39
3	1113.78	1169.97	5.04	1174.62	5.46	653	11.66	2.14	2.42
						Porosidad (%)	**11.55**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.38**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 106

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.5 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 POLVO - 50 % (0.5 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1047.94	1094.24	4.42	1109.45	5.87	604	12.17	2.07	2.36
2	1148.75	1206.26	5.01	1208.56	5.21	663	10.96	2.11	2.36
3	1132.7	1192.14	5.25	1196.94	5.67	649	11.72	2.07	2.34
						Porosidad (%)	**11.62**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 107

Porcentaje de vacíos y densidad con Sika-1 polvo (0.25 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - SIKA -1 POLVO - 25 % (0.25 Kg)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1122.21	1187.46	5.81	1181.85	5.31	646	11.12	2.09	2.35
2	930.79	981.34	5.43	984.1	5.73	544	12.11	2.11	2.41
3	1184.49	1247.61	5.33	1253.1	5.79	685	12.08	2.09	2.37
						Porosidad (%)	**11.77**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.38**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 108

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.89 L) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMA 1 LIQUIDO - 100 % (1.89 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1092.90	1162.52	6.37	1169.60	7.02	629	14.19	2.02	2.36
2	1098.1	1168.49	6.41	1174.89	6.99	635	14.22	2.03	2.37
3	1177.9	1251.52	6.25	1259.4	6.92	691	14.34	2.07	2.42
						Porosidad (%)	**14.25**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.38**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 109

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (1.42 L) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMA 1 LIQUIDO - 75 % (1.42 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1145.40	1214.78	6.06	1221.79	6.67	652	13.41	2.01	2.32
2	1046.9	1107.29	5.77	1115.73	6.57	621	13.91	2.12	2.46
3	1167.2	1242.69	6.47	1248.2	6.94	674	14.11	2.03	2.37
						Porosidad (%)	**13.81**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.38**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 110

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.945 L) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMA 1 LIQUIDO - 50 % (0.945 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1091.30	1165.74	6.82	1169.78	7.19	624	14.38	2.00	2.34
2	1062.3	1119.70	5.40	1122.83	5.70	615	11.92	2.09	2.37
3	1230.2	1305.54	6.12	1310.96	6.56	718	13.62	2.07	2.40
						Porosidad (%)	**13.31**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 111

Porcentaje de vacíos y densidad con Chema-1 líquido (0.473 L) – Cemento HE

CEMENTO HE- CHEMA 1 LIQUIDO - 25 % (0.473 L)

Muestra	Peso Seco (g) (A)	Peso Saturado Después de Inmersión (g) (B)	Absorción Después de la Inmersión (%)	Peso Saturado Después de Hervido (g) (C)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido (%)	Peso Aparente Sumergido (g) (D)	Volumen de Poros Permeables (%) (C-A)/(C-D)x100	DENSIDAD SECA G1	DENSIDAD APARENTE G2 A/(A-D)*ρ
1	1059.30	1103.66	4.19	1110.80	4.86	595	9.98	2.05	2.28
2	1081.2	1161.68	7.44	1169.31	8.15	634	16.46	2.02	2.42
3	1090.8	1145.26	4.99	1148.93	5.33	623	11.05	2.07	2.33
						Porosidad (%)	**12.50**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.34**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 112

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (1 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMITA POLVO - 100 % (1 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	876.43	912.97	4.17	914.84	4.38	512	9.53	2.18	2.40
2	864.84	902.94	4.41	907.03	4.88	503	10.44	2.14	2.39
3	1749.33	1828.91	4.55	1830.41	4.63	998	9.74	2.10	2.33
						Porosidad (%)	**9.91**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.37**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 113

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.75 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMITA POLVO - 75 % (0.75 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1086.78	1148.38	5.67	1152.13	6.01	627	12.44	2.07	2.36
2	955.3	1005.47	5.25	1008.4	5.56	552	11.63	2.09	2.37
3	1299.03	1357.19	4.48	1360.47	4.73	746	10.00	2.11	2.35
						Porosidad (%)	**11.36**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Tabla 114

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.5 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMITA POLVO - 50 % (0.5 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1051.07	1112.37	5.83	1115.59	6.14	603	12.59	2.05	2.35
2	1064.16	1120.66	5.31	1126.37	5.85	617	12.21	2.09	2.38
3	1231.14	1285.98	4.45	1289.52	4.74	711	10.09	2.13	2.37
						Porosidad (%)	**11.63**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.36**

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 115

Porcentaje de vacíos y densidad con Chemita polvo (0.25 Kg) – Cemento HE

CEMENTO HE - CHEMITA POLVO - 25% (0.25 Kg)

Muestra	Peso Seco (g)	Peso Saturado Después de Inmersión (g)	Absorción Después de la Inmersión	Peso Saturado Después de Hervido (g)	Absorción Después de la Inmersión y Hervido	Peso Aparente Sumergido (g)	Volumen de Poros Permeables (%)	DENSIDAD SECA	DENSIDAD APARENTE G2
	(A)	(B)	(%)	(C)	(%)	(D)	(C-A)/(C-D)x100	G1	A/(A-D)*ρ
1	1076.46	1136.63	5.59	1139.02	5.81	621	12.08	2.08	2.36
2	1025.74	1078.85	5.18	1083.71	5.65	591	11.77	2.08	2.36
3	1072.07	1128.81	5.29	1132.82	5.67	613	11.69	2.06	2.34
						Porosidad (%)	**11.84**	**Densidad (gr/cm³)**	**2.35**

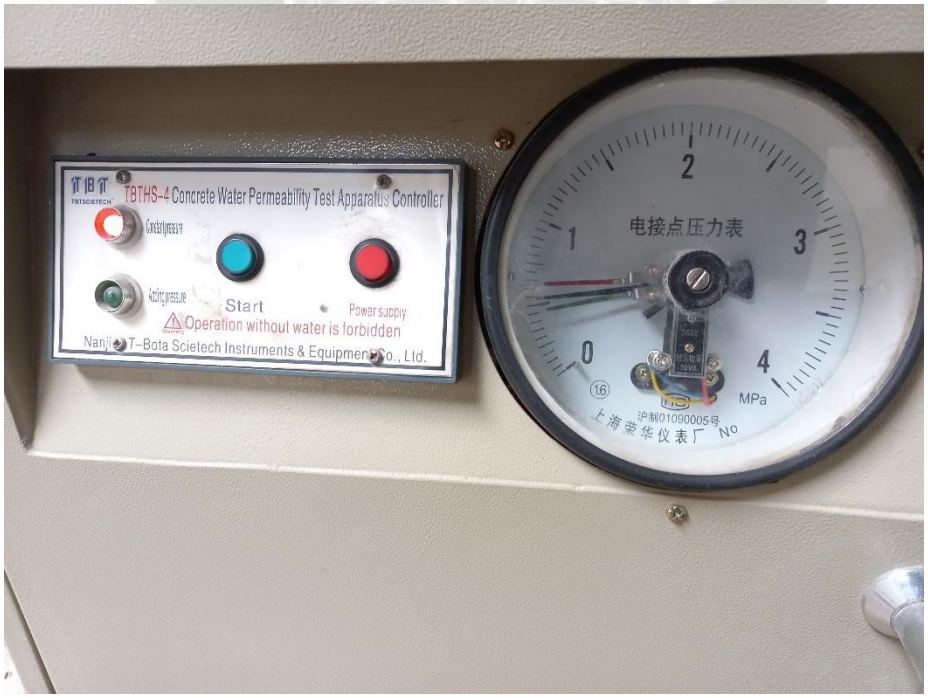
Nota. Elaboración Propia

Ensayo de Profundidad de Penetración Bajo Presión de Agua:

El ensayo consiste en poner probetas de concreto que hayan superado mínimo el curado a 30 días; una vez secas estas serán sometidas a una presión constante de 0.5 MPa en el equipo especificado para este ensayo. La duración del ensayo es de 96 horas o 4 días.

Figura 56

Ajuste de Presión en Manómetro a 0.5 MPa



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 57

Probetas de concreto puestas en equipo para ensayo de Permeabilidad



Nota. Elaboración Propia

Figura 58

Medición de altura de penetración de agua



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Datos y Resultados de Ensayos en Laboratorio

Tabla 116

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE sin Aditivo

Sin Aditivo - Cemento HE		Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	I	36.52	32.36	31.44	33.44		2.71	31.34	Media
	D	35.14	29.33	28.45	30.97	32.21	3.64		
2	I	35.80	27.87	28.07	30.58		4.52		
	D	39.82	25.17	27.59	30.86	30.72	7.85		
3	I	35.47	28.51	28.89	30.96		3.91		
	D	36.58	32.52	24.61	31.24	31.10	6.09		

Nota. Elaboración Propia

Tabla 117

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE sin Aditivo

SIN ADITIVO - CEMENTO HE	Profundidad Media de Penetracion	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
	0.03134	345600	50.9872	12.02	3.35E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

Tabla 118

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento IP sin Aditivo

SIN ADITIVO - CEMENTO IP		Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	I	49.45	21.63	30.88	33.99		14.17	36.86	Media
	D	48.20	20.38	31.82	33.47	33.73	13.98		
2	I	43.87	36.25	34.40	38.17		5.02		
	D	44.20	34.52	35.98	38.23	38.20	5.22		
3	I	45.09	32.36	33.44	36.96		7.06		
	D	48.18	34.37	38.50	40.35	38.66	7.09		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 119

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE sin Aditivo

SIN ADITIVO - CEMENTO IP	Profundidad Media de Penetración	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
	0.03686	345600	50.9872	19.48	7.51E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

Tabla 120

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Líquido

SIKA -1 LÍQUIDO			Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
DOSIFICACIÓN	Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
100 % (1.80 L)	1	I	27.77	26.93	23.42	26.04	24.12	2.31	22.550	Baja
		D	25.06	21.06	20.47	22.20		2.5		
	2	I	24.96	22.59	18.68	22.08	21.70	3.17		
		D	22.36	20.64	20.94	21.31		0.92		
	3	I	25.74	22.97	20.43	23.05	21.82	2.66		
		D	25.34	19.10	17.29	20.58		4.22		
75 % (1.35 L)	1	I	29.65	24.87	22.92	25.81	25.31	3.46	24.310	Baja
		D	26.26	23.61	24.54	24.80		1.34		
	2	I	27.44	23.54	21.90	24.29	24.07	2.85		
		D	25.71	20.33	25.48	23.84		3.04		
	3	I	26.13	23.73	18.08	22.65	23.54	4.13		
		D	29.58	21.92	21.80	24.43		4.46		
50 % (0.90 L)	1	I	31.43	25.53	22.87	26.61	26.720	4.38	25.100	Baja
		D	30.74	26.04	23.68	26.82		3.59		
	2	I	29.79	18.5	23.34	23.88	23.790	5.66		
		D	29.50	16.17	25.39	23.69		6.83		
	3	I	30.28	23.45	19.32	24.35	24.790	5.54		
		D	35.76	19.65	20.26	25.22		9.13		
25 % (0.45 L)	1	I	33.79	29.33	27.11	30.08	29.580	3.4	31.190	Media
		D	32.31	29.46	25.48	29.08		3.43		
	2	I	34.80	32.19	28.70	31.90	33.180	3.06		
		D	36.02	35.27	32.07	34.45		2.1		
	3	I	31.13	30.94	26.50	29.52	30.820	2.62		
		D	35.98	33.28	27.09	32.12		4.56		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 121

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika-1 Líquido

SIKA -1 LÍQUIDO	Profundidad Media de Penetración	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
DOSIFICACIÓN	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
1.80 L	0.023	345600	50.9872	15.08	2.18E-12	Media
1.35 L	0.024	345600	50.9872	14.63	2.45E-12	Media
0.9 L	0.025	345600	50.9872	14.25	2.55E-12	Media
0.45 L	0.031	345600	50.9872	13.27	3.66E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

Tabla 122

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Polvo

SIKA -1 POLVO			Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
DOSIFICACIÓN	Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
100 % (1 Kg)	1	I	21.38	15.1	13.08	16.52	17.29	4.33	22.320	Baja
		D	20.93	17.73	15.48	18.05		2.74		
	2	I	27.69	23.31	19.47	23.49	23.98	4.11		
		D	27.67	27.53	18.20	24.47		5.43		
	3	I	28.71	26.47	24.49	26.56	25.7	2.11		
		D	29.44	27.79	17.25	24.83		6.61		
75 % (0.75 Kg)	1	I	23.27	19.74	18.93	20.65	20.58	2.31	23.540	Baja
		D	22.73	18.81	19.98	20.51		2.01		
	2	I	24.21	19.18	19.39	20.93	22.20	2.85		
		D	27.50	24.22	18.66	23.46		4.47		
	3	I	33.60	28.34	23.19	28.38	27.83	5.21		
		D	31.62	27.27	22.93	27.27		4.35		
50 % (0.5 Kg)	1	I	28.57	21.53	24.32	24.81	23.66	3.55	25.710	Baja
		D	25.30	20.76	21.44	22.5		2.45		
	2	I	31.99	25.51	22.4	26.63	25.77	4.89		
		D	28.97	23.8	21.93	24.9		3.65		
	3	I	34.62	27.69	24.22	28.84	27.71	5.3		
		D	32.00	20.97	26.73	26.57		5.52		
25 % (0.25 Kg)	1	I	34.88	33.47	29.62	32.66	32.95	2.72	33.430	Media
		D	36.32	32.12	31.25	33.23		2.71		
	2	I	38.38	34.42	30.24	34.35	34.04	4.07		
		D	37.53	33.80	29.85	33.73		3.84		
	3	I	37.24	29.26	31.54	32.68	33.29	4.11		
		D	38.22	33.32	30.12	33.89		4.08		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 123

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Sika -1 Polvo

SIKA -1 POLVO	Profundidad Media de Penetración	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
DOSIFICACIÓN	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
1 Kg	0.022	345600	50.9872	10.82	1.53E-12	Media
0.75 Kg	0.024	345600	50.9872	11.55	1.82E-12	Media
0.50 Kg	0.026	345600	50.9872	11.62	2.18E-12	Media
0.25 Kg	0.033	345600	50.9872	11.77	3.73E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

Tabla 124

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chema-1 Líquido

CHEMA -1 LÍQUIDO			Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
DOSIFICACIÓN	Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
100 % (1.89 L)	1	I	28.82	24.95	22.63	25.47	24.87	3.13	24.940	Baja
		D	27.51	21.35	23.95	24.27		3.09		
	2	I	26.16	25.34	16.90	22.80	24.04	5.13		
		D	27.46	26.50	21.86	25.27		2.99		
	3	I	26.70	25.04	25.98	25.91	25.92	0.83		
		D	26.80	26.32	24.68	25.93		1.11		
75 % (1.42 L)	1	I	29.26	23.78	21.70	24.91	24.71	3.91	25.880	Baja
		D	28.27	23.16	22.08	24.5		3.31		
	2	I	32.45	22.53	24.49	26.49	25.86	5.25		
		D	31.93	22.35	21.38	25.22		5.83		
	3	I	31.50	27.94	20.12	26.52	27.08	5.82		
		D	33.12	24.65	25.12	27.63		4.76		
50 % (0.945 L)	1	I	35.62	25.26	23.18	28.02	28.37	6.66	29.680	Baja
		D	31.47	28.96	25.73	28.72		2.88		
	2	I	33.57	31.75	25.69	30.34	30.59	4.13		
		D	35.88	32.69	23.95	30.84		6.18		
	3	I	34.75	25.68	28.81	29.75	30.09	4.61		
		D	35.20	27.60	28.50	30.43		4.15		
25 % (0.473 L)	1	I	35.41	30.25	30.02	31.89	31.32	3.05	31.620	Media
		D	31.15	30.44	30.64	30.74		0.37		
	2	I	34.13	26.03	22.28	27.48	30.57	6.06		
		D	38.24	37.11	25.62	33.66		6.98		
	3	I	38.80	32.81	25.57	32.39	32.97	6.62		
		D	40.59	37.25	22.77	33.54		9.47		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 125

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chema -1 Líquido

CHEMA -1 LIQUIDO	Profundidad Media de Penetración	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
DOSIFICACIÓN	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
1.80 L	0.025	345600	50.9872	14.25	2.52E-12	Media
1.35 L	0.026	345600	50.9872	13.81	2.62E-12	Media
0.9 L	0.030	345600	50.9872	13.31	3.33E-12	Media
0.45 L	0.032	345600	50.9872	12.50	3.55E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

Tabla 126

Profundidad de Agua en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chemita Polvo

CHEMITA POLVO			Profundidad Máxima	Profundidad 1	Profundidad 2	Promedio	Profundidad Promedio de Muestra	Desviación Estandar	Profundidad Media de Penetración	Clasificación Profundidad Penetración NTC 4483
DOSIFICACIÓN	Muestra	Lado	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	
100 % (1 Kg)	1	I	26.92	23.88	20.41	23.74	23.45	3.26	21.560	Baja
		D	25.56	21.32	22.56	23.15		2.18		
	2	I	20.25	19.32	19.45	19.67	18.66	0.5		
		D	18.55	16.49	17.89	17.64		1.05		
	3	I	28.95	19.84	21.37	23.39	22.56	4.88		
		D	24.24	22.30	18.64	21.73		2.84		
75 % (0.75 Kg)	1	I	24.36	21.38	18.71	21.48	23.54	2.83	22.610	Baja
		D	31.40	26.08	19.28	25.59		6.08		
	2	I	30.86	24.15	16.73	23.91	24.49	7.07		
		D	32.44	23.59	19.15	25.06		6.77		
	3	I	24.32	17.79	12.83	18.31	19.79	5.76		
		D	26.79	20.89	16.10	21.26		5.35		
50 % (0.5 Kg)	1	I	33.38	31.12	30.44	31.65	30.47	1.54	26.480	Baja
		D	31.17	30.94	25.76	29.29		3.06		
	2	I	33.30	12.25	22.61	22.72	23.5	10.53		
		D	35.82	13.46	23.56	24.28		11.2		
	3	I	31.17	27.48	23.33	27.33	25.47	3.87		
		D	30.67	17.84	22.29	23.60		2.67		
25 % (0.25 Kg)	1	I	33.15	30.13	29.88	31.05	31.76	1.82	32.840	Media
		D	34.87	32.19	30.34	32.47		2.28		
	2	I	37.96	31.08	31.52	33.52	33.86	3.85		
		D	36.50	31.80	34.31	34.2		2.35		
	3	I	37.53	29.85	32.80	33.39	32.9	3.92		
		D	35.22	32.05	29.92	32.4		6.51		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 127

Coeficiente de Permeabilidad en Probetas con Cemento HE y Aditivo Chemita Polvo

CHEMITA POLVO	Profundidad Media de Penetración	Tiempo de Ensayo	Presión Aplicada	Porosidad del Concreto	Coeficiente de Permeabilidad	Clasificación Coeficiente Permeabilidad
DOSIFICACIÓN	(m)	(s)	(m.c.a)	(%)	(m/s)	NTC 4483
1 Kg	0.022	345600	50.9872	9.91	1.31E-12	Media
0.75 Kg	0.023	345600	50.9872	11.36	1.65E-12	Media
0.50 Kg	0.026	345600	50.9872	11.63	2.31E-12	Media
0.25 Kg	0.033	345600	50.9872	11.84	3.62E-12	Media

Nota. Elaboración Propia

5.3. Evaluación económica

Análisis de Costos Unitarios

Se realizó el análisis de costo por m^3 para ambos diseños de mezcla (cemento IP y cemento HE) y también para las dosificaciones de aditivo, con la finalidad de evaluar cual es la mejor relación costo-beneficio. Las

Tabla 128

Costos unitarios por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2

Costos Unitarios por m³ para Concreto f'c = 280 kgf/cm²

	Materiales	Cantidad	Unidad	P.U. (s/.)	Parcial (s/.)	Total (s/.)
Cemento Yura IP	Cemento	10.282	bls	24	246.8	297.1
	Agua	0.231	m³	6.01	1.4	
	Ag. Fino	0.420	m³	40	16.8	
	Ag. Grueso	0.643	m³	50	32.2	
Cemento Yura HE	Cemento	10.282	bls	25	257.1	308.1
	Agua	0.231	m³	6.01	1.4	
	Ag. Fino	0.439	m³	40	17.6	
	Ag. Grueso	0.643	m³	50	32.2	

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 129

Costos unitarios de aditivos por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2

Aditivo	Precio	Contenido del envase	Dosificación por bolsa	Costo por bolsa de cemento (s/.)	Cantidad de cemento por m^3 (bolsas)	Costo por m^3 (s/.)
Sika-1 liquido (L)	32.9	4	1.80	14.8	10.282	**152.2**
			1.35	11.1		114.2
			0.90	7.4		76.1
Sika-1 en polvo (Kg)	7.20	1.00	1	7.2	10.282	**74.0**
			0.75	5.4		55.5
			0.50	3.6		37.0
Chema-1 líquido (L)	29.90	3.79	1.89	14.9	10.282	**153.3**
			1.42	11.2		115.2
			0.945	7.5		76.7
Chemita en polvo (Kg)	6.50	1.00	1	6.5	10.282	**66.8**
			0.75	4.9		50.1
			0.50	3.3		33.4

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CAPITULO VI

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6. DISCUSIÓN

6.1. Resumen de Requisitos para el Agregado Según NTP 400.037

Tabla 130

Requisitos del Agregado Fino según NTP 400.037

REQUISITOS DEL AGREGADO FINO DE ACUERDO A LA NTP 400.037 "AGREGADOS PARA EL CONCRETO"				
ENSAYO	***NORMA***	***PORCENTAJES O VALORES MÁXIMOS SEGÚN NORMA***	***CANTERA CAMPAYA***	***OBSERVACIONES***
GRADACIÓN Y FINURA	**NTP 400.012**	**45%**	Si cumple	Cumple con los limites establecidos, casi coincidiendo con los limites superiores
Modulo de Fineza	**-**	**2.3 -3.1**	Si cumple	El valor promedio de las muestras ensayadas da un valor de 3.04, muy cerca del limite máximo
CANTIDAD DE MATERIAL MÁS FINO QUE PASA POR EL TAMIZ 75 MM (NO. 200)	**NTP 400.018**	**5%**	Si cumple	El valor promedio de las muestras ensayadas da un valor de 2.27%
IMPUREZAS ORGÁNICAS	**NTP 400.024**	**Menor al color estandar (N°3)**	No presenta impurezas	La muestra presenta un color más claro al N°1
INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO	**NTP 400.016**			
Agregado Fino	**-**	**15%**	Si cumple	Se obtuvo un 12% de perdidas de masa
REACTIVIDAD DEL AGREGADO ALCALINO	**ASTM C 1260**	**0.10%**	Si cumple	Las muestras llegan a una variación máxima de 0.032%, el cual es un valor menor al máximo
MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA DETERMINACION DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO	**NTP 400.042**	**0.6% - 0.15%**	Si cumple	En el Agregado Fino se obtuvo un 0.01% de Cloruros y 0.02% de Sulfatos

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la tabla anterior se puede decir que el agregado fino de la cantera “Campaya” es de buena calidad ya que cumple con los parámetros establecidos por la norma y no supera los valores máximos. En el caso de la granulometría, el agregado fino en la cantera se obtiene de la piedra chancada por lo que puede ser mejorable si este es tamizado previamente ya que al realizar la granulometría se obtuvo un módulo de fineza de 3.04, muy cercano al límite de 3.1

Tabla 131

Requisitos del Agregado Grueso según NTP 400.037

REQUISITOS DEL AGREGADO GRUESO DE ACUERDO A LA NTP 400.037 "AGREGADOS PARA EL CONCRETO"				
ENSAYO	***NORMA***	***PORCENTAJES O VALORES MÁXIMOS SEGÚN NORMA***	***CANTERA CAMPAYA***	***OBSERVACIONES***
GRADACIÓN Y FINURA (Ag. Grueso 3/4")	**NTP 400.012**	**Huso 6**	No cumple	No cumple con los limites establecidos en la parte superior por lo que se tuvo que tamizar específicamente la malla de 3/4"
Módulo de Fineza	**-**	**6 a 8**	Si cumple	
INALTERABILIDAD DE AGREGADOS POR MEDIO DE SULFATO DE MAGNESIO	**NTP 400.016**			
Agregado Grueso	**-**	**18%**	Si cumple	Se obtuvo un 2% de pérdidas de masa
REACTIVIDAD DEL AGREGADO ALCALINO	**ASTM C 1260**	**0.10%**	Si cumple	Las muestras llegan a una variación máxima de 0.032%, el cual es un valor menor al máximo
MÉTODO CUANTITATIVO PARA LA DETERMINACION DE CLORUROS Y SULFATOS EN AGREGADOS PARA CONCRETO	**NTP 400.042**	**0.6% - 0.15%**	Si cumple	En el Agregado Fino se obtuvo un 0% de Cloruros y 0.02% de Sulfatos

Nota. Elaboración Propia

De acuerdo a los requisitos se observa que el agregado grueso de ¾” de la cantera Campaya también posee una buena calidad, a pesar de no cumplir con los límites de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

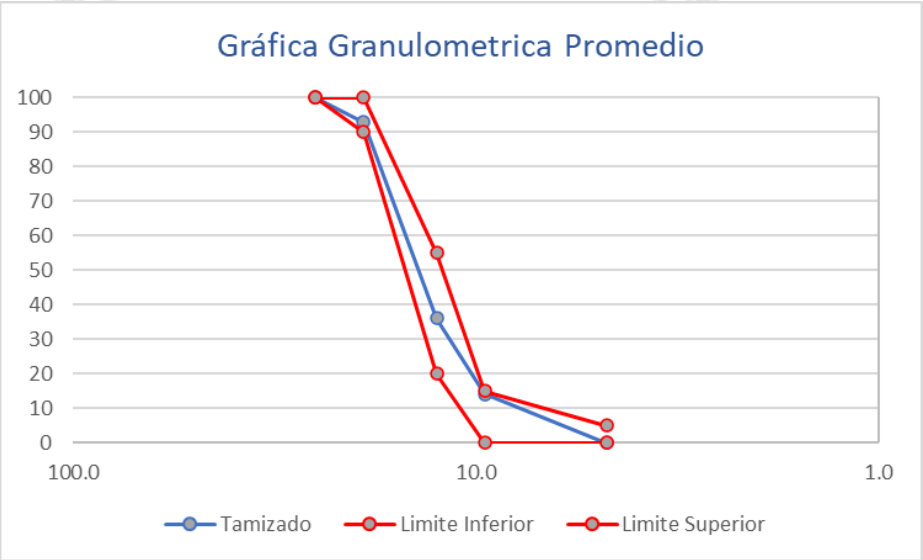
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

granulometría que indica la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018). Por lo que, se realizó una corrección de este a través del tamizado de las mallas de 1" y ¾" con el motivo de que la curva granulométrica no sobrepase los límites establecidos del huso Nº6. Esta corrección se realizó debido a que no se tiene conocimiento de antecedentes registrados de que el material produzca un concreto óptimo. Esto puede corregirse al momento de tomar la muestra o que el agregado sea tamizado previamente.

Figura 59

Curva Granulométrica del Agregado Grueso Corregida



Nota. Elaboración Propia

La norma NTP 400.037 en el apartado 11.2 de ***"Sustancias Deletéreas"*** indica que el agregado no debe ser reactivo cuando el concreto este en contacto permanente a la humedad del ambiente o suelos húmedos porque se combinaría químicamente con los álcalis del cemento provocando expansiones excesivas en el concreto y por ende fisuramiento. Es por ello que se realizó el ensayo de Álcali - Sílice (Gravimetría), obteniéndose resultados de expansión menores a 0.10% con lo cual indicaría que el agregado no es reactivo, demostrándose así que el agregado no afectará al concreto elaborado con el mismo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

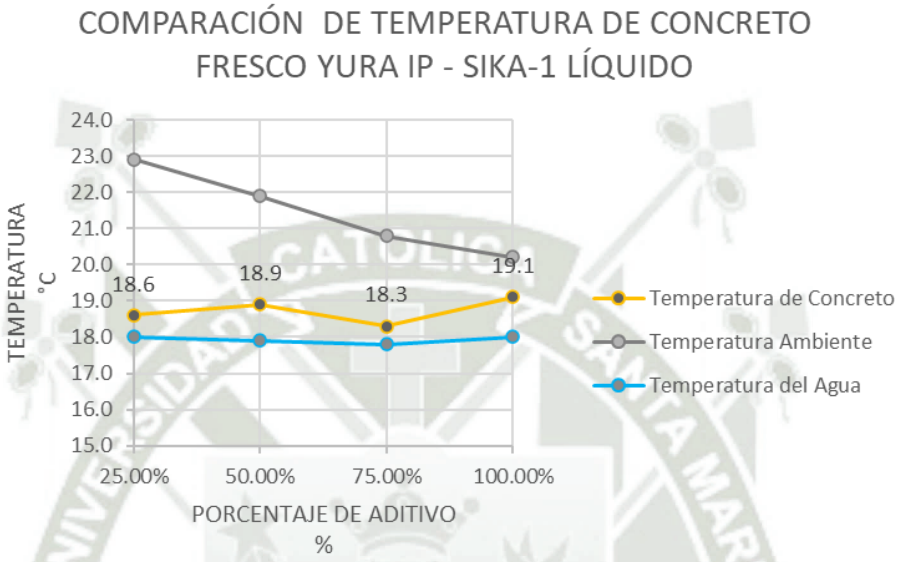
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.2. Temperatura del Concreto

En Concreto Elaborado con Cemento IP

Figura 60

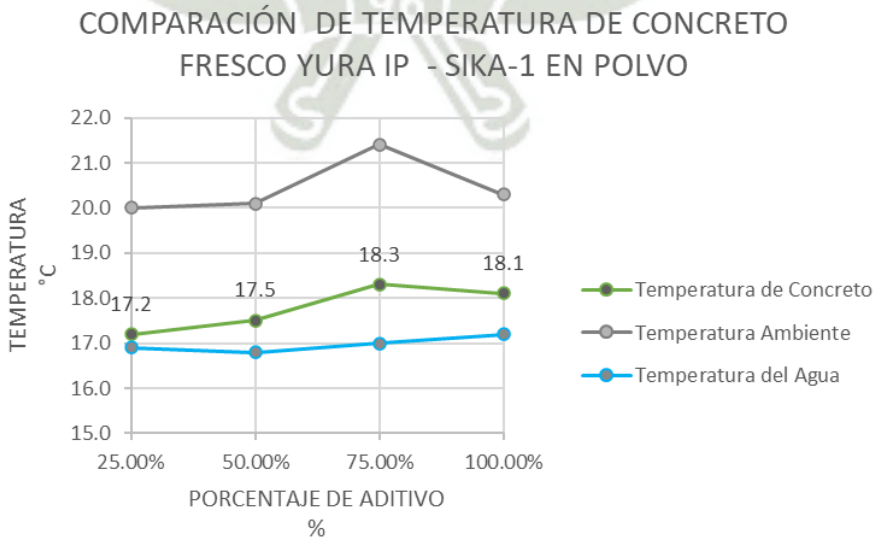
Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 61

Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Sika-1 polvo



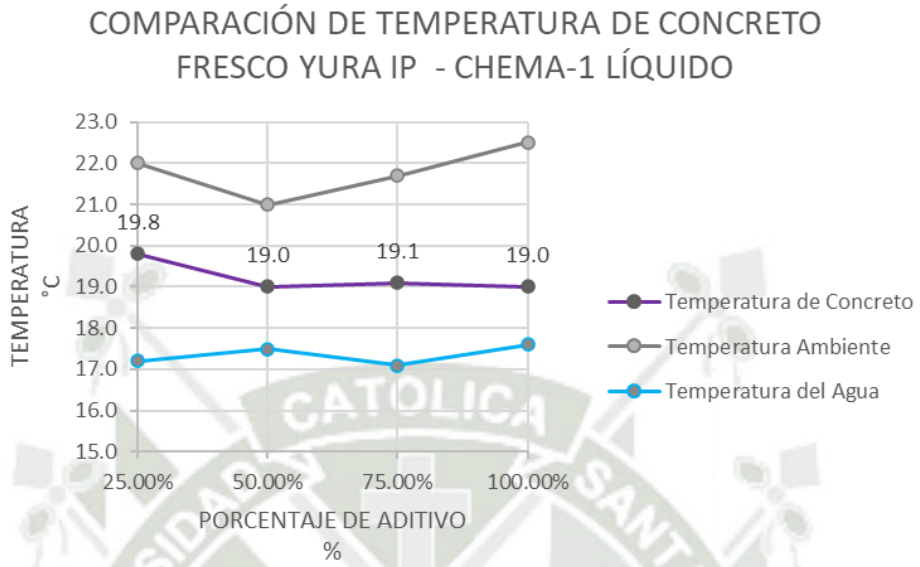
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 62

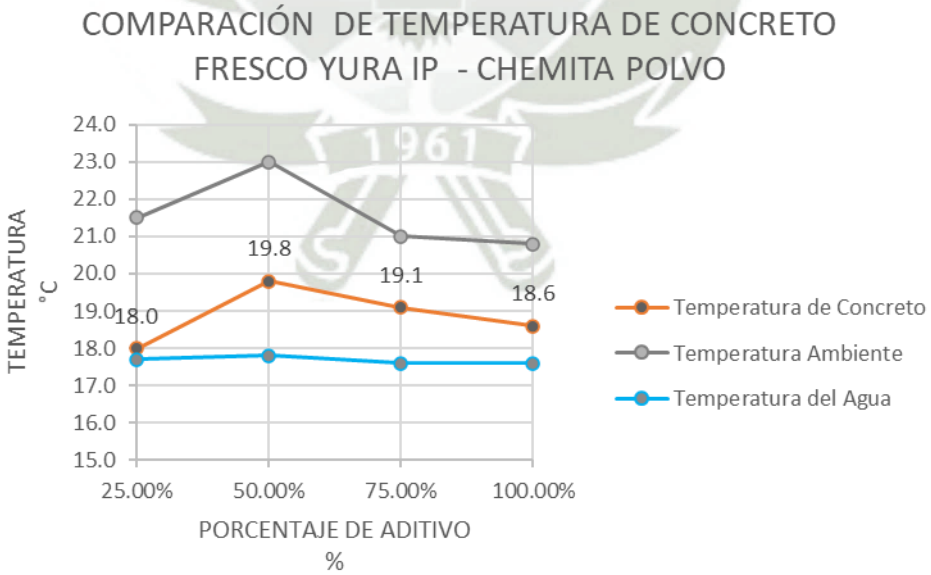
Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 63

Temperaturas en concreto con cemento IP y aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

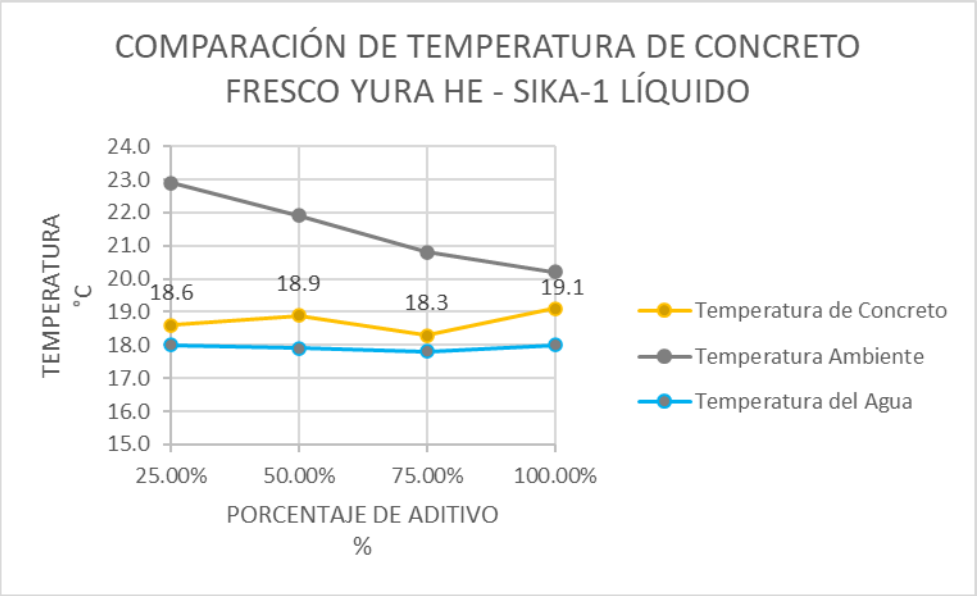
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se observa que las mezclas elaboradas con distintas dosificaciones de aditivo mantienen una temperatura entre los 17ºC y 20 ºC, siendo estas temperaturas intermedias en comparación las temperaturas del ambiente y agua. Lo cual muestra que el uso de estos aditivos no tiene influencia significativa en la temperatura del concreto

- ***En Concreto Elaborado con Cemento HE***

Figura 64

Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

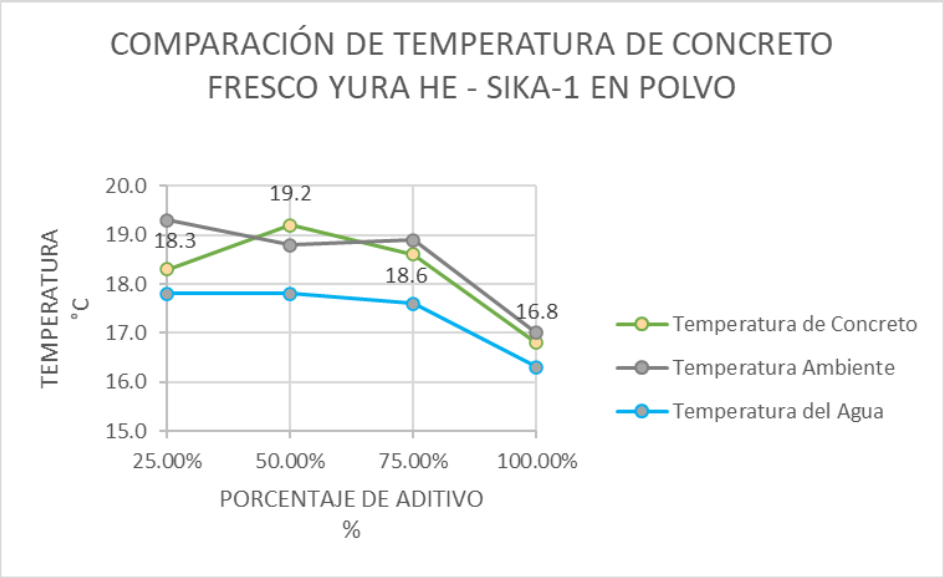
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 65

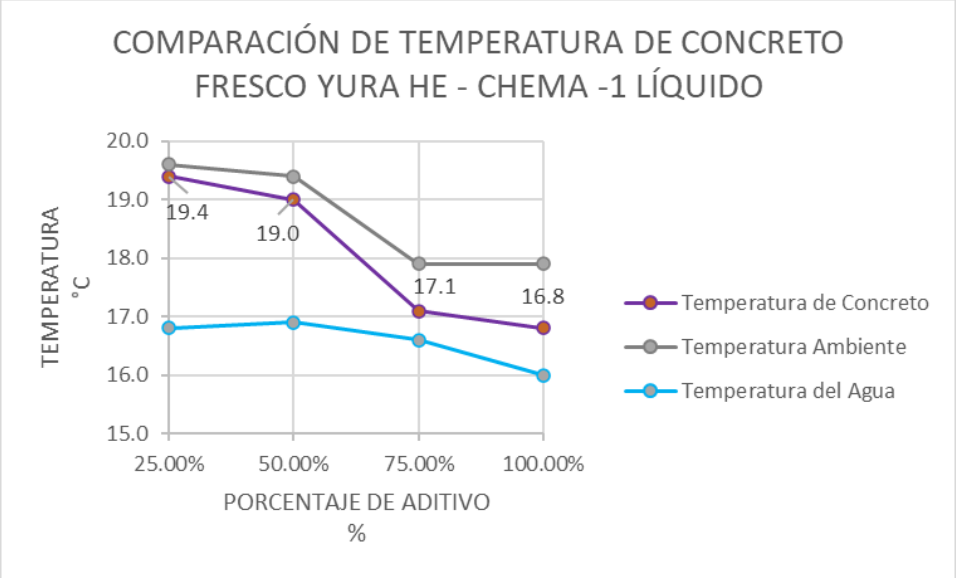
Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

Figura 66

Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

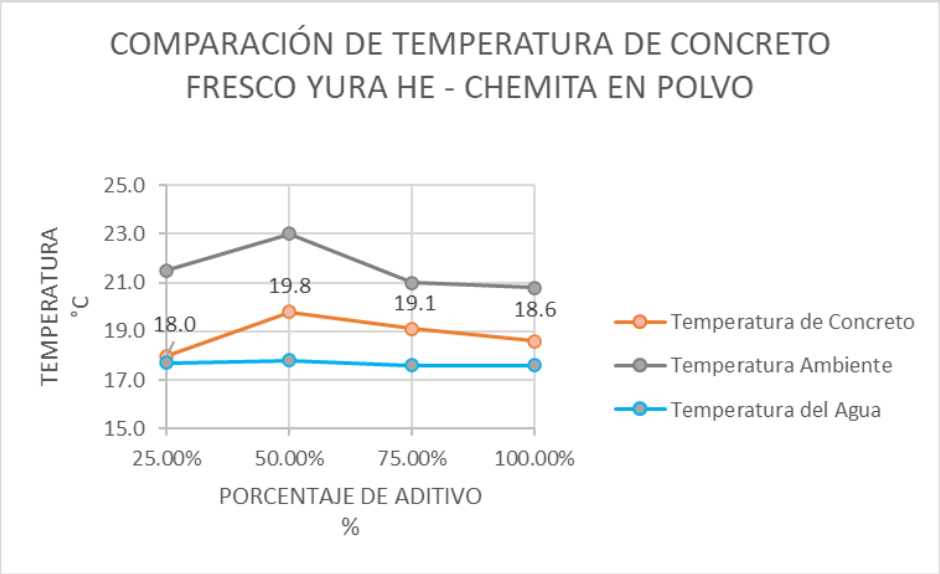
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 67

Temperaturas en concreto con cemento HE y aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

Se observa que la temperatura de la mezcla elaborada con cemento HE es de valores muy similares o iguales a la mezcla elaborada con cemento IP, lo cual indica que la mezcla no tuvo o debería tener problemas de perdida de agua al momento del vaciado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

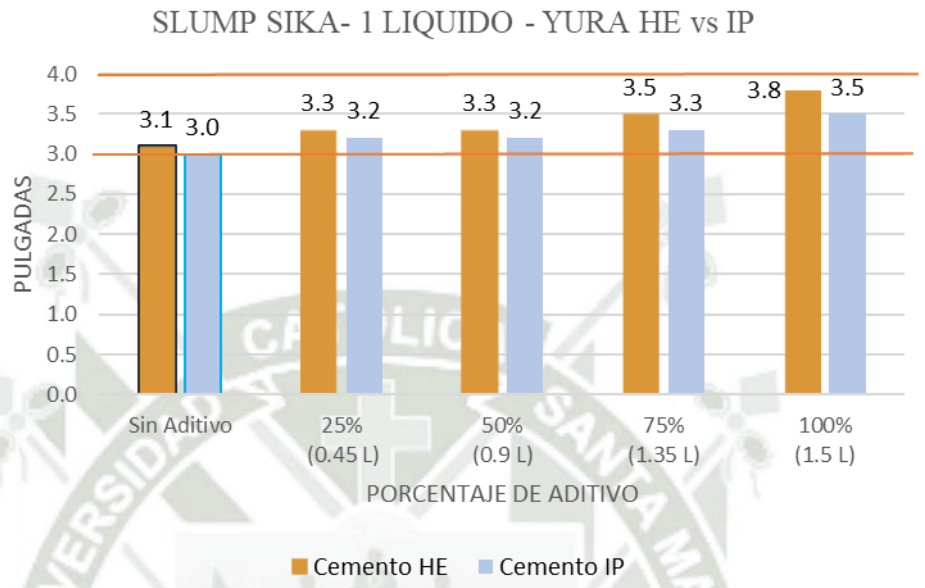
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.3. Slump del Concreto

Figura 68

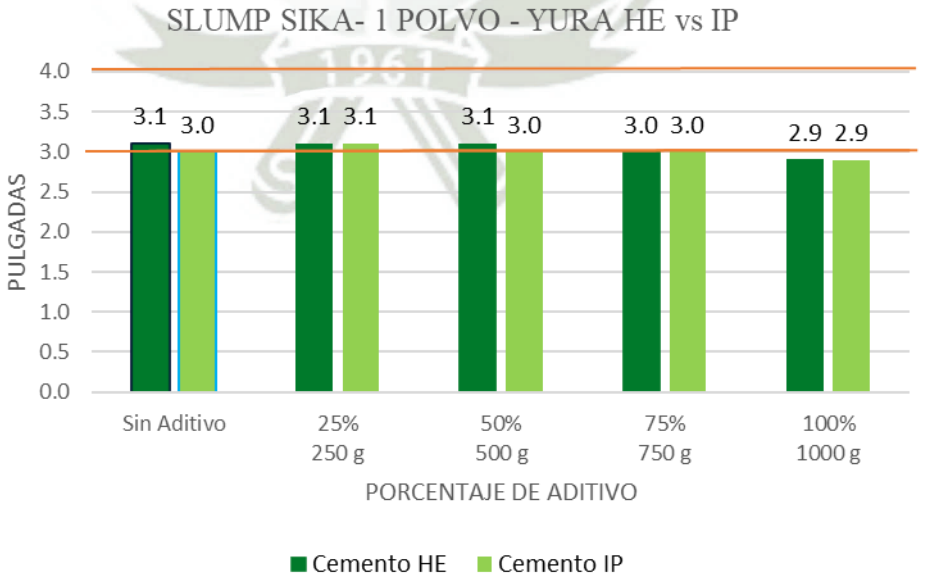
Slump en concretos con aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 69

Slump en concretos con aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

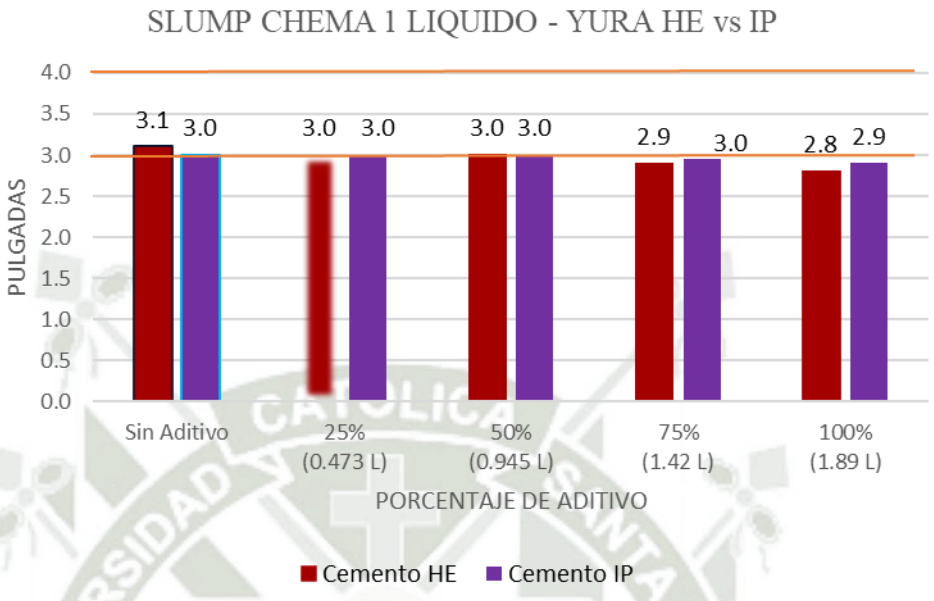
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 70

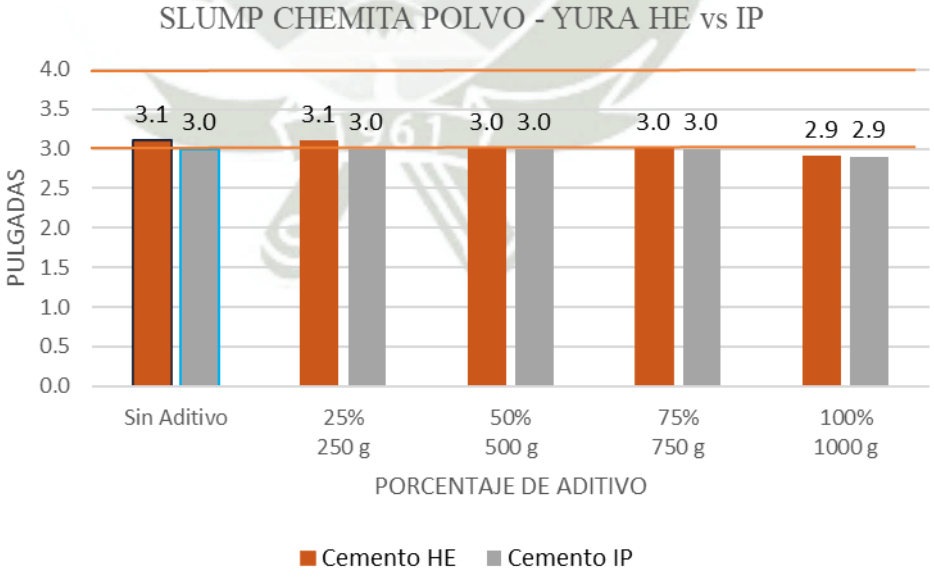
Slump en concretos con aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 71

Slump en concretos con aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

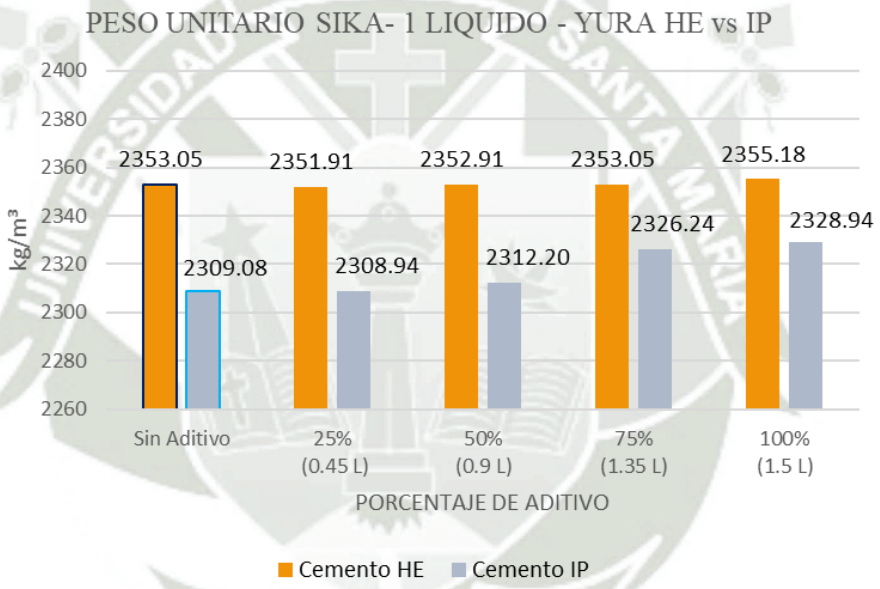
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se observo que los aditivos en polvo redujeron el slump de 0.1 a 0.2 pulgadas en la mezcla de concreto, en su contraparte los aditivos líquidos aumentaron el slump en hasta 0.7 pulgadas en el caso de la dosificación del 100% de sika-1 líquido. En el caso de Chema-1 liquido redujo el slump debido a su consistencia viscosa. En ambos casos la mezcla fue ligeramente seca, pero ello no afectó a su trabajabilidad

6.4. Peso Unitario del Concreto

Figura 72

Peso unitario del concreto fresco con aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

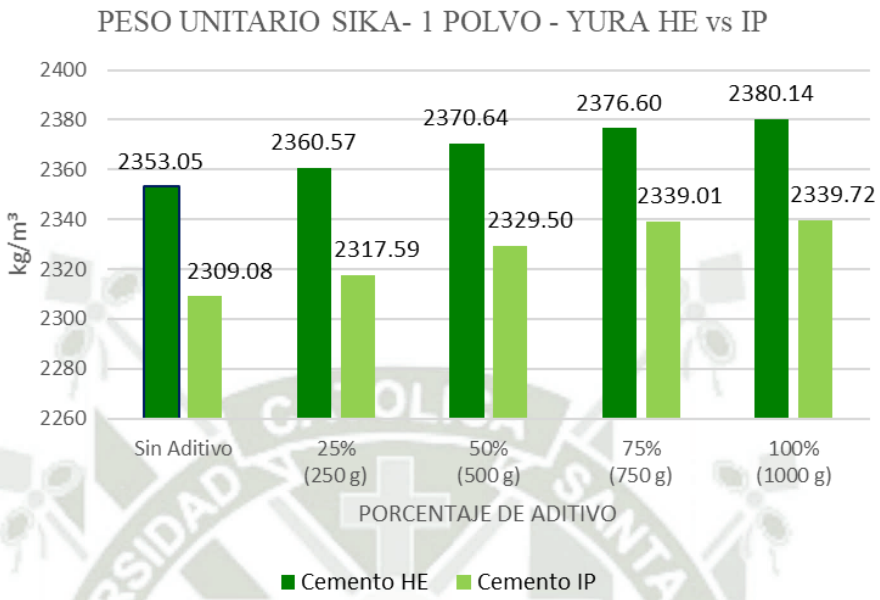
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 73

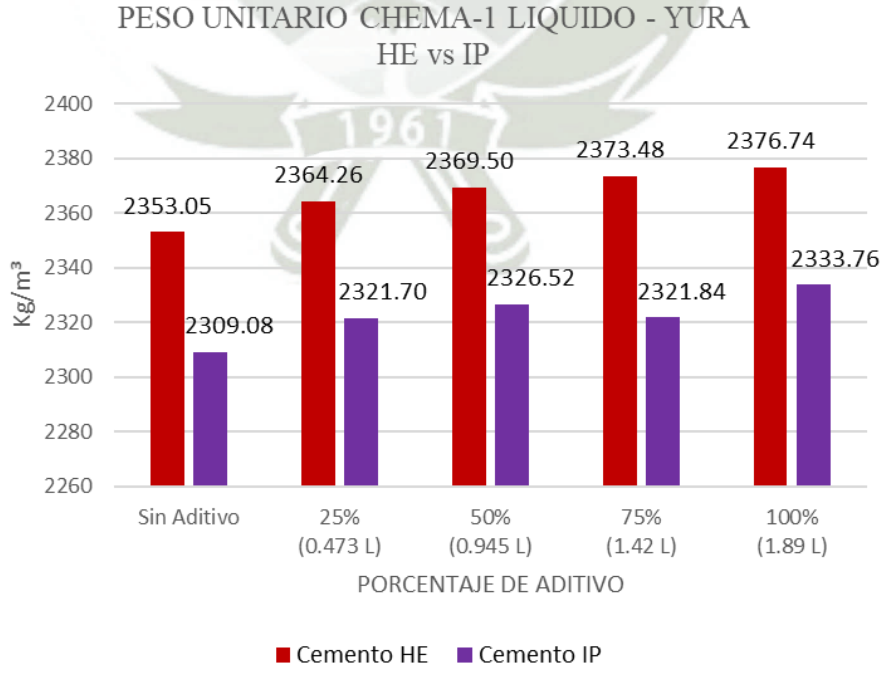
Peso unitario del concreto fresco con aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

Figura 74

Peso unitario del concreto fresco con aditivo Chema-1 líquido



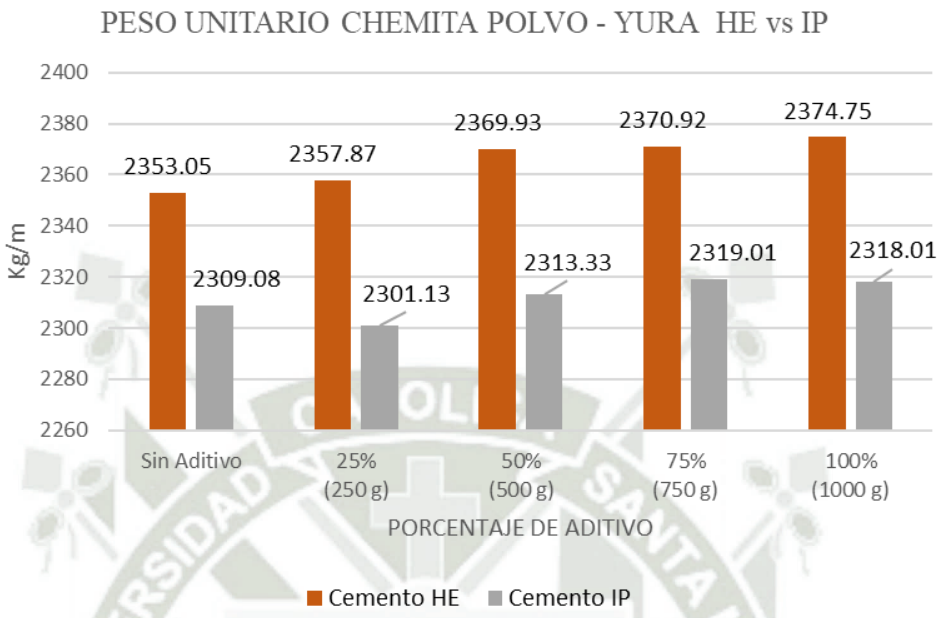
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 75

Peso unitario del concreto fresco con aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se observa que el concreto elaborado con cemento HE tiene un peso unitario mayor en comparación al elaborado con cemento IP, esto es debido a que el peso específico del cemento HE (2.98 g/cm³) es mayor al del IP (2.76 g/cm³), dando como resultado un concreto más denso con más contenido de agregado fino acorde al diseño de mezcla.

Adicionalmente la cantidad de aditivo también aumenta el peso unitario a medida que la dosificación es mayor.

6.5. Contenido de Aire

A continuación, según la norma NTP 339.081 establece una tabla con contenidos de aire atrapado según el tamaño máximo nominal del agregado grueso, por otra parte el cemento y aditivos pueden modificar estos valores de acuerdo a los materiales con los que hayan sido elaborados. Si su variación es mucha este puede afectar a la resistencia a compresión del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 132

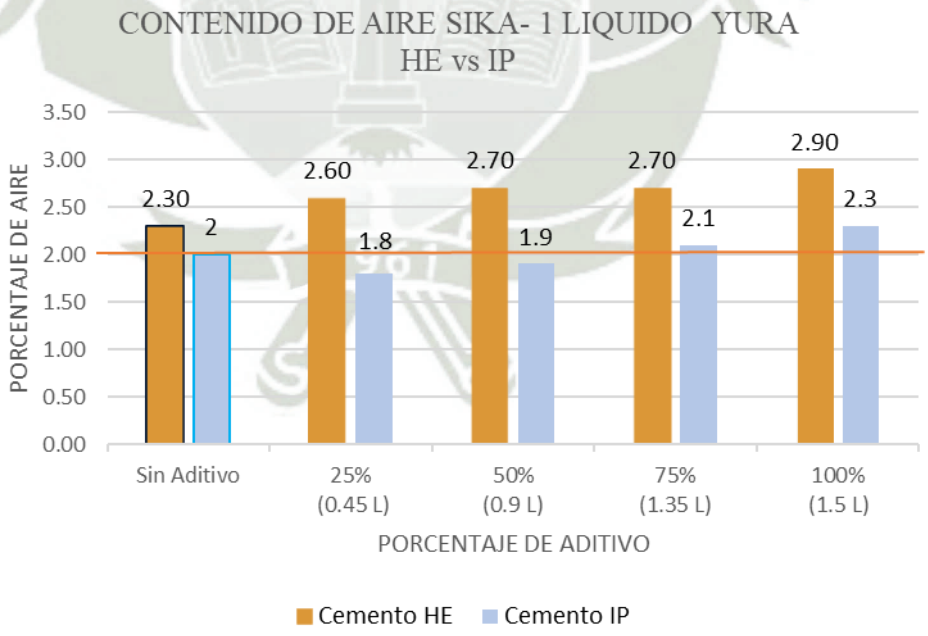
Contenido de aire atrapado según el TMN del agregado grueso

Contenido de Aire Atrapado	
Tamaño máximo nominal del agregado grueso (pulg)	Aire atrapado %
3/8 "	3.00
1/2"	2.50
3/4"	2.00
1"	1.50
1 1/2"	1.00
2"	0.50
3"	0.30
6"	0.20

Nota. Adaptado del ACI 211.1

Figura 76

Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Sika-1 líquido



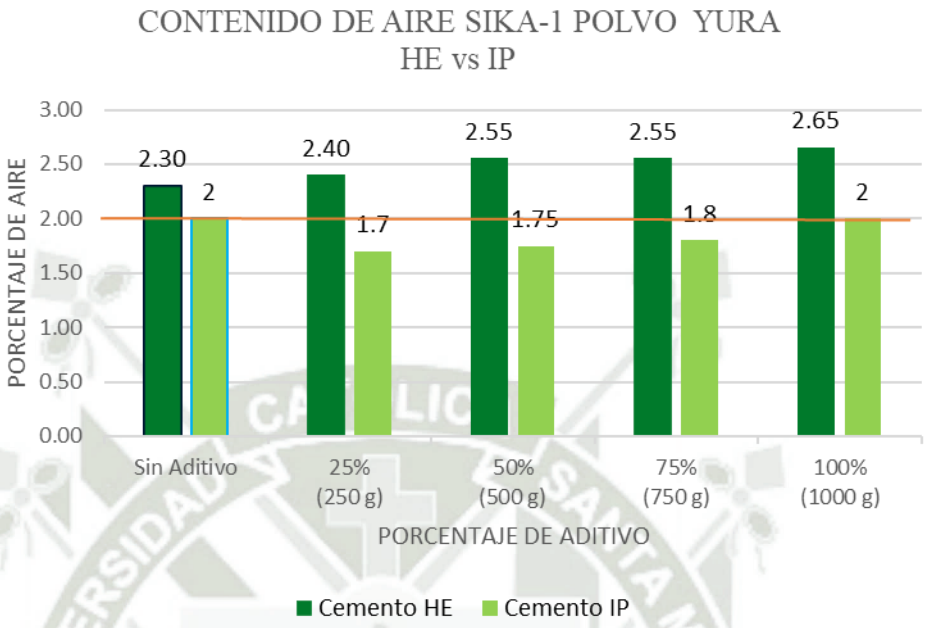
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 77

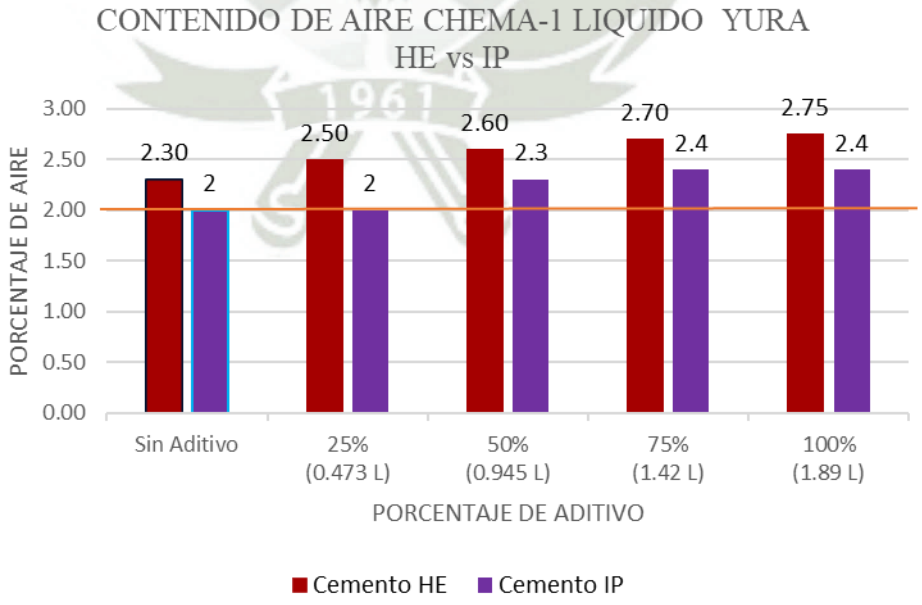
Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

Figura 78

Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

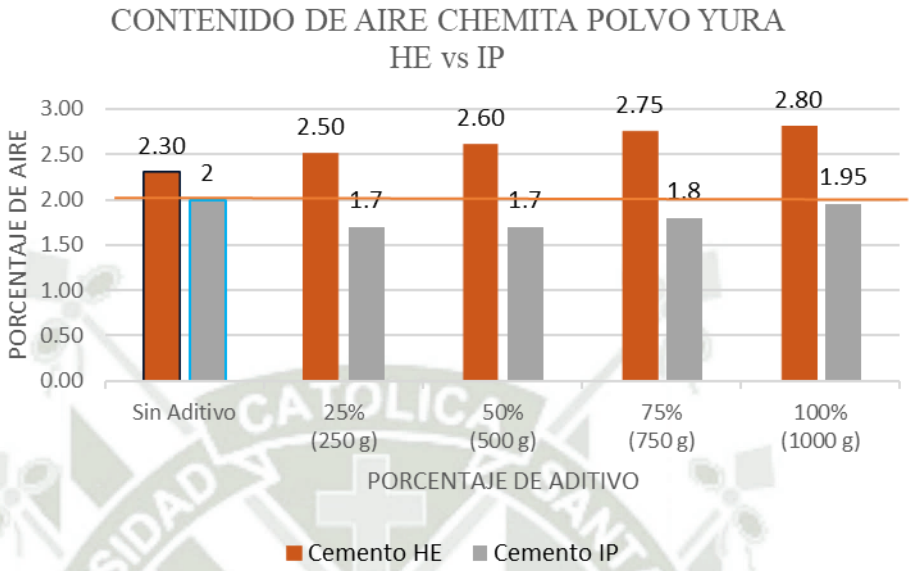
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 79

Contenido de aire en el concreto fresco con aditivo Chemita Polvo



Nota. Elaboración Propia

Se observa que en la mezcla de concreto con cemento IP al añadir las dosificaciones de impermeabilizante de menor a mayor cantidad el porcentaje de aire contenido decrecía e iba ascendiendo hasta en algunos casos logró superar al aire contenido en la mezcla sin aditivo.

Por otro parte en la mezcla elaborada con cemento HE el porcentaje de aire contenido es mayor respecto al cemento IP y también muestra un ascenso más uniforme conforme se iba añadiendo más cantidad de aditivo, esta diferencia de aire contenido influye en la porosidad de concreto.

Los aditivos en polvo modificaron el porcentaje de aire contenido en menor medida en comparación a los aditivos líquidos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

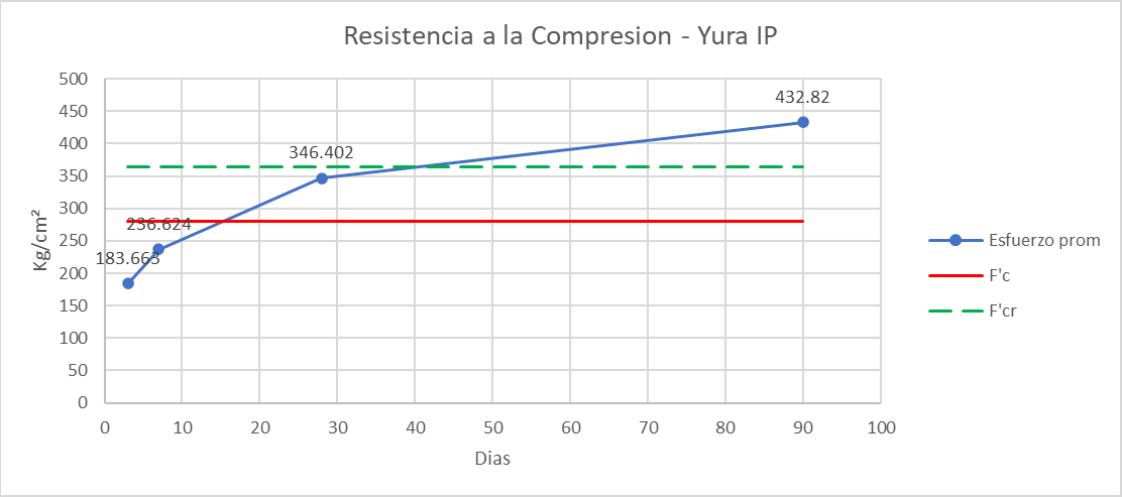
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.6. Resistencia del Concreto

Figura 80

Resistencia a compresión a los 90 días en concreto con cemento IP



Nota. Elaboración Propia

En el caso del concreto elaborado con cemento Yura IP no se alcanzó la resistencia promedio requerida f'cr a los 28 días de curado, no obstante, si logra superar este valor a los 90 días de curado. En este caso el uso de cemento IP para resistencias altas quedaría a criterio del que ejecuta la obra ya que este tipo de cemento tarda más tiempo en alcanzar la resistencia optima.

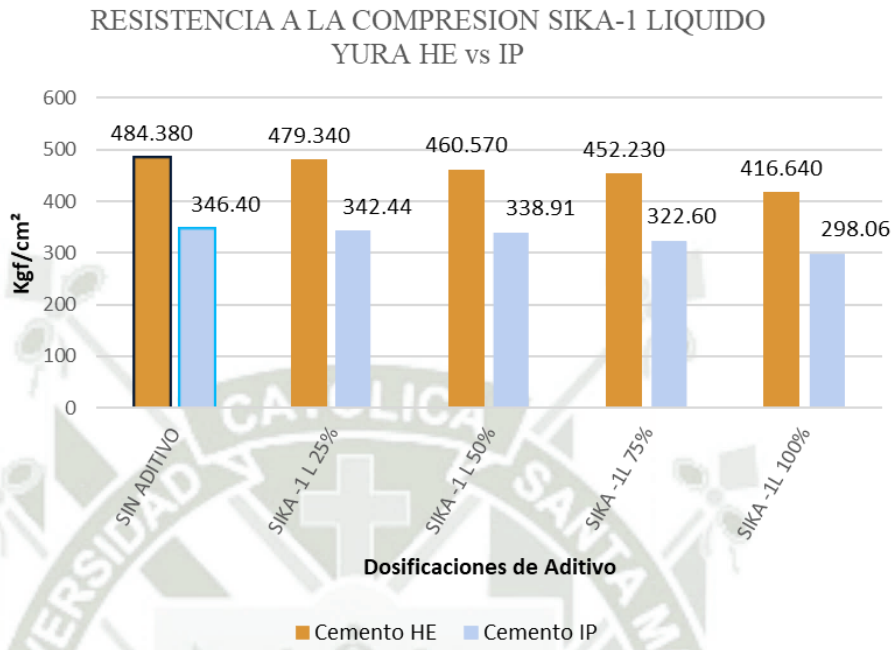
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 81

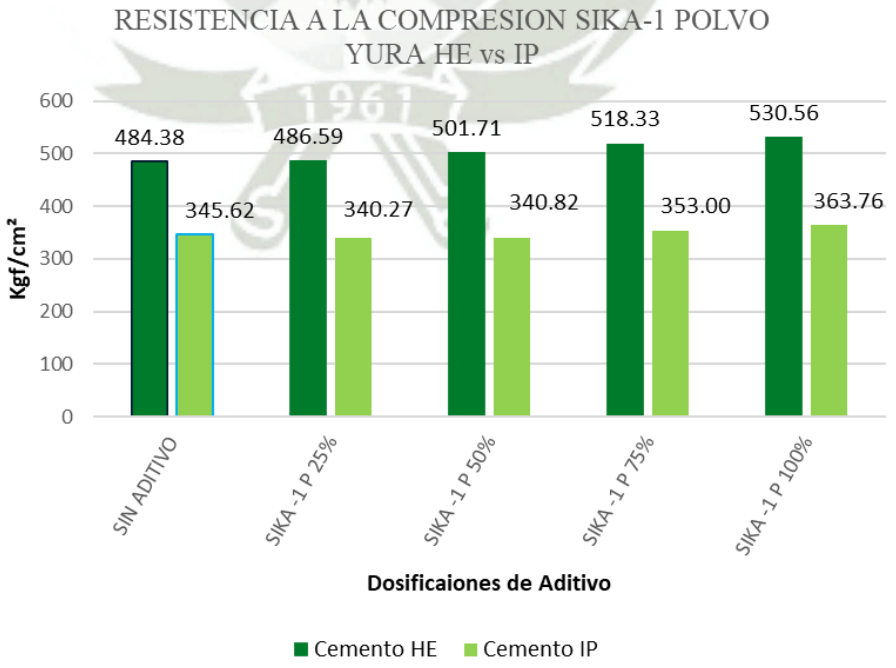
Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 82

Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

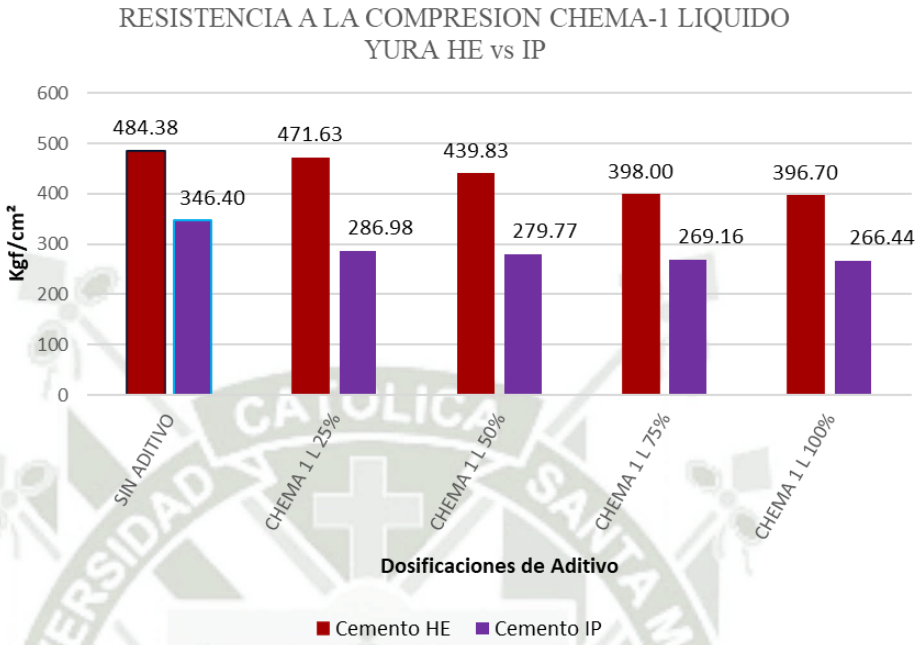
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 83

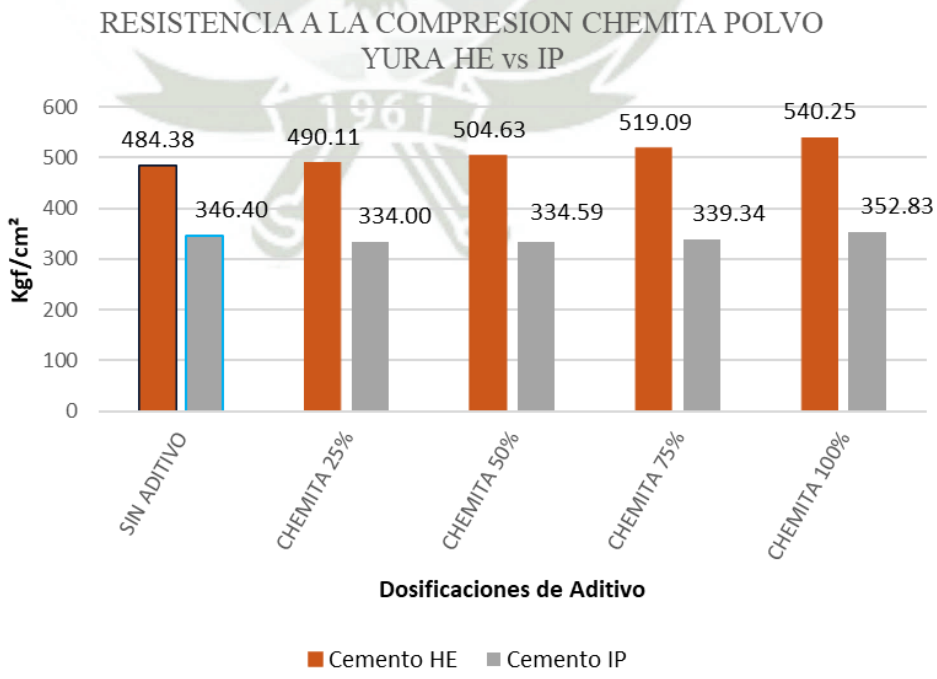
Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 84

Resistencia a compresión a los 28 días en concreto con aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En la presente investigación, se realizó un diseño para f´c = 280 kgf/cm^2 la cual con el factor de seguridad equivale a f'cr = 364 kgf/cm^2 (resistencia promedio requerida) para ello primero se realizó las probetas con el cemento Yura IP, ya que es el más comercial y con más disponibilidad en el mercado, pero con el ya mencionado no se llegó a la resistencia f'cr. Se buscó otro tipo de cemento y se decidió escoger Yura HE el cual es descrito como cemento industrial y se caracteriza por alcanzar una mayor resistencia, tuvo buen comportamiento en sus propiedades y además se logró superar la resistencia f'cr que es necesaria ya que la elaboración del concreto fue hecha en laboratorio.

El concreto elaborado con cemento IP no alcanzo la resistencia requerida en los 28 días de curado, no puede descartarse este tipo de cemento, pero podría no ser óptimo para resistencias altas ya que tiene menor probabilidad de que cumpla con la resistencia requerida a tiempo. Debe resaltarse que a los 90 días si logró superar el f'cr.

Los aditivos en polvo mejoraron la resistencia a compresión del concreto, mientras que los líquidos redujeron la resistencia esto debido a que se vierten adicionalmente al agua de diseño para que pueda mezclarse apropiada, lo cual al puede ocupar más espacios y tendera a generar vacíos en el concreto una vez endurecido. A continuación, se muestra las variaciones en porcentaje con respecto al concreto elaborado sin aditivos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 133

Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Sika-1 Líquido

CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 LÍQUIDO						
Dosificación	Edad Días	Área cm²	Fuerza de Rotura Kgf	Esfuerzo Kgf	Esfuerzo prom Kgf/cm²	Variación %
Sin Aditivo	28	92.118	42754	464.122	484.38	0%
		92.118	45310	491.869		
		92.63	46472	501.695		
		91.948	44120	479.836		
25% (450 ml)	28	93.313	44523	477.136	479.34	-1.0%
		92.118	45006	488.569		
		92.971	43898	472.169		
		91.609	43927	479.505		
50% (900 ml)	28	90.763	42598	469.332	460.57	-4.9%
		92.459	41429	448.080		
		91.27	42548	466.177		
		91.101	41786	458.678		
75% (1.35 L)	28	92.63	41119	443.906	452.23	-6.6%
		92.8	44086	475.065		
		92.289	40886	443.021		
		90.932	40639	446.916		
100% (1.8 L)	28	91.948	37941	412.635	416.64	-14.0%
		91.101	39955	438.579		
		91.27	39194	429.429		
		91.439	35287	385.908		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 134

Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Sika-1 Polvo

CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE SIKA-1 POLVO						
Dosificación	Edad Días	Área cm²	Fuerza de Rotura Kgf	Esfuerzo Kgf	Esfuerzo prom Kgf/cm²	Variacion %
Sin Aditivo	28	92.118	42754	464.122	484.381	0%
		92.118	45310	491.869		
		92.63	46472	501.695		
		91.948	44120	479.836		
25% (250 g)	28	90.425	43990	486.481	486.589	0.5%
		90.594	44624	492.571		
		92.118	45479	493.704		
		92.8	43950	473.599		
50% (500 g)	28	90.594	45545	502.737	501.705	3.6%
		92.289	45053	488.173		
		91.27	48002	525.934		
		91.439	44803	489.977		
75% (750 g)	28	92.971	47522	511.149	518.335	7.0%
		91.609	47011	513.170		
		92.8	47682	513.815		
		92.8	49667	535.205		
100% (1 Kg)	28	91.27	47199	517.136	530.562	9.5%
		92.63	50127	541.153		
		92.289	48688	527.560		
		92.8	49778	536.401		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 135

Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Chema-1 Líquido

CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA-1 LÍQUIDO						
Dosificación	Edad Días	Área cm²	Fuerza de Rotura Kgf	Esfuerzo Kgf	Esfuerzo prom Kgf/cm²	Variacion %
Sin Aditivo	28	92.118	42754	464.122	484.381	0%
		92.118	45310	491.869		
		92.63	46472	501.695		
		91.948	44120	479.836		
25% (473 ml)	28	90.594	43869	484.237	471.630	-2.6%
		92.118	42808	464.708		
		92.289	42189	457.140		
		90.932	43687	480.436		
50% (945 ml)	28	93.142	41387	444.343	439.832	-9.2%
		91.609	40200	438.822		
		91.439	39805	435.318		
		92.118	40610	440.848		
75% (1.42 L)	28	91.948	36915	401.477	398.004	-17.8%
		92.118	34629	375.920		
		91.27	38734	424.389		
		91.779	35815	390.231		
100% (1.89 L)	28	91.948	36499	396.953	396.697	-18.1%
		91.779	38691	421.567		
		91.101	33025	362.510		
		91.609	37171	405.757		

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 136

Porcentajes de Variación en Resistencia a Compresión del Concreto a 28 días con Aditivo Chemita Polvo

CONCRETO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMITA POLVO						
Dosificación	Edad Días	Área cm²	Fuerza de Rotura Kgf	Esfuerzo Kgf	Esfuerzo prom Kgf/cm²	Variación %
Sin Aditivo	28	92.118	42754	464.122	484.381	0%
		92.118	45310	491.869		
		92.63	46472	501.695		
		91.948	44120	479.836		
25% (250 g)	28	91.27	45429	497.743	490.110	1.2%
		91.609	44032	480.651		
		92.289	45446	492.431		
		92.289	45186	489.614		
50% (500 g)	28	90.763	45419	500.413	504.627	4.2%
		91.27	46680	511.450		
		91.439	45585	498.529		
		92.8	47153	508.114		
75% (750 g)	28	91.439	47923	524.098	519.090	7.2%
		91.101	46663	512.212		
		91.609	48193	526.073		
		91.609	47085	513.978		
100% (1 Kg)	28	92.8	49784	536.466	540.255	11.5%
		92.118	50522	548.449		
		92.118	51077	554.474		
		90.932	47433	521.632		

Nota. Elaboración Propia

Se observa que a mayores dosificaciones de aditivo impermeabilizante líquido reduce la resistencia a 28 días, pero es importante resaltar que los valores en promedio no caen por debajo del límite f'cr = 364 kgf/cm2. Está disminución debe ser considerada al momento de utilizar este tipo de aditivos.

Es importante mencionar también que la calidad del cemento es importante para la obtención de una buena resistencia, por lo que este debe ser usado lo antes posible después de haberlo adquirido o abierto una bolsa, ya que tiende a perder sus propiedades con el paso del tiempo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

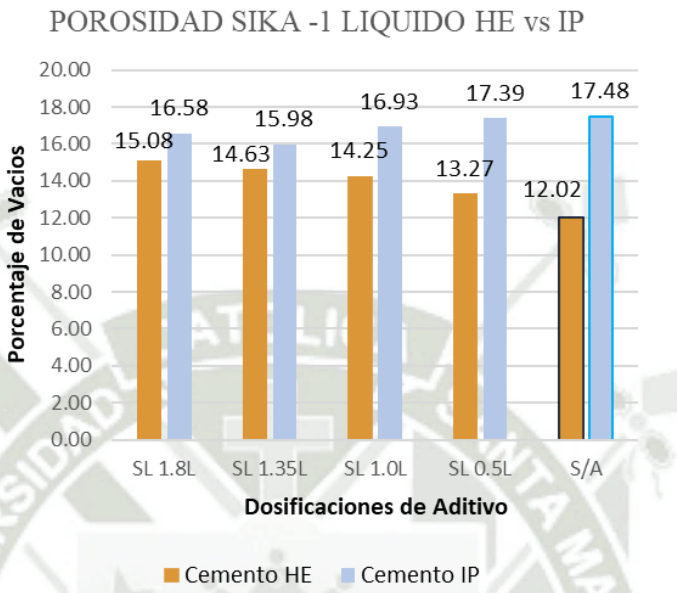
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.7. Porcentaje de vacíos (porosidad) y densidad en el concreto endurecido

Figura 85

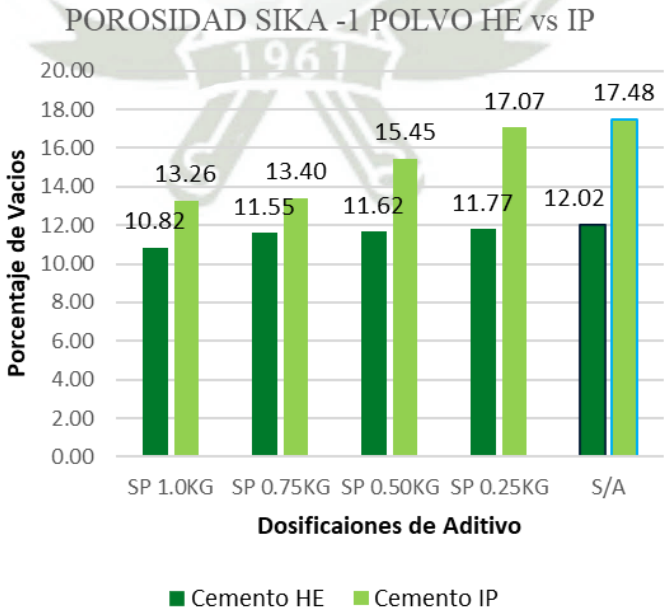
Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Sika-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 86

Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Sika-1 polvo



Nota. Elaboración Propia

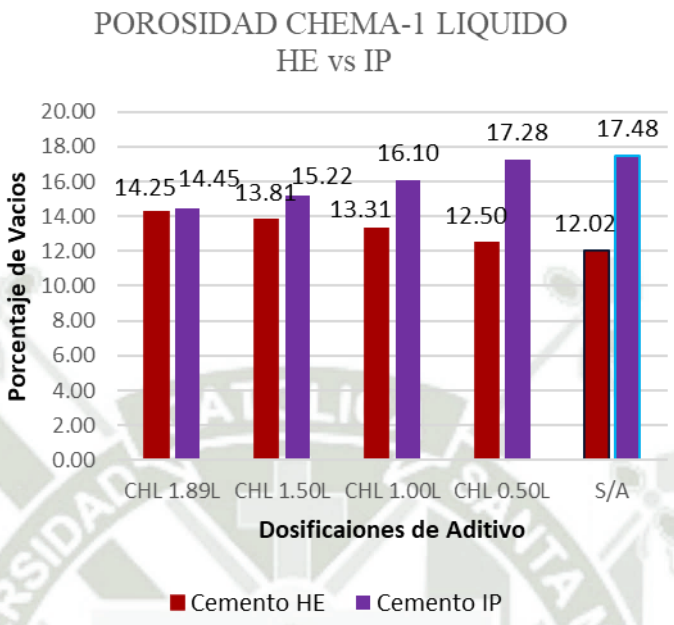
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 87

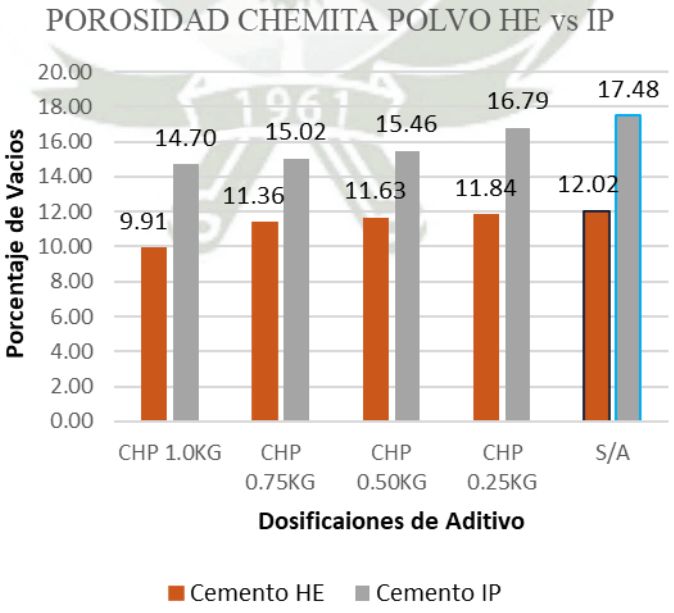
Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Chema-1 líquido



Nota. Elaboración Propia

Figura 88

Porcentaje de vacíos en concreto con aditivo Chemita polvo



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Al realizarse los ensayos de porcentaje de vacíos en el concreto se observa que el concreto elaborado con cemento yura IP presenta una mayor porosidad con respecto al elaborado con cemento yura HE, de acuerdo con los resultados de resistencia esto tiene relación ya que uno es más compacto que el otro a pesar de tener un porcentaje mayor en contenido de aire cuando se encuentra en su estado fresco.

Un concreto con un porcentaje de vacíos medianamente alto no necesariamente es más permeable ya que los poros deben estar interconectados para que el agua recorra y penetre a más profundidad en el concreto. Según los resultados obtenidos los aditivos impermeabilizantes utilizados ayudan a bloquear la interconexión entre estos poros y repeler el agua.

De los gráficos se tiene que en el caso de los aditivos líquidos en combinación con el cemento HE hacen que presente un ligero incremento de vacíos a mayores dosificaciones, a pesar de ello se observa que el porcentaje de vacíos siempre se mantiene menor al del concreto elaborado con cemento IP. Se podría deducir que esto es ocasionado debido que al usarlo adicionalmente con el agua pueda ocupar más espacios e incrementar de alguna manera la relación agua-cemento. Se hizo la prueba de reemplazar el agua por la cantidad de aditivo dosificado en el caso de Chema-1 líquido, pero debido a su consistencia viscosa se obtuvo una mezcla muy seca dando como resultado probetas con cangrejeras y baja resistencia, por ello se decidió descartar el reemplazo de agua por aditivo.

En el caso de la densidad del concreto endurecido se obtiene que las muestras elaboradas con cemento HE poseen mayor densidad a las elaboradas con cemento IP, esto debido a su mayor densidad y por consecuencia mayor contenido de agregado fino, el cual se evidencia en el diseño de mezcla. Las densidades en el concreto endurecido de alguna manera guarda relación con el peso unitario del concreto fresco, incrementado o disminuyendo de acuerdo a la dosificación de aditivo como se ve a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 137

Densidad del concreto endurecido elaborado con cemento IP

Cemento IP	Densidad (gr/cm³)
Sin Aditivo	2.32
Sika-1 Líquido	
100 % (1.8 L)	2.35
75 % (1.35 L)	2.34
50 % (0.9 L)	2.34
25 % (0.45 L)	2.32
Sika-1 Polvo	
100% (1 Kg)	2.36
75% (0.75 Kg)	2.36
50% (0.50 Kg)	2.34
25% (0.25 Kg)	2.33
Chema-1 Líquido	
100 % (1.89 L)	2.37
75 % (1.42 L)	2.38
50 % (0.95 L)	2.37
25 % (0.47 L)	2.34
Chemita Polvo	
100% (1 Kg)	2.36
75% (0.75 Kg)	2.36
50% (0.50 Kg)	2.35
25% (0.25 Kg)	2.32

Nota. Elaboración Propia

Tabla 138

Densidad del concreto endurecido elaborado con cemento HE

Cemento HE	Densidad (gr/cm³)
Sin Aditivo	2.34
Sika-1 Líquido	
100 % (1.8 L)	2.37
75 % (1.35 L)	2.34
50 % (0.9 L)	2.33
25 % (0.45 L)	2.32
Sika-1 Polvo	
100% (1 Kg)	2.37
75% (0.75 Kg)	2.38
50% (0.50 Kg)	2.36
25% (0.25 Kg)	2.38
Chema-1 Líquido	
100 % (1.89 L)	2.38
75 % (1.42 L)	2.38
50 % (0.95 L)	2.37
25 % (0.47 L)	2.34
Chemita Polvo	
100% (1 Kg)	2.37
75% (0.75 Kg)	2.36
50% (0.50 Kg)	2.36
25% (0.25 Kg)	2.35

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6.8. Permeabilidad al Agua del Concreto

Se observa que la permeabilidad en los 2 tipos de concreto analizados distan significativamente. En muestras elaboradas con cemento HE la penetración de agua es menor en comparación a la del cemento IP, este último mostrando una penetración de agua mayor. Debido al tiempo que toma este ensayo y disponibilidad del equipo solo se realizó los ensayos para concreto elaborado con cemento HE, el cual debido a sus resultados de resistencia a 28 días resultó ser el más optimo

Las distintas dosificaciones de aditivos disminuyeron la capacidad de infiltración del agua a presión y así mismo el coeficiente de permeabilidad, este último de acuerdo a la norma colombiana NTC 4483 se obtuvo clasificación ***media***.

En lo ensayado podría clasificarse una permeabilidad media-baja ya que para alcanzar una clasificación baja el coeficiente de permeabilidad debe ser menor a $K= 1x10^{-12}$ lo cual es difícil de alcanzar con los aditivos utilizados o en todo caso se debería aumentar aún más la dosificación recomendada, pero a costa de tener en algunos casos una resistencia más baja debido a que los aditivos líquidos si afectaron en la resistencia a compresión del concreto a los 28 días de curado.

En aditivos en polvo los valores de coeficiente de permeabilidad con la dosificación recomendada son cercanos a $K= 1x10^{-12}$ lo cual indica que estos funcionan mejor y adicionalmente incrementan ligeramente la resistencia a compresión en las muestras ensayadas a 28 días.

En lo que corresponde a aditivos líquidos, el aditivo Sika-1 liquido presenta mejores resultados en comparación a Chema-1 líquido tanto de permeabilidad como de coeficiente de permeabilidad, lo único a tenerse en cuenta es la reducción en resistencia a la compresión

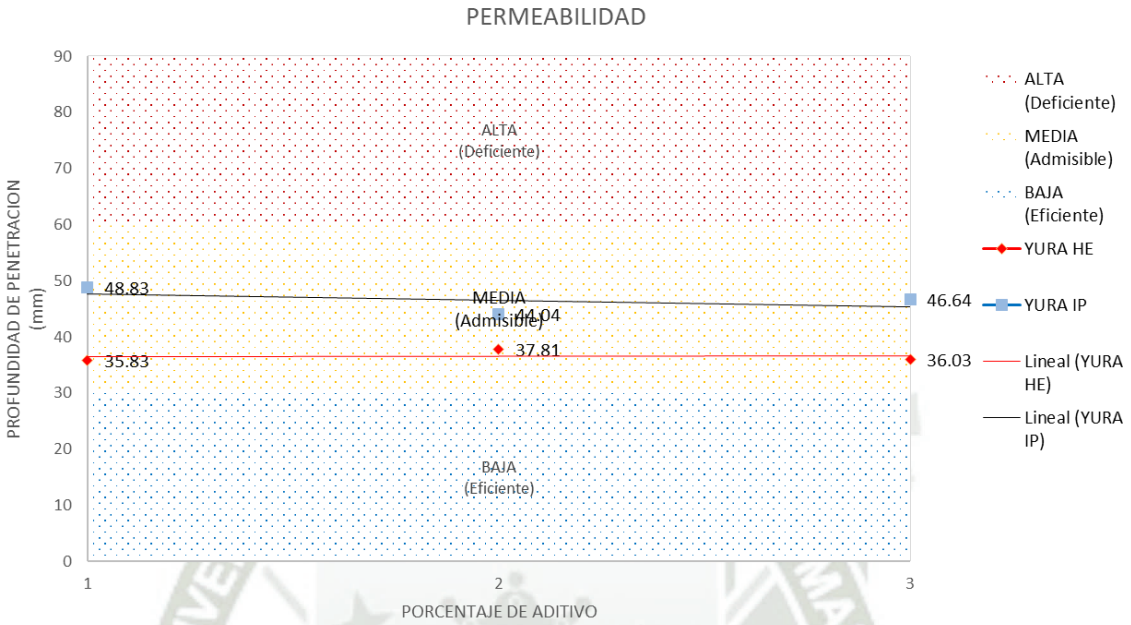
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 89

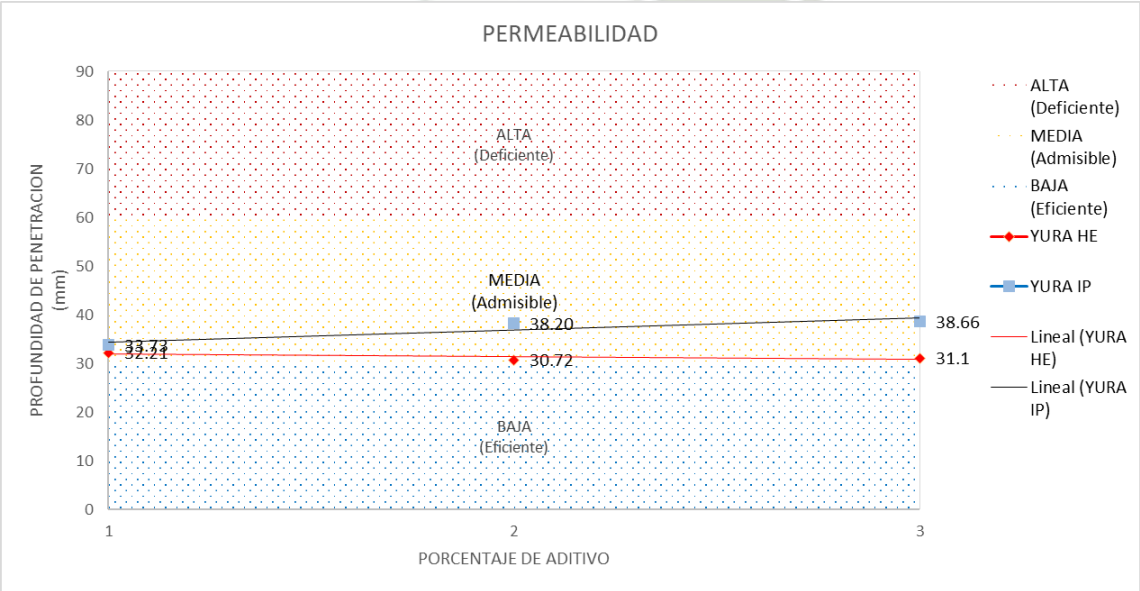
Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto sin aditivos solo considerando la Altura Máxima (crítica)



Nota. Elaboración Propia

Figura 90

Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto sin aditivos solo considerando la Altura Promedio



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se puede observar en ambas gráficas que la permeabilidad del cemento Yura IP es mayor en comparación a la de cemento HE, se tomó conocimiento de las fichas técnicas de ambos productos y su composición es la misma ya que mencionan estar elaborados con Clinker, puzolana y yeso, la diferencia significativa es en el proceso de molienda del cemento, dando como resultado un cemento con partículas más finas como lo es el cemento HE (tipo III) un cemento de alta finura lo que hace que le permite alcanzar una resistencia inicial y total mayor con respecto al cemento IP, teniéndose en cuenta los ensayos a compresión realizados.

Según el fabricante también comparten las mismas propiedades en cuanto a resistencia a la reacción álcali sílice y permeabilidad.

Por lo tanto, se puede deducir que esa variación en permeabilidad es en gran parte afectada por la diferencia en resistencia a la compresión que poseen. Sin embargo, la permeabilidad de ambos concretos sin el uso de aditivos se encuentra en la clasificación media destacando que la permeabilidad del concreto elaborado con cemento HE se encuentra más cerca de la clasificación “baja”

Por otra parte, se hace la comparativa entre los resultados usando solo la altura máxima (crítica) a la que penetró el agua y también usando el promedio de alturas (como indica la norma NTC 4483) en la cual se tomó medidas de los costados en donde la marca de agua permaneciera lo más constante posible. Al considerar solo las alturas máximas los valores son más altos entre 5 a 10 mm y considerando el promedio las alturas se reducen, aunque no significativamente.

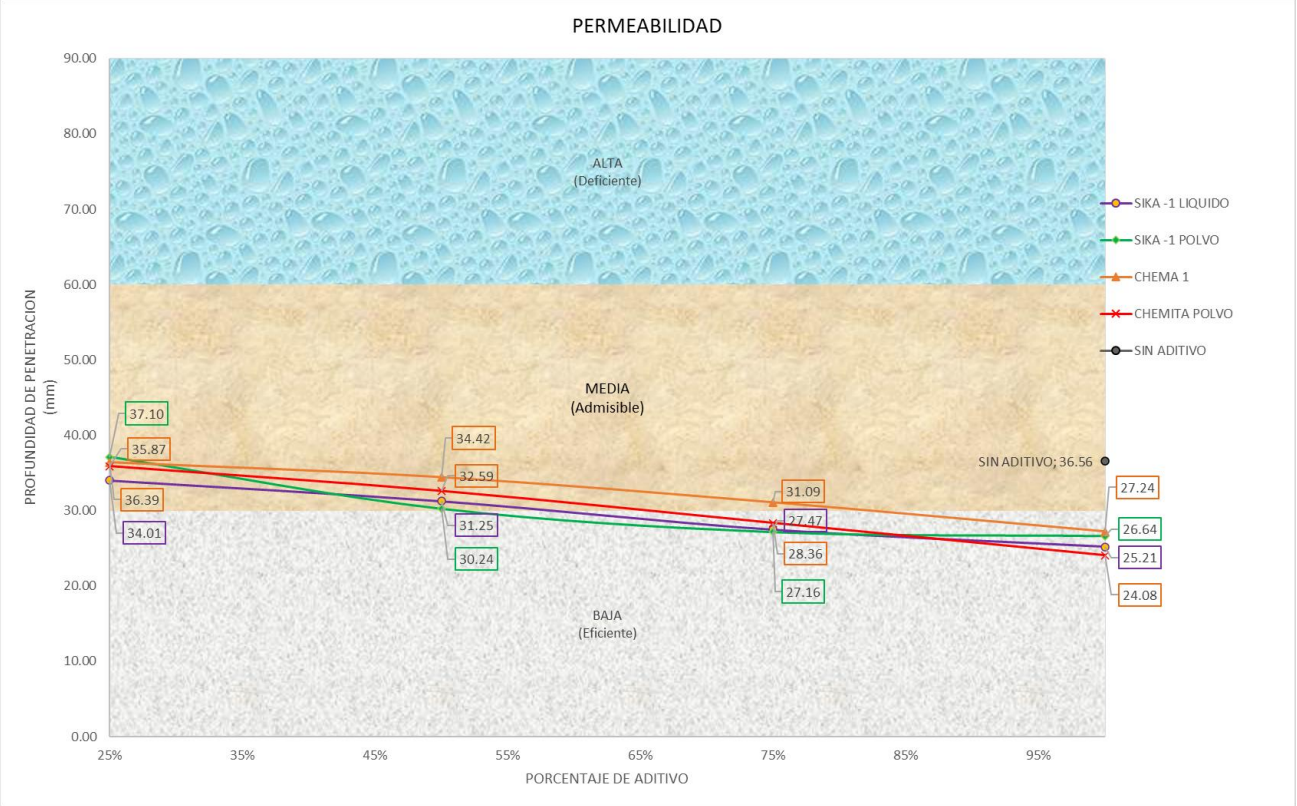
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 91

Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto con aditivos solo considerando Alturas Máximas (Críticas)



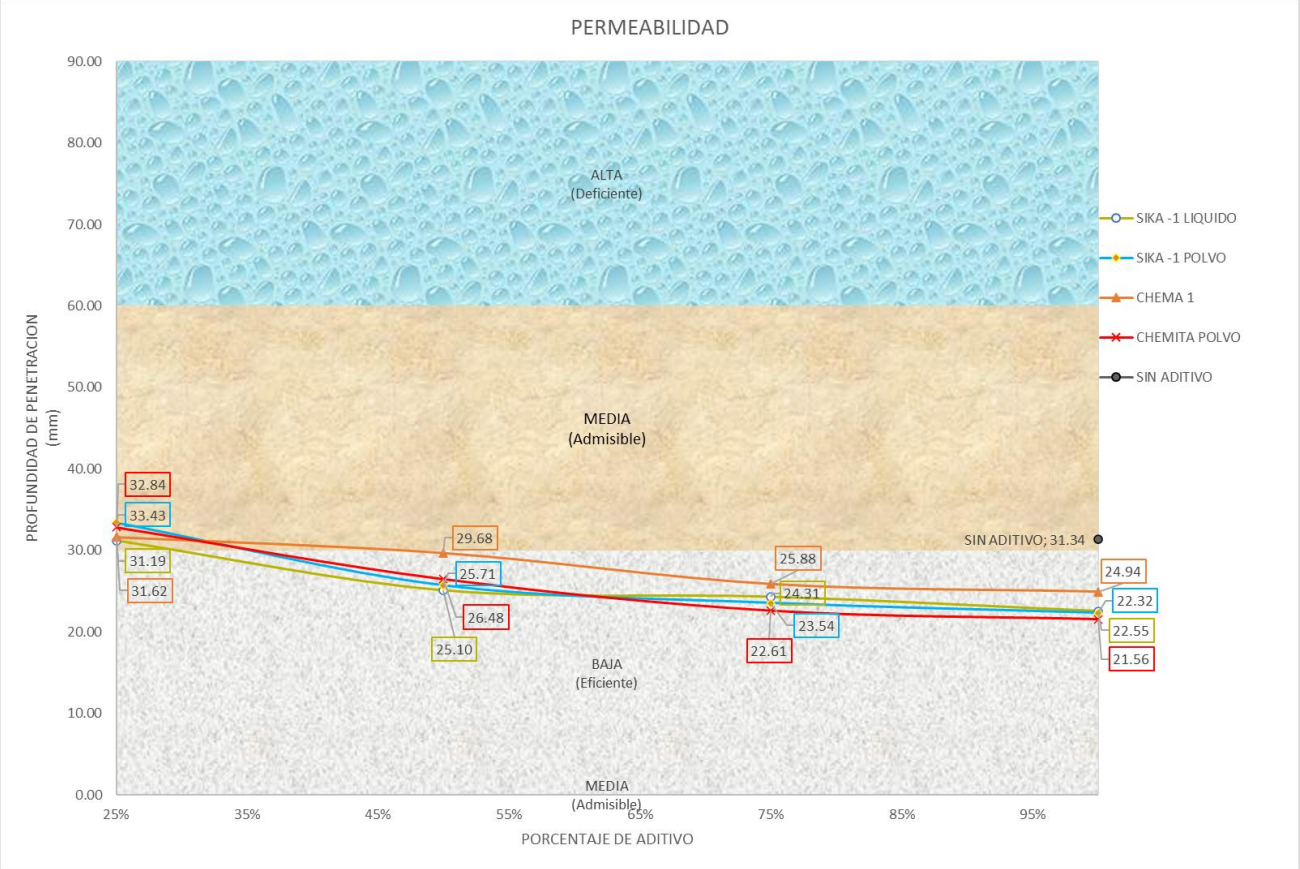
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 92

Grafica de profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto con aditivos considerando Alturas Promedio



Nota. Elaboración Propia

Del grafico se observa que el uso de aditivos mejora la permeabilidad haciendo que esta entre en la clasificación baja los resultados varían entre 21 a 24 mm usando las dosificaciones del 100 % (recomendadas por el fabricante)

Con el 75% varían entre 22 a 25.88 mm, con el 50 % varían entre 25.1 y 29.7 mm y finalmente usando el 25 % van del 31.62 a 33.84 mm, siendo esta última dosificación la que no presenta mejora en la permeabilidad del concreto.

Se utilizo la Norma Colombiana NTC 4483 para poder clasificar la profundidad de penetración y el coeficiente de permeabilidad

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 139

Tabla de Clasificación para Profundidad de Penetración y Coeficiente de Permeabilidad según NTC 4483

Tabla 1. Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	$< 10^{-12}$	10^{-12} a 10^{-10}	$>10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	> 60

Nota. Adaptado de Norma Colombiana NTC 4483, 1998 (Vigente)

Según la norma de edificaciones E-060 en el capítulo 7 en el apartado de "*Recubrimiento de Concreto para Refuerzo - Concreto construido in situ no preesforzado*" indica que dependiendo del diámetro de acero a utilizar y en concreto expuesto a la intemperie los valores mínimos de recubrimiento van de 40 mm a 50 mm. En el caso específico de la obra que se venía ejecutando de la cual se obtuvo la idea para elaborar la presente tesis el recubrimiento que se usó fue de 50 mm.

Tomando en cuenta los recubrimientos mínimos que expone la norma se puede concluir que los aditivos impermeabilizantes si ofrecen la resistencia a la permeabilidad requerida para que el agua no dañe el acero del reservorio, siempre y cuando sea usada del 50 % a 100 % de la dosificación recomendada por el fabricante.

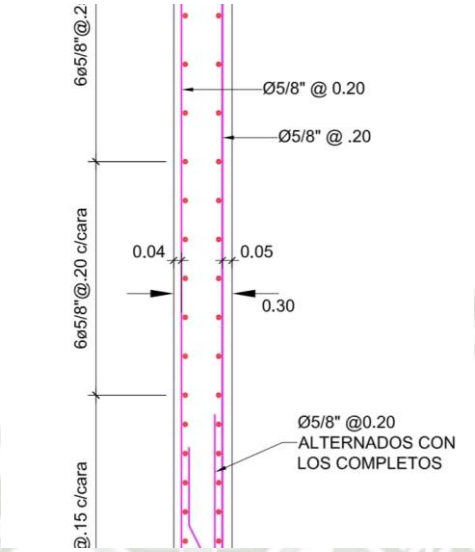
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 93

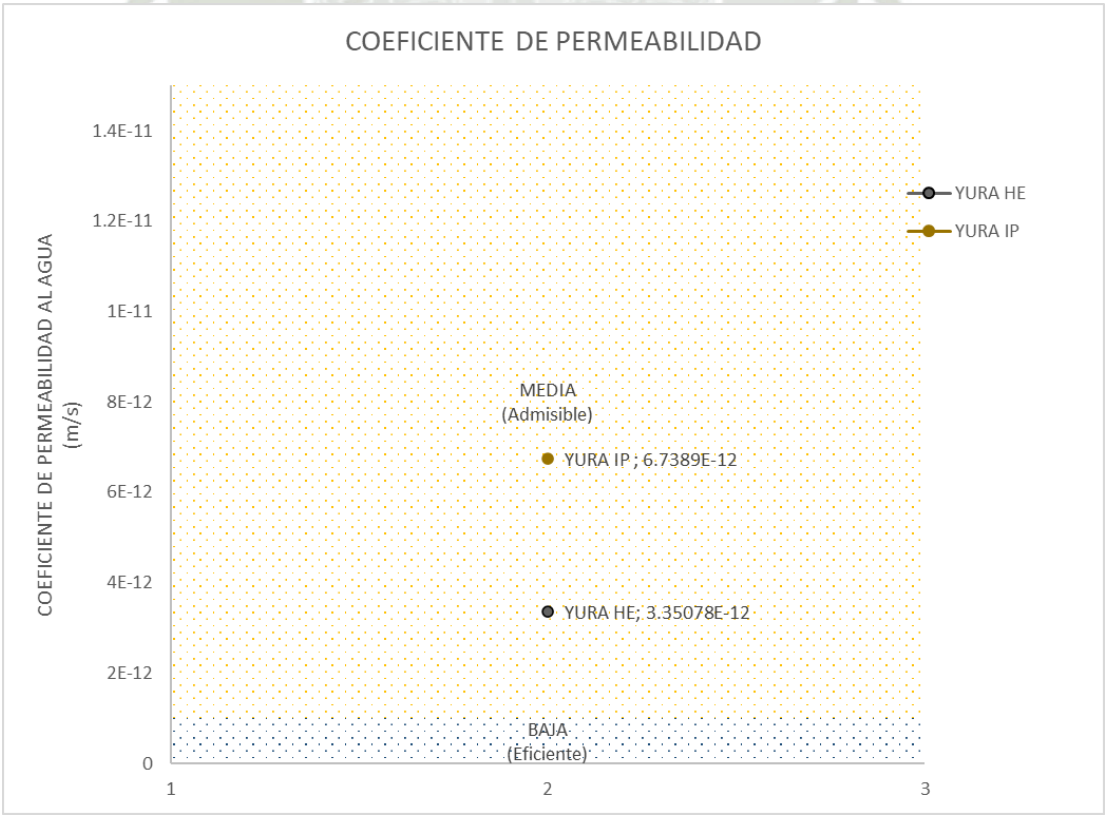
Recubrimientos en Muro de Reservorio



Nota. Detalle Típico de Muro en Reservorio

Figura 94

Gráfico de Coeficiente de Permeabilidad en concreto sin aditivo



Nota. Elaboración Propia

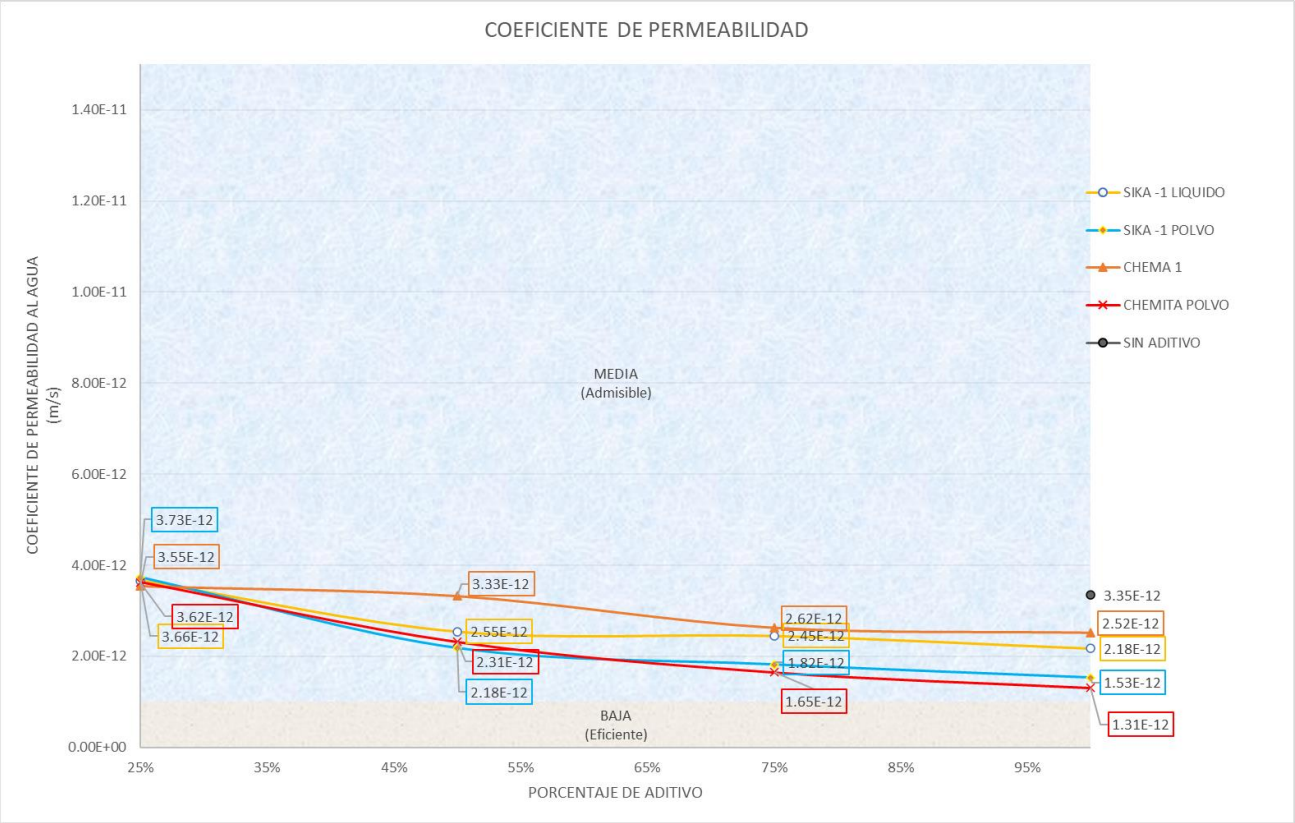
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 95

Gráfico de Coeficiente de Permeabilidad en concreto con aditivos (cemento HE)



Nota. Elaboración Propia

En el caso de los coeficientes de permeabilidad el margen para su clasificación según la norma NTC 4483 es más amplio por lo que no se logró obtener resultados que lo clasifiquen como bajo ya que para obtener este resultado el coeficiente K debe ser menor a $1x10^{-12}$.

Cabe resaltar que con la dosificación máxima recomendada si se llegaron a alcanzar valores cercanos a $1x10^{-12}$ en el caso de los aditivos Sika-1 Polvo y Chemita Polvo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

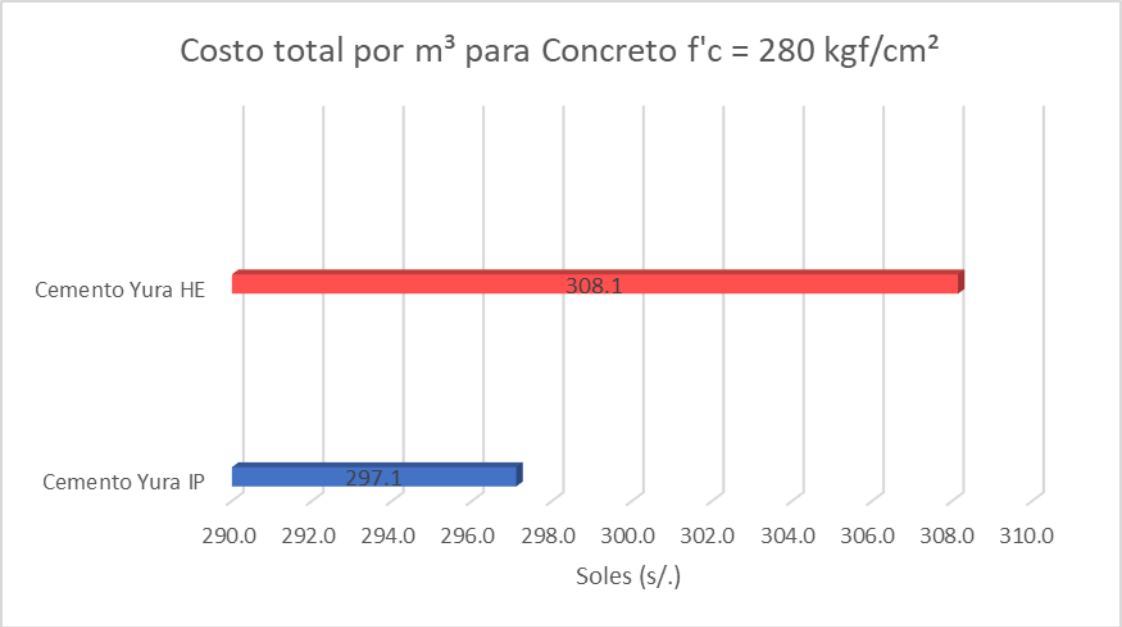
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

6.9. Análisis de Costos

Figura 96

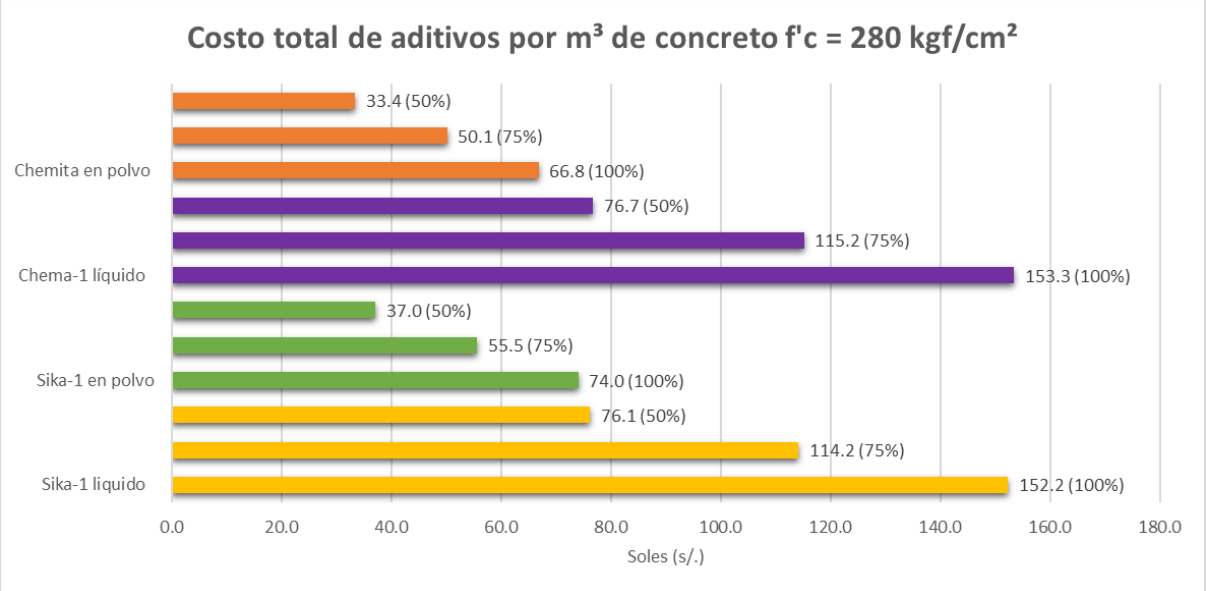
Costo total por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2



Nota. Elaboración Propia

Figura 97

Costo total de aditivos por m^3 de concreto f'c=280 kgf/cm^2



Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se realizó un análisis de costos tomando en cuenta las dosificaciones por m^3 de concreto para la resistencia especificada de f'c = 280 kgf/cm^2 en ambos casos ya sea usando cemento IP o HE la cantidad de bolsas fue la misma ya que de acuerdo al diseño al hacer un cambio de cemento solo afectó en el incremento de agua y agregado fino. Dando como resultado que el concreto elaborado con cemento HE tiene un costo más elevado con una diferencia de S/ 11.30 en comparación al elaborado con cemento IP, ambos de la marca YURA

Respecto a los aditivos se obtuvo el costo por m^3 de cemento, en primer lugar, con la dosificación recomendada (100%) y también con los porcentajes del 75% y 50% los cuales se comprobaron que resultan efectivos, obteniéndose así una reducción en el costo en la misma proporción a los porcentajes antes mencionados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

- Se identificó el diseño optimo con el agregado de la cantera Campaya que debido a sus características dan resultados favorables en aspectos de permeabilidad, permitiendo así su uso en la elaboración de estructuras hidráulicas con una resistencia f´c=280 kgf/cm², obteniéndose los resultados más idóneos en el concreto elaborado con los aditivos Chemita en polvo y Sika-1 en polvo en combinación con el cemento Yura Tipo HE, esto con el objetivo de tener la permeabilidad más eficiente y adicionalmente se obtiene un incremento en la resistencia.
- El diseño de mezcla optimo se obtuvo con el uso de cemento HE y la siguiente dosificación por m^3 de mezcla de concreto:
  - Cemento:10.3 bolsas
  - Agua: 0.231 m^3
  - Ag. Fino: 0.439 m^3
  - Ag. Grueso: 0.643 m^3
  - 7.7 bolsas de aditivo en polvo usando una dosificación del 75% de la dosificación recomendada.
- Se evaluó la permeabilidad al agua mediante la aplicación de los impermeabilizantes más comerciales del mercado en el concreto con agregado obtenido de la cantera Campaya, se determinó que los aditivos impermeabilizantes evitaron que el agua penetre significativamente en las muestras de concreto con una profundidad mínima de 2.16 cm y una máxima de 2.97 cm a una presión constante de 0.5 MPa, clasificando las distintas profundidades entre baja y media según la NTC 4483. Se obtuvo resultados óptimos en permeabilidad con las dosificaciones de aditivos en polvo específicamente con el 100% y 75% y admisibles hasta con el 50 %. Adicionalmente este tipo de aditivos también mejoraron la resistencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Se realizó el análisis de las propiedades de los agregados de la cantera Campaya de acuerdo a la Norma Técnica Peruana, consiguiéndose elaborar el diseño de mezclas para un concreto de alta resistencia f'c = 280 kgf/cm², el cual es requerido para estructuras hidráulicas como los reservorios de agua.

- Se elaboró los diseños de mezcla empleando los cementos Yura Tipo IP y Yura Tipo HE, alcanzando en ambos casos llegar a la resistencia f´c=280 kgf/cm², al realizarse estos ensayos en el laboratorio, el concreto elaborado con cemento Yura Tipo IP alcanza valores menores al de la resistencia promedio requerida f´cr=364 kgf/cm² dentro del plazo de 28 días, alcanzando solo f´cr=346,402 kgf/cm², sin embargo a los 90 días si logra cumplir y sobrepasar el objetivo obteniendo f´cr=432,82 kgf/cm², por lo que si se quiere usar este tipo de cemento y obtener resistencias altas se deberá tener en cuenta la reducción de resistencia por parte de los aditivos líquidos así como los datos mostrados en la ficha técnica del mismo. Por otra parte, el cemento Yura Tipo HE logra la resistencia f´cr=484,381 kgf/cm² a los 28 días, consiguiéndose con este último una menor probabilidad que se obtengan valores por debajo de la resistencia a la compresión especificada.

- Se comparó la profundidad de penetración del agua, el coeficiente de permeabilidad de los concretos con los aditivos impermeabilizantes, de acuerdo a la Norma Colombiana NTC 4483 debido a que en la NTP no hay una norma específica para la evaluación de permeabilidad al agua en el concreto. Los valores de profundidad de agua alcanzada variaron entre clasificaciones media y baja (eficiente), adicionalmente los valores de coeficiente de permeabilidad más óptimos fueron $K=1.31 \times 10^{-12}$ *m/s* con aditivo Chemita Polvo y $K=1.53 \times 10^{-12}$ *m/s* con aditivo Sika-1 en Polvo; ambos obtuvieron una clasificación media (aceptable) muy cercana a baja. Para alcanzar una clasificación baja el coeficiente K debe ser menor a $1x10^{-12}$ *m/s* el cual es un valor muy ajustado y solo se logró alcanzar valores cercanos con las dosificaciones más altas (recomendadas) con los aditivos ya mencionados.

- Se observo que la resistencia a compresión del concreto también afecta considerablemente en la permeabilidad del concreto debido a que reducen el porcentaje de vacíos en el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Se usó solo 1 diseño de mezcla con cada tipo de cemento, para poder diferenciar los efectos de las dosificaciones de aditivos, que fueron dosificados posteriormente en base a lo recomendado (100%) y en porcentajes del 75%, 50% y 25 %.
- Se demostró que la aplicación de aditivos influye en la resistencia final del concreto, mientras los aditivos líquidos generan una reducción en la resistencia, los aditivos en polvo añaden una mayor resistencia esto se puedo apreciar al momento de medir el slump en las que se percibió una menor trabajabilidad con los aditivos en polvo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

- Para la obtención de resultados más precisos es necesario tener en cuenta la fecha de fabricación, así como la fecha de vencimiento del cemento, ya que al ser un material heterogéneo con el pasar del tiempo este va perdiendo sus propiedades y por lo tanto se obtendrán resultados no representativos.
- Es necesario tener conocimiento del método de aplicación de los aditivos (líquidos o en polvo) ya que estos pueden presentar dificultad al mezclarse correctamente con los demás materiales del concreto.
- De acuerdo a los resultados obtenidos los aditivos más recomendables según su presentación serian: Chemita Polvo y Sika-1 Líquido
- Para la elaboración de concretos de alta resistencia es necesario conocer otros tipos de cemento que tengan antecedentes de obtener las resistencias deseadas, además de realizar un correcto vaciado de la mezcla.
- Para ensayos de resistencia en laboratorio se debe considerar cumplir con la resistencia promedio requerida, esto debido a que en obra no se tiene todas las facilidades al momento de la elaboración de la mezcla de concreto, si bien el f´cr no es un criterio de aceptación o rechazo en obra, es una resistencia objetivo que ayuda a reducir la probabilidad de obtener valores resistencia a la compresión por debajo de la resistencia objetivo f´c.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIA

Abanto, F. (2017). Tecnología del concreto. Lima, Perú: San Marcos. [U22]

Agüero, R. (2004). Guía para el diseño y construcción de reservorios apoyados. Recuperado de:http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d23/038_dise%C3%B1o_y_construccion_reservorios_apoyados/dise%C3%B1o_y_construccion_ reservorios_apoyados.pdf

Asocem e indecopi. (2009). Conferencia inicial del seminario aditivos y adiciones en el concreto. Recuperado de:

ASTM. (1999). ASTM C33/C33M Especificación estándar para los agregados de concreto. Estados Unidos: ASTM.

ASTM. (2007). ASTM C150 Especificación normalizada para Cemento Portland. Estados Unidos: ASTM Internacional.

Carrasco Diaz, S. (2008). Metodología de la Investigación Científica. Lima: San Marcos.

Chem masters del Perú SA. (2018). Hoja técnica impermeabilizante. Recuperado de http://www.chema.com.pe/construccion/impermeabilizantes/impermeabilizantes-integrales/

Colina, J. N. (s.f.). Propiedades del concreto fresco y endurecido. Recuperado de

Comité 212 ACI. (1984). Aditivos para hormigón. Recuperado de http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/909/1220

Comité técnico de normalización. (2002). NTP 400,021 método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso. Publicado en el diario oficial El Peruano el 30 de mayo de 2002.

Comité técnico de normalización. (2013). NTP 400,022 método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y 107 absorción del agregado fino. Publicado en el diario oficial El Peruano el 16 de enero de 2014.

Guevara, M. E. (1992). Estructuras hidráulicas. Recuperado de https://es.slideshare.net/alfredoarandohuamannahui7/estructurashidrulicas-mguevara

Hermida, G. (2014). Concreto Impermeable: Una mirada reciente. Lima: Sika Perú

http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/07/aditivos-aspectosgenerales.html

https://es.scribd.com/document/349383508/propiedades-del-concreto-pdf

Rivera, G. A. (2015). Concreto simple capítulo 11 aditivos para mortero y concreto.

Rodríguez, C. (2015). Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil. Universidad Espíritu Santo, Samborondón. Ecuador. Recuperado

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

dehttps://docplayer.es/66701726-Eficiencia-de-aditivos-impermeabilizantespor-cristalizacion-para-el-hormigon-en-guayaquil.html

Sika mexicana. (2013). Concreto impermeable. Recuperado de www.sika.com.mx

Sika Perú S.A.C. (2018). Hoja técnica impermeabilizante. Recuperado de https://per.sika.com/es/soluciones-y-productos/mercados_sika/sikaaditivos-concreto/descargas-aditivos-concreto/hojas-tecnicas-aditivosconcreto.html?page=4

Toirac, J. (2004). Patología de la construcción grietas y fisuras en obras de hormigón origen y prevención. Recuperado de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87029104

Yura S.A. (2017). Ficha técnica cemento portland tipo IP. Recuperado de http://www.yura.com.pe/productos/index.html

Z aditivos S A. (2018). Ficha técnica impermeabilizante. Recuperado de https://www.zaditivos.com.pe/impermeabilizantes-para-tarrajeo/

Zabalza, M. Á. (2001). Competencias personales y profesionales en el prácticum. Madrid, España: Narcea ediciones

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

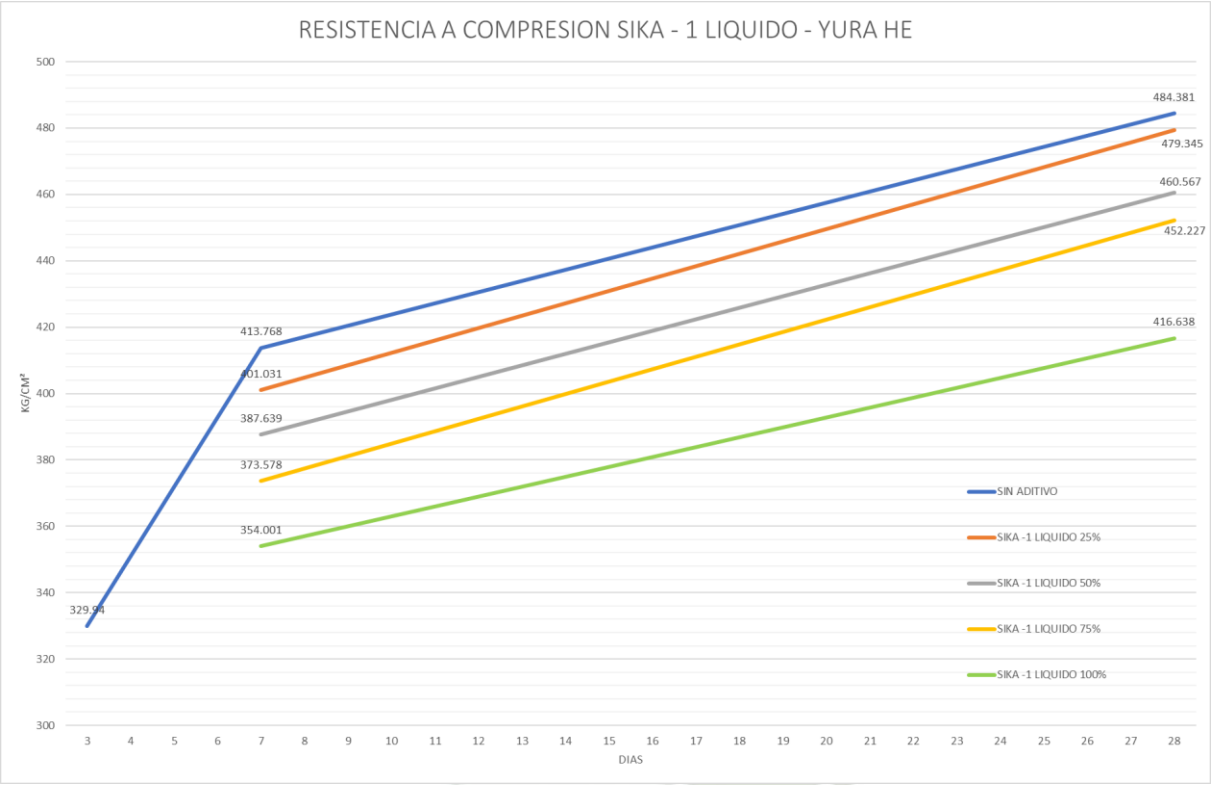
REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Anexo A

Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Sika-1 Líquido



Nota. Elaboración Propia

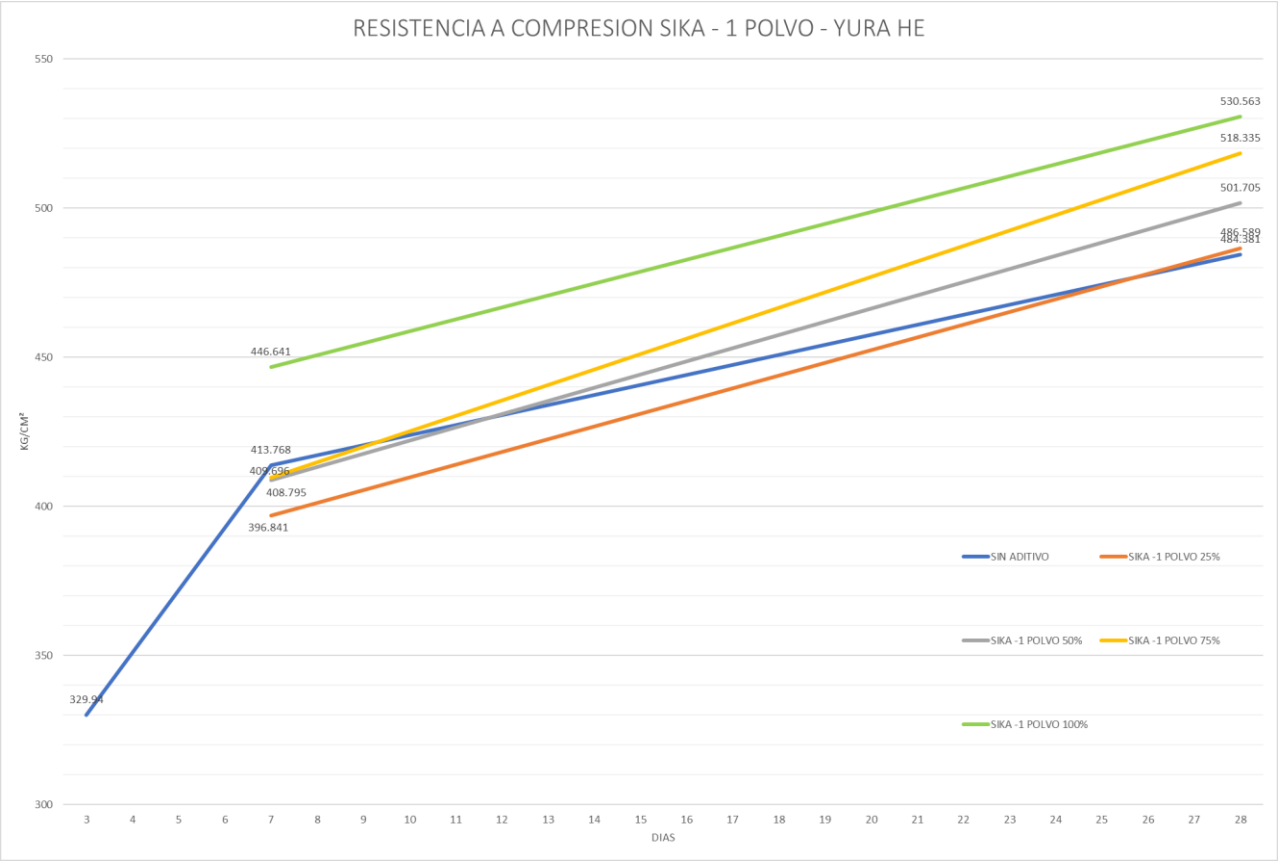
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo B

Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Sika-1 Polvo



Nota. Elaboración Propia

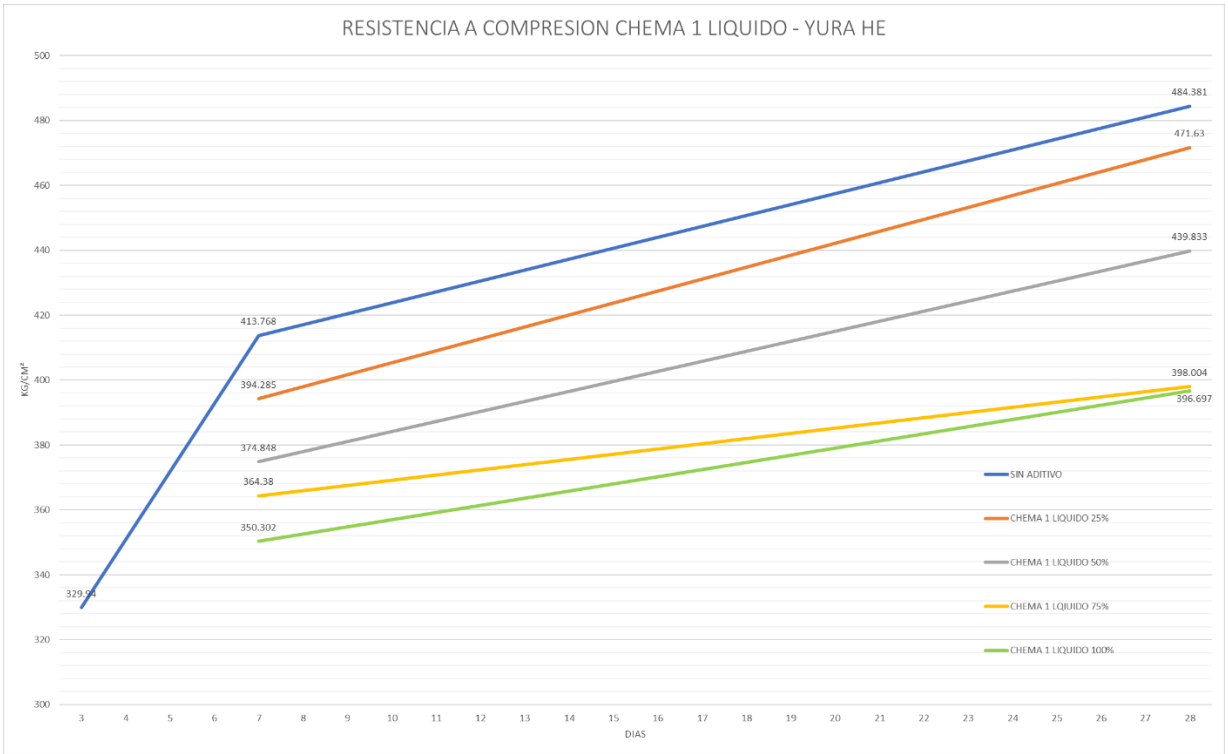
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo C

Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Chema-1 Líquido



Nota. Elaboración Propia

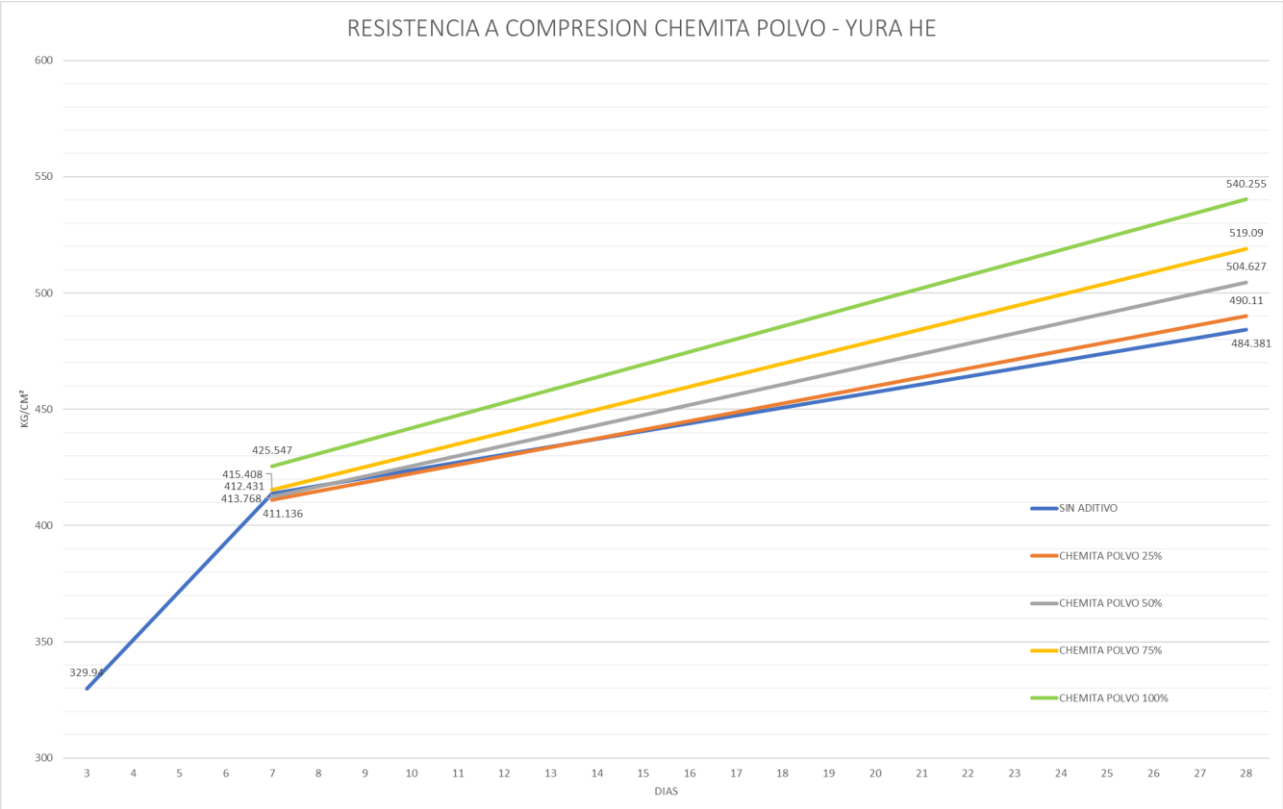
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo D

Gráfica Lineal de Resistencia a Compresión en Concreto (HE) con Aditivo Chemita Polvo



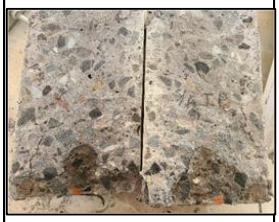
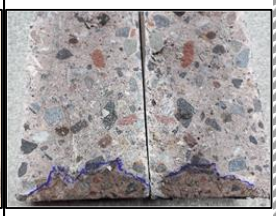
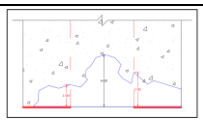
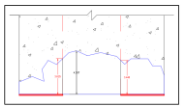
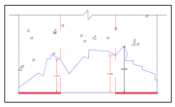
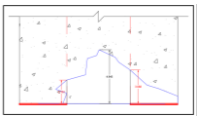
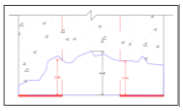
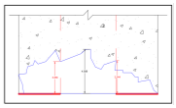
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo E

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (IP) sin aditivos

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		IP	
ADITIVO	Sin Aditivo		PORCENTAJE*		0%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			17.48		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	IP-1		IP-2		IP-3	
FECHA DE ENSAYOS	09/10/2023		09/10/2023		09/10/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	48.20	49.45	43.87	44.20	48.18	45.09
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	48.83		44.04		46.64	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	20.38	21.63	36.25	34.52	32.36	34.37
	31.82	30.88	34.40	35.98	33.44	38.50
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	26.10		35.29		34.67	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	33.73		38.20		38.66	

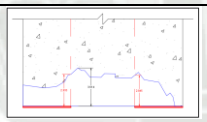
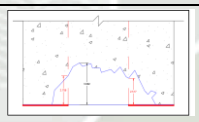
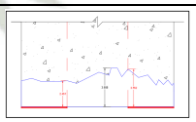
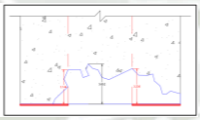
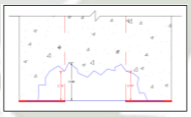
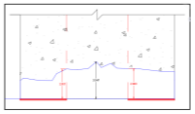
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo F

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) sin aditivos

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	Sin Aditivo		PORCENTAJE*		0%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			12.02		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	HEA-1		HEA-2		HEA-3	
FECHA DE ENSAYOS	03/07/2023		03/07/2023		03/07/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	35.14	36.52	39.82	35.80	36.58	35.47
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	35.83		37.81		36.03	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	29.33	32.36	25.17	27.87	32.52	28.51
	28.45	31.44	27.59	28.07	24.61	28.89
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	30.40		27.18		28.63	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	32.21		30.72		31.10	

Nota. Elaboración Propia

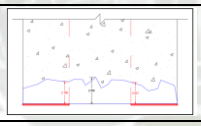
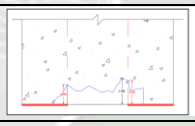
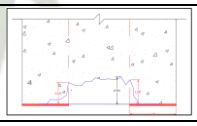
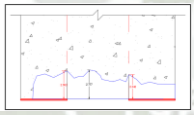
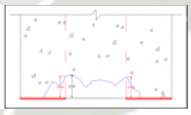
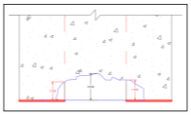
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo G

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (100%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	SIKA-1 LIQUIDO		PORCENTAJE*		100%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			15.08		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	SLB-1		SLB-2		SLB-3	
FECHA DE ENSAYOS	10/07/2023		10/07/2023		10/07/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	25.06	27.77	24.96	22.36	25.74	25.34
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	26.42		23.66		25.54	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	21.06	26.93	22.59	20.64	22.97	19.10
	20.47	23.42	18.68	20.94	20.43	17.29
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	22.97		20.71		19.95	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	24.12		21.70		21.81	

Nota. Elaboración Propia

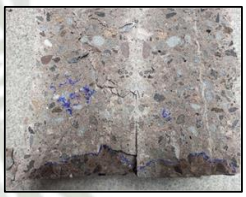
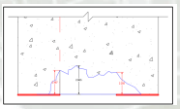
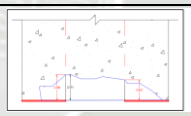
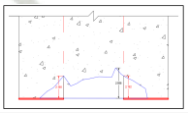
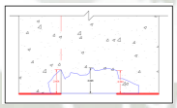
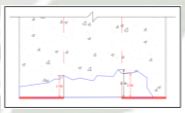
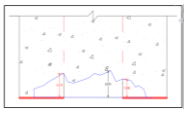
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo H

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (75%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	SIKA-1 LIQUIDO		PORCENTAJE*		75%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			14.63		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	SLC-1		SLC-2		SLC-3	
FECHA DE ENSAYOS	17/07/2023		17/07/2023		17/07/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	29.65	26.26	25.71	27.44	29.58	26.13
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	27.96		26.58		27.86	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	24.87	23.61	20.33	23.54	21.92	23.73
	22.92	24.54	25.48	21.90	21.80	18.08
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	23.99		22.81		21.38	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	25.31		24.07		23.54	

Nota. Elaboración Propia

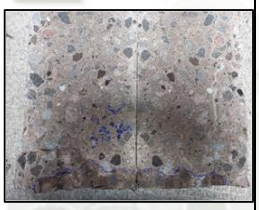
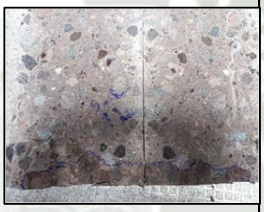
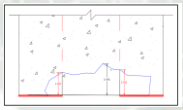
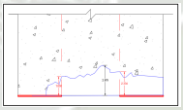
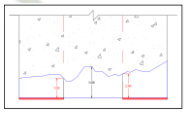
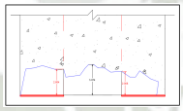
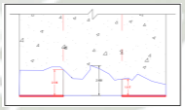
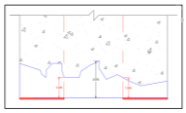
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo I

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (50%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	SIKA-1 LIQUIDO	PORCENTAJE*		50%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD		14.25		%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	SLD-1	SLD-2		SLD-3		
FECHA DE ENSAYOS	24/07/2023	24/07/2023		24/07/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	31.43	30.74	29.79	29.50	30.28	35.76
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	31.09		29.65		33.02	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	25.53	26.04	18.50	16.17	23.45	19.65
	22.87	23.68	23.34	25.39	19.32	20.26
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	24.53		20.85		20.67	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	26.72		23.78		24.79	

Nota. Elaboración Propia

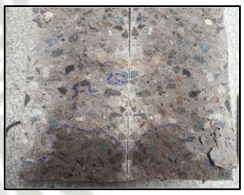
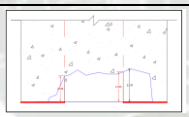
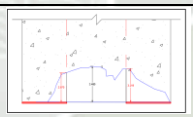
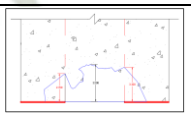
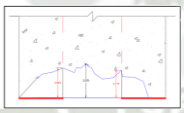
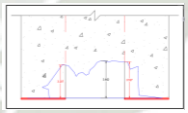
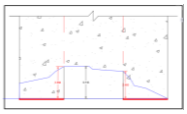
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo J

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 líquido (25%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	SIKA-1 LIQUIDO	PORCENTAJE*		25%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD		13.27		%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	SLE-1	SLE-2		SLE-3		
FECHA DE ENSAYOS	31/07/2023	31/07/2023		31/07/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	32.31	33.79	34.80	36.02	35.98	31.13
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	33.05		35.41		33.56	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	29.46	29.33	32.19	35.27	33.28	30.94
	25.48	27.11	28.70	32.07	27.09	26.50
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	27.85		32.06		29.45	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	29.58		33.18		30.82	

Nota. Elaboración Propia

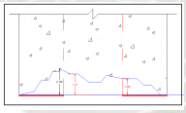
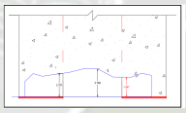
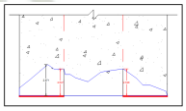
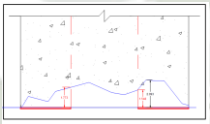
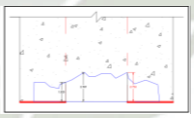
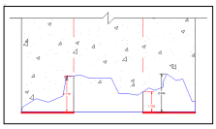
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo K

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (100%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	SIKA-1 POLVO		PORCENTAJE*		100%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			10.82		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	SPB-1		SPB-2		SPB-3	
FECHA DE ENSAYOS	07/08/2023		07/08/2023		07/08/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	21.38	20.93	27.69	27.67	28.71	29.44
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	21.16		27.68		29.08	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	15.10	17.73	23.31	27.53	26.47	27.79
	13.08	15.48	19.47	18.20	24.49	17.25
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	15.35		22.13		24.00	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	17.28		23.98		25.69	

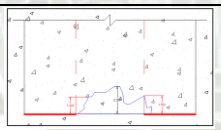
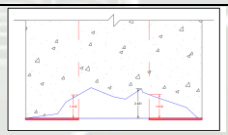
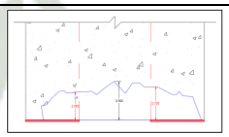
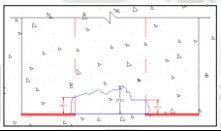
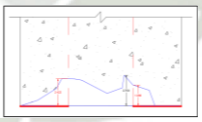
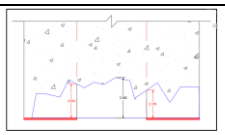
Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo L

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (75%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	SIKA-1 POLVO		PORCENTAJE*		75%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			11.55		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	SPC-1		SPC-2		SPC-3	
FECHA DE ENSAYOS	14/08/2023		14/08/2023		14/08/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	23.27	22.73	24.21	27.50	33.60	31.62
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	23.00		25.86		32.61	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	19.74	18.81	19.18	24.22	28.34	27.27
	18.93	19.98	19.39	18.66	23.19	22.93
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	19.37		20.36		25.43	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	20.58		22.19		27.83	

Nota. Elaboración Propia

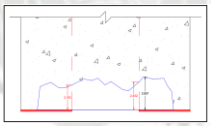
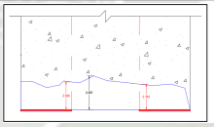
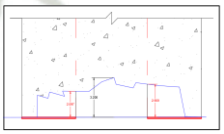
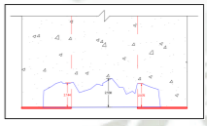
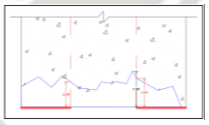
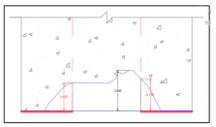
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo M

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (50%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	SIKA-1 POLVO		PORCENTAJE*		50%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			11.62		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	SPD-1		SPD-2		SPD-3	
FECHA DE ENSAYOS	21/08/2023		21/08/2023		21/08/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	28.57	25.30	28.97	31.99	32.00	34.62
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	26.94		30.48		33.31	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	21.53	20.76	23.80	25.51	20.97	27.69
	24.32	21.44	21.93	22.40	26.73	24.22
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	22.01		23.41		24.90	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	23.65		25.77		27.71	

Nota. Elaboración Propia

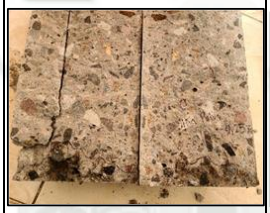
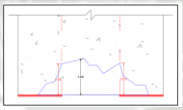
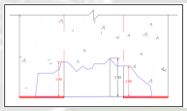
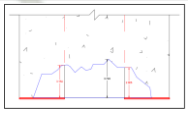
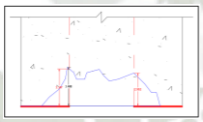
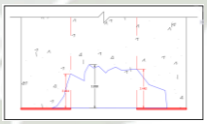
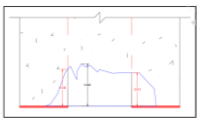
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo N

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Sika-1 polvo (25%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	SIKA-1 POLVO	PORCENTAJE*		25%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD		11.77		%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	SPE-1	SPE-2		SPE-3		
FECHA DE ENSAYOS	28/08/2023	28/08/2023		28/08/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	36.32	34.88	37.53	38.38	37.24	38.22
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	35.60		37.96		37.73	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	32.12	33.47	33.80	34.42	29.26	33.32
	31.25	29.62	29.85	30.24	31.54	30.12
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	31.62		32.08		31.06	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	32.94		34.04		33.28	

Nota. Elaboración Propia

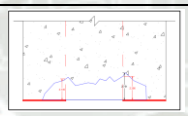
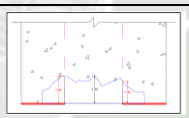
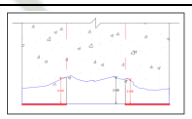
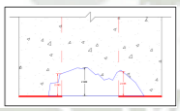
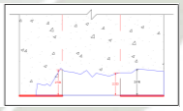
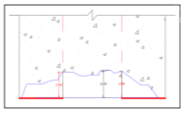
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo O

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (100%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	CHEMA 1 LIQUIDO		PORCENTAJE*		100%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			14.25		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	CLB-1		CLB-2		CLB-3	
FECHA DE ENSAYOS	04/09/2023		04/09/2023		04/09/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	27.51	28.82	27.46	26.16	26.70	26.80
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	28.17		26.81		26.75	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	21.35	24.95	26.50	25.34	25.04	26.32
	23.95	22.63	21.86	16.90	25.98	24.68
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	23.22		22.65		25.51	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	24.87		24.04		25.92	

Nota. Elaboración Propia

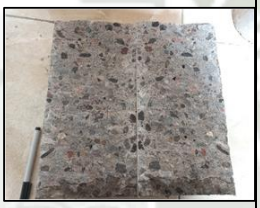
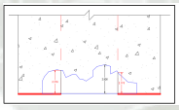
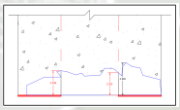
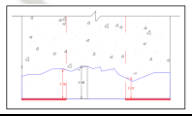
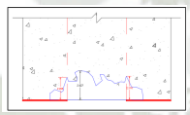
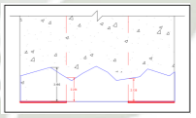
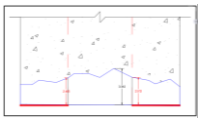
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo P

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (75%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	CHEMA 1 LIQUIDO	PORCENTAJE*		75%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD		13.81		%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	CLC-1	CLC-2		CLC-3		
FECHA DE ENSAYOS	11/09/2023	11/09/2023		11/09/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	29.26	28.27	32.45	31.93	31.50	33.12
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	28.77		32.19		32.31	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	23.78	23.16	22.53	22.35	27.94	24.65
	21.70	22.08	24.49	21.38	20.12	25.12
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	22.68		22.69		24.46	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	24.71		25.86		27.08	

Nota. Elaboración Propia

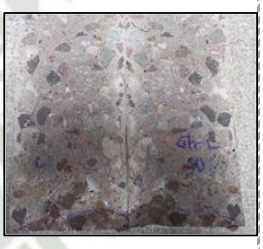
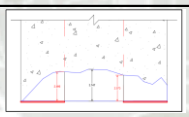
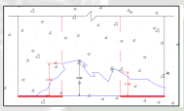
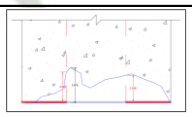
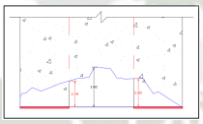
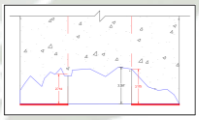
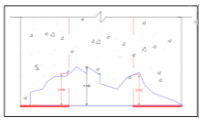
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo Q

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (50%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	CHEMA 1 LIQUIDO	PORCENTAJE*		50%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD		13.31		%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	CLD-1	CLD-2		CLD-3		
FECHA DE ENSAYOS	18/09/2023	18/09/2023		18/09/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	31.47	35.62	35.88	33.57	34.75	35.20
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	33.55		34.73		34.98	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	28.96	25.26	32.69	31.75	25.68	27.60
	25.73	23.18	23.95	25.69	28.81	28.50
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	25.78		28.52		27.65	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	28.37		30.59		30.09	

Nota. Elaboración Propia

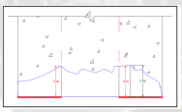
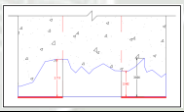
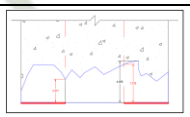
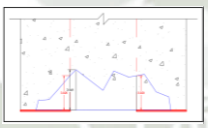
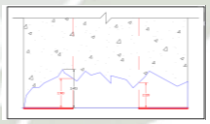
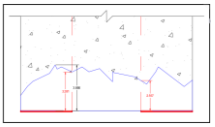
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo R

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chema-1 líquido (25%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	CHEMA 1 LIQUIDO		PORCENTAJE*		25%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD			12.50		%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	CLE-1		CLE-2		CLE-3	
FECHA DE ENSAYOS	25/09/2023		25/09/2023		25/09/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	31.15	35.41	38.24	34.13	40.59	38.80
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	33.28		36.19		39.70	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	30.44	30.25	37.11	26.03	37.25	32.81
	30.64	30.02	25.62	22.28	22.77	25.57
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	30.34		27.76		29.60	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	31.32		30.57		32.97	

Nota. Elaboración Propia

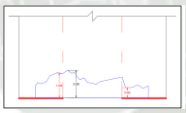
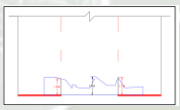
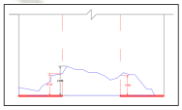
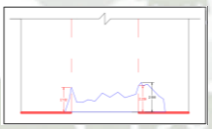
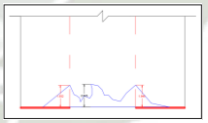
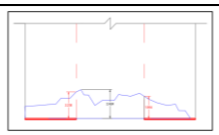
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo S

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (100%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	CHEMITA POLVO	PORCENTAJE*		100%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD				%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	CPB-1	CPB-2		CPB-3		
FECHA DE ENSAYOS	30/09/2023	30/09/2023		30/09/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	26.92	25.56	18.55	20.25	28.95	24.24
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	26.24		19.40		26.60	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	23.88	21.32	16.49	19.32	19.84	22.30
	20.41	22.56	17.89	19.45	21.37	18.64
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	22.04		18.29		20.54	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	23.44		18.66		22.56	

Nota. Elaboración Propia

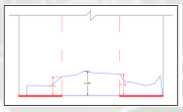
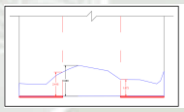
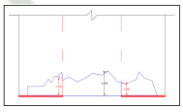
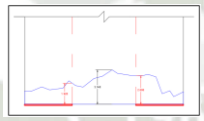
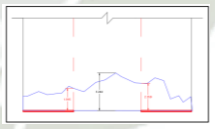
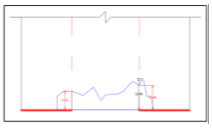
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo T

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (75%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	CHEMITA POLVO	PORCENTAJE*		75%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD				%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	CPC-1		CPC-2		CPC-3	
FECHA DE ENSAYOS	30/09/2023		30/09/2023		30/09/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	24.36	31.40	30.86	32.44	24.32	26.79
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	27.88		31.65		25.56	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	21.38	26.08	24.15	23.59	17.79	20.89
	18.71	19.28	16.73	19.15	12.83	16.10
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	21.36		20.91		16.90	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	23.54		24.49		19.79	

Nota. Elaboración Propia

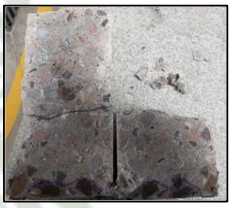
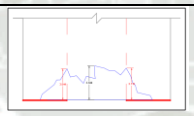
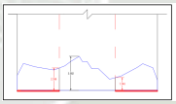
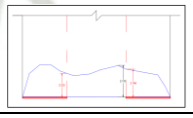
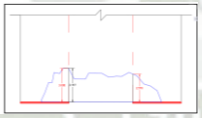
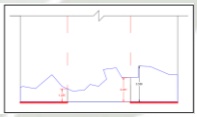
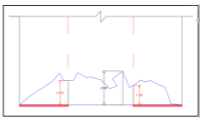
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo U

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (50%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280			Kgf/cm²		
CEMENTO	YURA	TIPO		HE		
ADITIVO	CHEMITA POLVO	PORCENTAJE*		50%		
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS				s		
PRESION		5	bar	50.987	m.c.a.	
POROSIDAD				%		
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1	2		3		
CODIGO	CPD-1	CPD-2		CPD-3		
FECHA DE ENSAYOS	04/10/2023	04/10/2023		04/10/2023		
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m	10:00 a.m		10:00 a.m		
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	33.38	31.17	35.82	33.30	30.67	31.17
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	32.28		34.56		30.92	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	31.12	30.94	13.46	12.25	17.84	27.48
	30.44	25.76	23.56	22.61	22.29	23.33
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	29.57		17.97		22.74	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	30.47		23.50		25.46	

Nota. Elaboración Propia

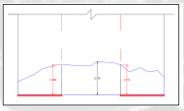
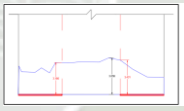
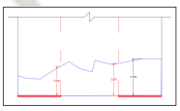
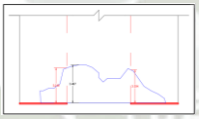
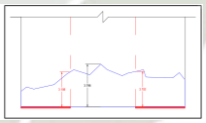
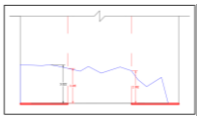
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo V

Cuadro de Fotos de Ensayo de Permeabilidad para Concreto (HE) con aditivo Chemita polvo (25%)

Determiacion de la Profundidad de la Penetracion de Agua Bajo Presion. NTC 4483 - METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO AL AGUA						
CARACTERISTICAS DEL HORMIGON						
CONCRETO	280				Kgf/cm²	
CEMENTO	YURA		TIPO		HE	
ADITIVO	CHEMITA POLVO		PORCENTAJE*		25%	
CONDICIONES DE ENSAYO						
TIEMPO DE ENSAYOS					s	
PRESION			5	bar	50.987	m.c.a.
POROSIDAD					%	
RESULTADOS DEL ENSAYO						
MUESTRA	1		2		3	
CODIGO	CPE-1		CPE-2		CPE-3	
FECHA DE ENSAYOS	04/10/2023		04/10/2023		04/10/2023	
HORA DE ENSAYOS	10:00 a.m		10:00 a.m		10:00 a.m	
FOTOGRAFIA						
SECCION IZQUIERDA						
SECCION DERECHA						
SECCION	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA	IZQUIERDA	DERECHA
PROFUNDIDAD MAXIMA DE PENETRACION (mm)	33.15	34.87	37.96	36.50	37.53	38.22
PROFUNDIDAD MEDIA MAXIMA DE PENETRACION (mm)	34.01		37.23		37.88	
PROFUNDIDAD DE PENETRACION LATERAL (mm)	30.13	32.19	31.08	31.80	29.85	32.05
	29.88	30.34	31.52	34.31	32.80	29.92
PROFUNDIDAD LATERAL MEDIA DE PENETRACION (mm)	30.64		32.18		31.16	
PROFUNDIDAD MEDIA TOTAL DE PENETRACION (mm)	31.76		33.86		33.40	

Nota. Elaboración Propia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo W

Constancia de Ensayos en Laboratorios UCSM

Universidad Católica de Santa María

AREQUIPA-PERÚ ☎ (51 54) 382038 http://www.ucsm.edu.pe facebook.com/ucsm.edu.pe/

CONSTANCIA

ID-007066

El que suscribe, **Mgter. Ing. ENRIQUE ALFONSO UGARTE CALDERON**, Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

HECTOR ANGEL SANCHEZ DURAND	(DNI - 72191559)
EDWIN IVAN SALAZAR CANAZA	(DNI - 72794422)

Ha realizado los ensayos en los Laboratorios de Ingeniería Civil, correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Titulo Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD AL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CONCRETO CON AGREGADO OBTENIDO DE LA CANTERA AMBPAYA PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN EL PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y ALCANTARILLADO EN OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE", PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO MOQUEGUA 2022.

Los ensayos efectuados en el laboratorio se detallan en el Anexo 1 del presente, se llevaron a cabo el 07/08/2023.

El total resultante según el tarifario 2023 como DERECHO USO LABORATORIO POR TESIS, se categoriza con descuento en la **opción "3"**, de acuerdo a la autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil se dispone:

USO DE EQUIPOS TESIS		TOTAL A PAGAR POR TESIS S/	COMPROBANTE DE PAGO
TOTAL RESULTANTE S/	OPCION "3" SE COBRA EL 35% SEGÚN TOTAL RESULTANTE DE LA TABLA COSTO TESISTAS	1389,85	B017-00003071
3971,00	35%		

Se expide la presente constancia para los fines convenientes.

Arequipa, 05 de enero del 2024.

Mgter. Ing. ENRIQUE ALFONSO UGARTE CALDERÓN
Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil
Universidad Católica de Santa María

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo X

Número de Ensayos Realizados en Laboratorios UCSM

Universidad Católica de Santa María

AREQUIPA-PERÚ ☎ (51 54) 382038 http://www.ucsm.edu.pe facebook.com/ucsm.edu.pe/

ANEXO 1

ITEM	ENSAYO	CANT.	C.U. al 25%	PARCIAL
	ENSAYOS EN AGREGADOS			
1	Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos - Incluye Módulo de Fineza	6	10,00	60,00
2	Análisis Granulométrico de Agregados Grueso	6	10,00	60,00
3	Contenido de Humedad de Agregados	6	5,00	30,00
4	Contenido de Impurezas Orgánicas	1	12,00	12,00
5	Durabilidad al Sulfato de Magnesio en Agregado Fino	4	63,00	252,00
6	Durabilidad al Sulfato de Magnesio en Agregado Grueso	4	88,00	352,00
7	Material Mas Fino que el Tamiz 75 µM (Nº 200)	3	10,00	30,00
8	Peso Especifico y Absorción de Agregado Fino	3	12,00	36,00
9	Peso Especifico y Absorción de Agregado Grueso	3	12,00	36,00
10	Peso Unitario del Agregado Fino (suelto y varillado)	3	13,00	39,00
11	Peso Unitario del Agregado Grueso (suelto y varillado)	6	15,00	90,00
12	Determinación de la Reactividad del agregado alcalino	3	58,00	174,00
	ENSAYOS EN CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND			
13	Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6"	460	3,00	1380,00
14	Elaboracion de mezcla de concreto	74	8,00	592,00
15	Asentamiento del concreto de cemento portland (slump)	34	1,00	34,00
16	Contenido de aire en el concreto fresco de cemento portland	34	3,00	102,00
17	Peso unitario del concreto en estado fresco	34	3,00	102,00
18	Temperatura del concreto en estado fresco	34,00	1,00	34,00
19	Tracción indirecta en probetas de concreto 4"	66	2,00	132,00
	ENSAYOS EN CEMENTOS			
20	Peso especifico del cemento	6,00	13,00	78,00
	ENSAYOS ESPECIALES			
21	Ensayo de permeabilidad por 06 probetas.	11,00	25,00	275,00
22	Corte de especimenes de concreto por cara	32,00	1,00	32,00
23	Metodo de ensayo normalizado para determinar la densidad, absorion y porcentaje de vacios en el concreto endurecido	13,00	3,00	39,00
			TOTAL	3971,00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo Y

Análisis Químico de Cloruros y Sulfatos del Agregado Grueso realizado en laboratorio externo

RCF S.R.L.
ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS QUÍMICO
CLORUROS Y SULFATOS

CODIGO DE INFORME
AM 209.1.1

Página: 1 de 1
F. Emisión: 19/10/2022

PROYECTO(*):	EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CONCRETO CON AGREGADO OBTENIDO DE LA CANTERA DEL RIO TAMBO EN QUINISTAQUILLAS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN EL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y ALCANTARILLADO EN OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, MOQUEGUA 2022		
UBICACIÓN(*):	OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, MOQUEGUA		
SOLICITA(*):	HECTOR DAVID SANCHEZ DURAN ; EDWIN IVAN SALAZAR CANAZA	**F. SOLICITUD:**	15/10/2022
DIRECCIÓN(*):	AREQUIPA - AREQUIPA	**F. EJECUCIÓN:**	18/10/2022
Cantera/Procedencia(*):	CAMPAYA -	**CÓDIGO - M:**	AM 209 M1
SONDEO(*):	-	**CONDICIÓN:**	M. Alterada
Datos Adicionales(*):	-	**Tipo de Material(*):**	AGREGADO GRUESO

Metodo de Ensayo Aplicado

* Cl- = Metodo de Ensayo NTP 400.042
* SO4- = Metodo de Ensayo NTP 400.042

MATERIAL		PROCEDENCIA	Cl^-		$SO_4^=$	
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		ppm	%	ppm	%
AGREGADO GRUESO	-	CAMPAYA	40.0	0.00	150.0	0.02
-	-	-		-	-	-

(*)Información brindada por el Solicitante
Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

OBSERVACIONES: -

ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

Nº 050411

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo Z

Análisis Químico de Cloruros y Sulfatos del Agregado Fino realizado en laboratorio externo

RCF S.R.L.
ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS QUÍMICO
CLORUROS Y SULFATOS

CODIGO DE INFORME
AM 209.1.2

Página: 1 de 1
F. Emisión: 19/10/2022

PROYECTO(*):	EVALUACIÓN DE LA PERMEABILIDAD DEL AGUA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE IMPERMEABILIZANTES EN EL CONCRETO CON AGREGADO OBTENIDO DE LA CANTERA DEL RIO TAMBO EN QUINISTAQUILLAS PARA ESTRUCTURAS HIDRAULICAS EN EL PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y ALCANTARILLADO EN OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, MOQUEGUA 2022		
UBICACIÓN(*):	OMATE Y ANEXOS DISTRITO DE OMATE, PROVINCIA GENERAL SANCHEZ CERRO, MOQUEGUA		
SOLICITA(*):	HECTOR DAVID SANCHEZ DURAN ; EDWIN IVAN SALAZAR CANAZA	**F. SOLICITUD:**	15/10/2022
DIRECCIÓN(*):	AREQUIPA - AREQUIPA	**F. EJECUCIÓN:**	18/10/2022
Cantera/Procedencia(*):	CAMPAYA -	**CÓDIGO - M:**	AM 209 M2
SONDEO(*):	-	**CONDICIÓN:**	M. Alterada
Datos Adicionales(*):	-	**Tipo de Material(*):**	AGREGADO FINO

Metodo de Ensayo Aplicado

* Cl- = Metodo de Ensayo NTP 400.042
* SO4- = Metodo de Ensayo NTP 400.042

MATERIAL		PROCEDENCIA	Cl^-		SO_4^-	
MUESTRA	DESCRIPCIÓN		ppm	%	ppm	%
AGREGADO FINO	-	CAMPAYA	50.0	0.01	160.0	0.02
-	-	-		-	-	-

(*)Información brindada por el Solicitante
Muestra depositada e identificada por el solicitante en el Laboratorio RCF S.R.L.

OBSERVACIONES: -

ROBERTO B. CACERES FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP. 59876

Nº 050410

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo AA

Ficha Técnica de Cemento Yura IP



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA 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 CO_2, 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 MULTI-PROPÓSITO YURA 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	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO_3 (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm3)	2.75 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm²	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			

CEMENTO YURA

Nota. Ficha Técnica Adaptada de https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/ficha-tecnica-yura-ip.pdf, para fines de investigación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo BB

Ficha Técnica de Cementos Yura HE



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO INDUSTRIAL DE ULTRA RESISTENCIA INICIAL YURA HE es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce la emisión de CO_2, 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.

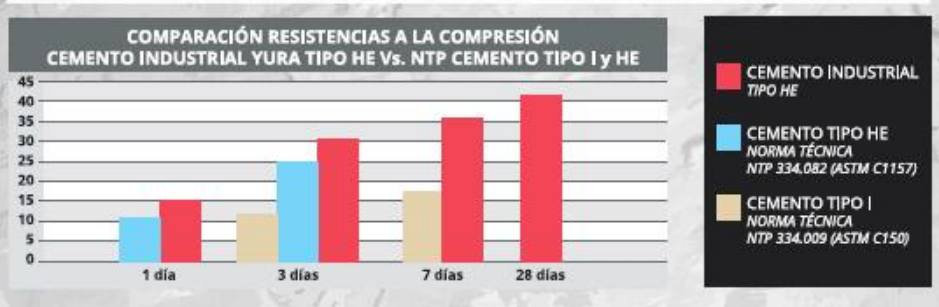
La fabricación en controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	Requisitos Norma Técnica NTP 334.082 ASTM C 1157	CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE	REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150
Peso específico (gr/cm³)	-	2.90 a 3.0	375 Máximo
Superficie específica Blaine (cm²/gr)	-	4400 a 5000	2600 Mínimo
Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	-0.03 a -0.04	0.80 Máximo
Fraguado Vitcat inicial (minutos)	45 a 420 Mínimo	140 a 200	45 a 375 Mínimo
Contenido aire Mortero (%)	12 Máximo	3.0 a 7.0	12.00 Máximo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kg-f/cm²	MPa	Kg-f/cm²	MPa	Kg-f/cm²	MPa
1 día	122	12	130 a 160	12.7 a 15.7	-	-
3 días	245	24	250 a 300	24.5 a 29.4	122	12
7 días	-	-	310 a 380	30.4 a 37.2	194	19
28 días	-	-	410 a 440	40.2 a 43.1	-	-



Nota. Ficha Técnica Adaptada de https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/ficha-tecnica-yura-he.pdf , para fines de investigación

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo CC

Ficha Técnica de Aditivo Sika-1 líquido



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 con propiedades hidrófugas.

USOS

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

- Arrendamientos, morteros de albañilería y soleras.
- Concreto armado y no reforzado.
- Ladrillo, concreto 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 / concreto.
- Listo para usar.
- Fácilmente disperso.
- Libre de cloruros.

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	• Envases PET x 4 L. • Balde x 20 L. • Cilindro x 200 L.
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.
Color	Líquido blanco
Densidad	~1.0 g/cm³
Contenido Total de Iones de Cloruro	≤ 0.1 %

Nota. Ficha Técnica Adaptada de https://per.sika.com/dam/dms/pe01/q/sika_-1.pdf *, para fines de investigación*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo DD

Ficha Técnica de Aditivo Sika-1 polvo

HOJA TÉCNICA

Sika®-1 en Polvo

Impermeabilizante para concretos y morteros.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	Sika®-1 en Polvo es un impermebilizante en polvo para concretos y morteros. **USOS** Se emplea en concretos y morteros de cemento en todo tipo de impermeabilizaciones: tarrajeos de paredes interiores y exteriores, pisos, sótanos, piscinas, canales, estanques de agua, túneles, tanques, premoldeados, bloques de cemento, entre otros. **CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS** ▪ Asegura la impermeabilidad de concretos y morteros ▪ Impide las eflorescencias salitrosas y el caliche ▪ Evita las formaciones musgosas y fungosas
DATOS BÁSICOS	
FORMA	**ASPECTO** Polvo **COLORES** Crema **PRESENTACIÓN** ▪ Bolsa x 1 kg ▪ Caja x 8 unidades x 1 kg
ALMACENAMIENTO	**CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL** 2 años en un lugar seco, en envases bien cerrados.
DATOS TÉCNICOS	**DENSIDAD** 1,10 ± 0,1 kg/l **USGBC VALORACIÓN LEED** Sika®-1 en Polvo cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants. Conenido de VOC < 250 g/l (menos agua)
INFORMACIÓN DL SISTEMA	
DETALLES DE APLICACIÓN	**CONSUMO / DOSIS** 1 kg. Por bolsa de cemento.

Hoja Técnica
Sika®-1 en Polvo
30.06.2022, Edición 7

Nota. Ficha Técnica Adaptada de https://per.sika.com/dms/getdocument.get/6311c1c1-b33a-3019-bfa5-60aab2ae75b8/HT-SIKA%201%20EN%20POLVO.pdf , para fines de investigación

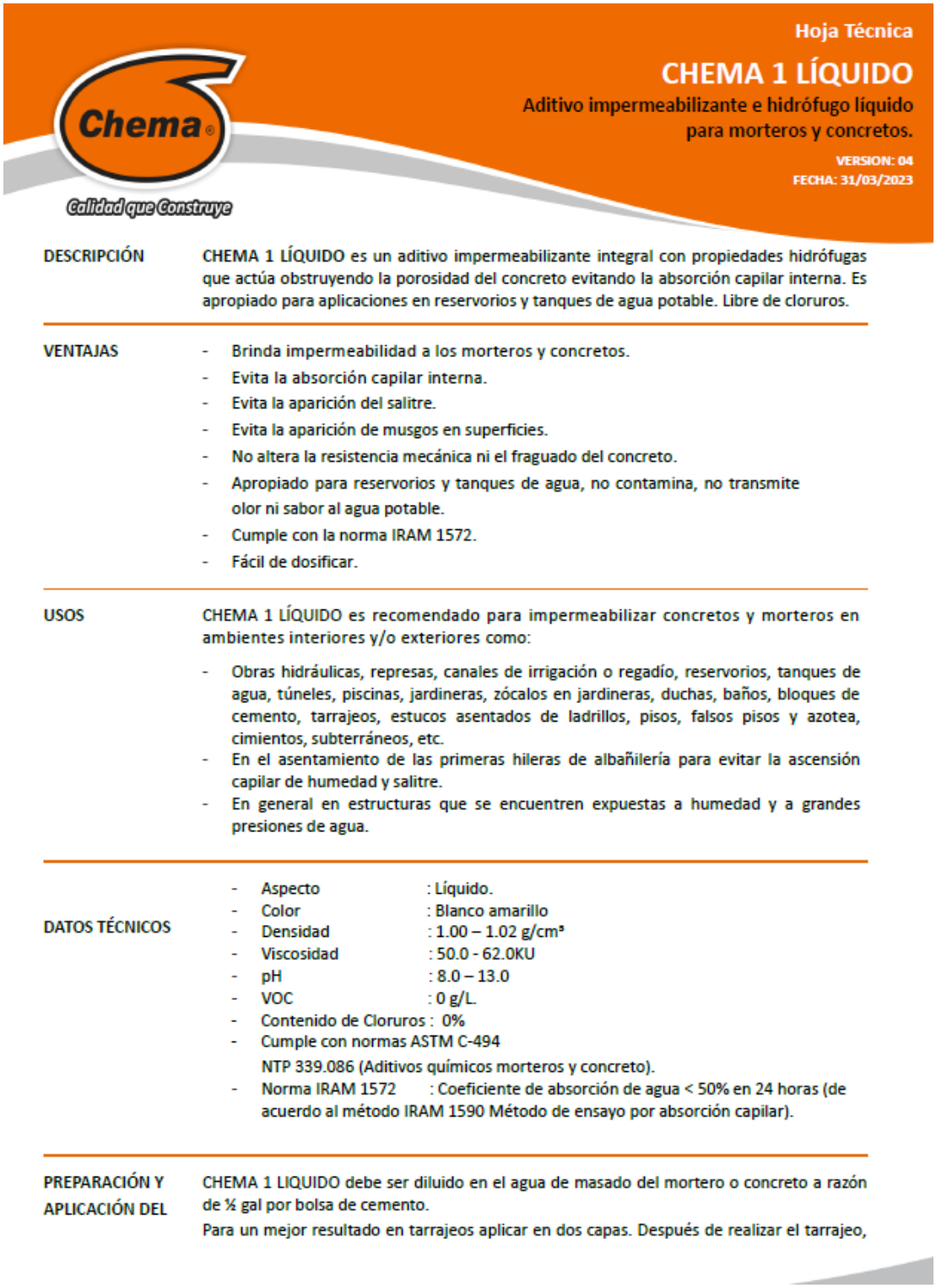
Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo EE

Ficha Técnica de Aditivo Chema-1 líquido



Hoja Técnica

CHEMA 1 LÍQUIDO

Aditivo impermeabilizante e hidrófugo líquido para morteros y concretos.

VERSION: 04
FECHA: 31/03/2023

Chema®
Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN

CHEMA 1 LÍQUIDO es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófugas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable. Libre de cloruros.

VENTAJAS

- Brinda impermeabilidad a los morteros y concretos.
- Evita la absorción capilar interna.
- Evita la aparición del salitre.
- Evita la aparición de musgos en superficies.
- No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
- Cumple con la norma IRAM 1572.
- Fácil de dosificar.

USOS

CHEMA 1 LÍQUIDO es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajeos, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Líquido.
- Color : Blanco amarillo
- Densidad : 1.00 – 1.02 g/cm³
- Viscosidad : 50.0 - 62.0KU
- pH : 8.0 – 13.0
- VOC : 0 g/L.
- Contenido de Cloruros : 0%
- Cumple con normas ASTM C-494
  NTP 339.086 (Aditivos químicos morteros y concreto).
- Norma IRAM 1572 : Coeficiente de absorción de agua < 50% en 24 horas (de acuerdo al método IRAM 1590 Método de ensayo por absorción capilar).

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL

CHEMA 1 LIQUIDO debe ser diluido en el agua de masado del mortero o concreto a razón de ¼ gal por bolsa de cemento.
Para un mejor resultado en tarrajeos aplicar en dos capas. Después de realizar el tarrajeo,

Nota. Ficha Técnica Adaptada de http://www.chema.com.pe/assets/productos/ficha-tecnica/HT%20CHEMA%201%20LIQUIDO%20V04.2023.pdf , para fines de investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Anexo FF

Ficha Técnica de Aditivo Chemita polvo



Hoja Técnica

CHEMITA EN POLVO

Aditivo impermeabilizante e hidrófobo en polvo para morteros y concretos.

VERSION: 01
CREADO: 12/09/2017

Chema®
Calidad que Construye

DESCRIPCIÓN

CHEMITA EN POLVO es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

VENTAJAS

- Brinda impermeabilidad a morteros y concretos.
- Evita la absorción capilar interna.
- Evita la aparición del salitre.
- Evita la aparición de musgos en superficies.
- No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
- Fácil de dosificar.

USOS

CHEMITA EN POLVO es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajeos, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Polvo.
- Color : Gris.
- Densidad aparente : 500 - 800 kg/gal.
- VOC : 0 g/L.

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Agregar 1 bolsa de 1kg de CHEMITA EN POLVO por bolsa de cemento y prepare la mezcla con arena (en caso de tarrajeos) y agregados (en caso de concretos). Asegurar una completa homogeneidad antes de agregar el agua de mezcla.

En climas muy calurosos o donde exista riegos de fisuración, se recomienda el uso de CHEMA FIBRA DE POLIPROPILENO.

RENDIMIENTO

La dosis recomendad es de 1kg de CHEMITA EN POLVO por bolsa de cemento.

Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 cemento + 3 de arena fina).

El rendimiento es 5m^2 a un espesor de 1.3 cm.

Nota. Ficha Técnica Adaptada de http://www.chema.com.pe/assets/productos/ficha-tecnica/HT%20CHEMITA%20EN%20POLVO%20V01.2017.pdf , para fines de investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis